Fundação Banco do Brasil – FBB
Ministério do Meio Ambiente – MMA
Fundação de Apoio à Universidade de Viçosa – FUNARBE

MMA

DESENVOLVIMENTO DE MATRIZ DE COEFICIENTES TÉCNICOS PARA RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

Relatório Final dos Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos das Atividades Industrial e Agricultura Irrigada

Relatório Técnico 6

Outubro / 2011

FUNARBE

Fundação de Apoio à Universidade Federal de Viçosa

CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO FINANCEIRA
N°. 8.553

RELATÓRIO TÉCNICO 6

Produto 6 – Relatório Final dos Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos das Atividades Industrial e Agricultura Irrigada

DESENVOLVIMENTO DE MATRIZ DE COEFICIENTES TÉCNICOS PARA RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

Brasília, DF

Outubro de 2011

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano

CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO FINANCEIRA
Nº. 8.553

RELATÓRIO TÉCNICO 6

Produto 6 – Relatório Final dos Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos das Atividades Industrial e Agricultura Irrigada

COORDENAÇÃO TÉCNICA

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
Secretário de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano

Ministro do Meio Ambiente
Izabella Mônica Vieira Teixeira

Secretário de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano
Nabil Georges Bonduki

Diretor de Recursos Hídricos
Julio Thadeu Silva Kettelhut

Coordenação de Planejamento de Recursos Hídricos
Franklin de Paula

Equipe técnica para acompanhamento do produto:
Geraldo Góes
Gunter Assis Moraes

INVESTIMENTO SOCIAL

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL

Presidente
Jacques de Oliveira Pena

Gerente de Parcerias, Articulações e Tecnologia Social
Jefferson D'Avila de Oliveira

Assessora Sênior
Maria Helena Langoni Stein

EQUIPE EXECUTORA

Coordenador
Demetrius David da Silva

Gerente do Projeto
Gustavo Luiz Batista D'Angiolella

Agrometeorologia
Paulo Márcio de Freitas

Estatística
Ângela Maria Quintão Lana

Recursos Hídricos
Moisés Pinto Gomes

Sistema de Informação Geográfica
Og Arão Vieira Rubert

Tecnologia da Informação
Alessandro de Freitas Teixeira

Uso Industrial
Zeila Chittolina Piotto

Apoio
Luana Lisboa
Bruno Marcel Barros da Silva
Iara de Castro e Oliveira

ÍNDICE

I. SUMÁRIO EXECUTIVO I

I.1. Introdução I

I.2. Objetivos II

I.3. Abordagem do Trabalho II

I.4. Sumário Executivo – Setor Industrial III

I.5. Sumário Executivo – Agricultura Irrigada VIII

Tomo I - Setor Industrial 1

II. SETOR INDUSTRIAL 2

II.1. Metodologias e procedimentos disponíveis para a determinação dos coeficientes técnicos de retirada e retorno. 3

II.1.1. Metodologia proposta pelo US Army Corps of Engineers (1987) - IWR-MAIN (Institute of Water Research- Municipal and Industrial Needs Software) 3

II.1.2. Metodologia proposta pelo Banco Mundial - Sistema de Apoio à Decisão/Controle Integrado da Poluição (DSS/IPC, 1994) 6

II.1.3. Metodologia do Banco Mundial (1995): IPPS - Industrial Pollution Prevention System (Sistema de Prevenção à Poluição Industrial) 9

II.1.4. Procedimento apresentado pela ENGECORPS no "Manual de Outorga" (ENGECORPS, 1998) 11

II.1.5. Metodologia proposta no Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica do Estado do Rio de Janeiro (PQA-RJ) complementada pelo Programa de Saneamento Ambiental das Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça de Belo Horizonte - MG (PROSAM, 1999) 13

II.1.6. Metodologia proposta pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2002) - Manual de Procedimentos para Outorga de uso da Água na Indústria e Mineração 15

II.1.7. Metodologia proposta pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2003) no Memorial descritivo do cálculo da demanda industrial de água contida no documento "Base de Referência do Plano Nacional de Recursos Hídricos". Nota Técnica 013/SPR/2003 17

II.1.8. Metodologia proposta pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS 2003 e ONS 2005) no trabalho "Estimativas das Vazões para as Atividades de Uso Consuntivo da Água em Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN" 18

II.1.9. Metodologia proposta pelo Comitê da bacia Hidrográfica do São Francisco (CBHSF, 2004) no "Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do São Francisco" 21

II.1.10. Coeficientes de consumo para indústria apresentados pela FIESP (2004) no documento "Conservação e Reuso de Água - Manual de Orientações para o Setor Industrial" 22

II.1.11. Metodologia proposta pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2005) no documento: "Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil" 23

II.1.12. Metodologia proposta no Plano Nacional de Recursos Hídricos (2006) 24

II.1.13. Metodologia apresentada no "Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul" (COPPETEC, 2007) 25

II.1.14. Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí para o Quadriênio 2008-2011 (STS, 2008) 28

II.1.15. Coeficientes de consumo para indústria apresentados nos documentos do Integrated Pollution Prevention and Control - IPPC (IPTS, 2009) 29

II.1.16. Comparativo entre as metodologias/procedimentos disponíveis para a estimativa dos coeficientes técnicos de recursos hídricos no setor industrial 30

II.2. Coleta e consistência dos dados e informações necessárias à elaboração da matriz de coeficientes técnicos 35

a) Realização de visitas, entrevistas, coleta de dados e informações adicionais dos atores estratégicos 35

b) Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0) 36

c) Estruturação e Preenchimento do Banco de Dados 38

d) Compilação das informações levantadas 38

II.3. Minuta da matriz de coeficientes técnicos de recursos hídricos 69

II.4. Matriz de coeficientes técnicos de recursos hídricos 85

II.5. Considerações finais e recomendações 98

II.6. Referências Bibliográficas 99

ANEXO I. Fontes e observações referentes à base de dados utilizada para a composição da minuta da matriz de coeficientes técnicos de recursos hídricos para o setor industrial brasileiro. 105

ANEXO II. Fontes e observações referentes à base de dados utilizada para a composição da matriz de coeficientes técnicos de recursos hídricos para o setor industrial brasileiro 113

Tomo II - Agricultura Irrigada 121

III. AGRICULTURA IRRIGADA 122

III.1. Metodologias e procedimentos disponíveis para a determinação dos coeficientes técnicos no uso agropecuário 122

III.1.1. Metodologia do "Manual de Outorga" (ENGECORPS, 1998) 122

III.1.2. Metodologia apresentada por Christofidis (1999) 126

III.1.3. Metodologia proposta pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico no trabalho "Estimativas das Vazões para as Atividades de Uso Consuntivo da Água em Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN" (ONS, 2003) 127

III.1.4. Metodologia apresentada no Memorial Descritivo da Estimativa de Demanda de Irrigação Contida no Documento "Plano Nacional de Recursos Hídricos – Documento Base de Referência, Minuta" NOTA TÉCNICA 007 / SPR / 2003 – (ANA, 2003) 138

III.1.5. Metodologia proposta pelo Comitê da bacia Hidrográfica do São Francisco no "Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do São Francisco" (CBHSF, 2004) 148

III.1.6. Metodologia proposta pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico no trabalho "Estimativas das Vazões para as Atividades de Uso Consuntivo da Água em Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN" (ONS, 2005) 149

III.1.7. Metodologia proposta pela Agência Nacional de Águas no documento: "Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil" (ANA, 2005) 158

III.1.8. Metodologia proposta no Plano Nacional de Recursos Hídricos (2006) 158

III.1.9. Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí para o Quadriênio 2008-2011 (STS, 2008)..... 158

III.1.10. Metodologia proposta no Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Diagnóstico dos Recursos Hídricos (COPPETEC, 2006) 160

III.2. Matriz de Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos para a Agricultura Irrigada 162

III.2.1. Metodologia para Estimativa dos Coeficientes para Irrigação a Nível de Município 162

III.2.2. Base de Dados..... 186

III.2.3. Consistência dos Dados 186

a) Avaliação dos dados coletados..... 186

b) Análise estatística dos dados coletados 188

c) Sistematização dos dados por tipologia de produto 189

III.2.4. Modelagem e carga dos dados espaciais 191

III.2.4.1. Preparação do banco de dados espacial 191

III.2.4.2. Municípios 191

III.2.4.3. Ottobacias..... 191

III.2.4.4. Divisão Hidrográfica Nacional 193

III.2.4.5. Unidades Hidrográficas de Referência 194

III.2.4.6. Análise da Base de Dados Espaciais..... 195

III.2.5. Armazenamento no Banco de Dados Espacial 202

III.2.5.1. Conteúdo do Banco de Dados 203

III.2.5.2. Modelo de Dados 204

III.2.5.3. Descrição dos atributos das camadas espaciais..... 206

III.2.5.4. Descrição das tabelas..... 209

III.2.6. Relação espacial entre os dados da Agricultura Irrigada e as unidades básicas espaciais 217

III.2.7. Elaboração da matriz de coeficientes 219

III.3. Exemplos aplicados de uso das matrizes 232

III.4. Referências Bibliográficas – Agricultura Irrigada 244

I. SUMÁRIO EXECUTIVO

I.1. Introdução

Os processos de globalização econômica e financeira são irreversíveis. Com eles modifica-se o perfil da atividade produtiva que, em função de condicionantes da legislação atual ou de pressões da sociedade organizada, tende a ser mais eficiente e mais amigável na sua relação com o meio ambiente, em especial no que diz respeito ao uso dos recursos naturais. Contudo, apesar desse movimento no sentido da sustentabilidade ser percebido em vários setores, é fato que ele não é uniforme entre estes. Há os setores mais intensivos e os menos intensivos no uso da água e esse fato é de extrema relevância para que se possa definir ou antever as externalidades do processo de desenvolvimento.

A partir dessa perspectiva, o documento de referência deste trabalho aponta que, entre os setores produtivos a serem considerados em modelos quantitativos do PNRH, merecem destaque aqueles intensivos no uso de recursos hídricos. Importa saber a quantidade consumida e, principalmente, a distribuição desses usos no território, utilizando como unidade de associação de informações o município – sem perder de vista a necessária compatibilidade espacial com o sistema de bacias hidrográficas adotado no PNRH.

É de amplo conhecimento que a maior dificuldade para quantificação diagnóstica e prospectiva do PNRH refere-se à identificação dos coeficientes técnicos setoriais de uso dos recursos hídricos, diferenciados por setores produtivos, por microrregião e por tipo de processo tecnológico adotado (método e manejo da irrigação, por exemplo). Por isso, a realização de estudos estratégicos, especificamente para construção de uma relação de coeficientes técnicos para a área de recursos hídricos é importante. Essa lista deve propiciar a construção de uma antevisão e a antecipação de decisões estratégicas por parte dos órgãos competentes.

Os estudos elaborados permitiram a construção de uma Matriz de Coeficientes Técnicos que, por sua vez, servirá de subsídio para o desenvolvimento de um modelo computável de equilíbrio geral integrado a um modelo de equilíbrio geral dinâmico. Ambos permitirão avaliar a consistência macroeconômica das quantificações a serem empreendidas e os impactos sobre os recursos naturais associados ao desenvolvimento regional do País.

Este estudo consiste, portanto, no desenvolvimento de matriz de coeficientes técnicos para recursos hídricos, no âmbito dos esforços despendidos pela SRHU/MMA para a implementação do Programa I – "Estudos Estratégicos sobre Recursos Hídricos", que se associa ao componente de "Desenvolvimento da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos no Brasil" do Plano Nacional de Recursos Hídricos - PNRH. Este projeto está inserido no contexto do Programa I, que é composto por quatro subprogramas, dentro do Subprograma I.1 – "Estudos estratégicos sobre o contexto macro-econômico global e inserção geopolítica da GIRH no contexto sul-americano".

Como resultado final, o Relatório Técnico 6 apresenta a compilação de todas as informações e resultados obtidos durante o desenvolvimento do trabalho.

I.2. Objetivos

Objetivo Geral:

Obtenção das matrizes de coeficientes técnicos de vazões de retirada, consumo e retorno para o setor industrial e agricultura irrigada.

Objetivos Específicos:

- Levantamento das metodologias e procedimentos disponíveis para a determinação dos coeficientes técnicos de retirada, consumo e retorno, assim como análise crítica das tipologias dos usos consuntivos dos recursos hídricos para o setor industrial e agricultura irrigada;
- Coleta e consistência dos dados sobre coeficientes de vazões de retirada, consumo e retorno das atividades industriais e de agricultura irrigada com análise técnica dos dados e das informações necessárias à elaboração das matrizes de coeficientes técnicos;
- Detalhamento das oficinas realizadas com os setores usuários de água; e
- Consolidação das informações presentes nas matrizes de coeficientes de vazões de retirada, consumo e retorno, para os diferentes usos na irrigação e tipologias do setor industrial brasileiro.

I.3. Abordagem do Trabalho

O presente relatório está fundamentado na apresentação final das matrizes de coeficientes técnicos de vazões de retirada, consumo e retorno para o setor industrial e agricultura irrigada.

Constituiu-se como bibliografia referencial para a elaboração da matriz de coeficientes técnicos para a agricultura irrigada os estudos "Estimativa das Vazões para Atividades de Uso Consuntivo da Água nas Principais Bacias do Sistema Interligado Nacional" (ONS, 2003), "Estimativa das Vazões para Atividades de Uso Consuntivo da Água em Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN" (ONS, 2005), Plano de Recursos Hídricos das Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Paraíba do Sul e Plano de Recursos Hídricos da Bacia do São Francisco, conforme especificado no Termo de Referência elaborado pela SRHU/MMA.

No caso do uso da água na indústria adotaram-se como estudos referenciais, além dos já citados para a agricultura irrigada, aqueles elaborados por ANA (2002), Integrated Pollution Prevention and Control – IPPC (IPPC, 2009), metodologia proposta pelo Banco Mundial - Sistema de Apoio à Decisão/Controle Integrado da Poluição (DSS/IPC, 1994), metodologia do Banco Mundial (1995): IPPS - Industrial Pollution Prevention System (Sistema de Prevenção à Poluição Industrial), CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), entre outros.

Neste relatório são apresentadas todas as etapas do trabalho, como o levantamento bibliográfico e análise crítica das tipologias dos usos consuntivos dos

recursos hídricos, obtidos em estudos já realizados para os setores usuários industrial e agropecuário, assim como a coleta e análise técnica dos dados, necessários à elaboração das matrizes de coeficientes técnicos, além do detalhamento das oficinas realizadas com os setores usuários de água, de forma a permitir a consolidação das informações presentes nas matrizes de coeficientes de vazões de retirada, consumo e retorno para os diferentes usos na irrigação e tipologias do setor industrial.

Os dados necessários para a obtenção dos coeficientes de vazão de retirada, consumo e retorno, utilizados para geração da matriz de coeficientes técnicos do setor industrial brasileiro, são apresentados neste relatório discriminados por tipologia de atividades econômicas. São disponibilizados na unidade de metros cúbicos de água por unidade produzida (m^3/unidade produzida), sendo, para cada caso, considerada a unidade produzida mais comumente empregada pela atividade econômica.

A matriz de coeficientes técnicos para a agricultura irrigada, apresentada neste relatório, está discriminada por cultura e mês de cultivo, e espacializada para os diversos níveis da divisão hidrográfica adotada no Brasil com base na Resolução CNRH nº 32/2003, sendo que todos os coeficientes são apresentados na unidade de litros por segundo por hectare ($L\ s^{-1}\ ha^{-1}$), sendo esta a mais comumente utilizada para expressar a vazão específica no setor agrícola.

Tais dados/informações foram coletados de diversos atores estratégicos das áreas estudadas e consistidos através de avaliações técnicas.

I.4. Sumário Executivo – Setor Industrial

Processo de construção da matriz

O processo de construção da matriz e a metodologia para o levantamento e consolidação dos dados foram concebidos a partir da etapa inicial do trabalho, quando foi feita a análise crítica dos dados disponíveis e das metodologias existentes, conforme apresentado no Relatório Técnico 2 (RT2).

Para tanto, inicialmente foi feita a 1ª Oficina com diversos interlocutores do setor produtivo, nos dias 09 e 10 de setembro de 2009, em Brasília-DF, para apresentar esta análise crítica, nivelando conhecimento e apresentando uma proposta de abordagem para o trabalho.

Desta oficina foram consolidados os seguintes direcionadores do trabalho:

- Adoção da classificação CNAE 2.0 para identificar as tipologias de atividades econômicas com maior relevância no cenário nacional;
- Fontes de consulta de dados: segmentos da indústria, associações, Confederação Nacional da Indústria, programas e projetos de uso racional da água, comitês de bacia, agências de bacias, órgãos gestores de recursos hídricos, publicações técnicas e científicas, etc.;
- Para segmentos representativos dos quais não se obtenham dados de empresas brasileiras, avaliar a possibilidade do uso de referências internacionais para os coeficientes da matriz;

- Apresentação dos dados aos setores envolvidos de forma ajustar e validar os coeficientes obtidos, contando-se com a intermediação da CNI – Confederação Nacional da Indústria, por intermédio da sua Rede de Recursos Hídricos.

Com estes norteadores, teve início o levantamento de dados em publicações técnicas e científicas, paralelamente a um intenso contato com empresas e associações.

Foram realizadas reuniões em São Paulo, no dia 09/02/2010, na Rede de Recursos Hídricos da CNI e no dia 04/03 na FIESP com a ABIT (Associação Brasileira da Indústria Têxtil, assim como em Brasília, no dia 15/03/2010, com o Instituto Brasileiro de Mineração-IBRAM.

Dos setores representados na reunião da Rede de Recursos Hídricos da CNI, em São Paulo, pode-se citar os seguintes: papel e celulose (Associação Brasileira Técnica de Papel e Celulose - ABTCP), siderúrgico (Instituto Aço Brasil – IAB), setor de químicos (Associação Nacional para Difusão de Adubos – ANDA, Associação de Misturadores de Adubos do Brasil – AMA – Brasil, Associação Brasileira da Indústria Química - ABIQUIM), têxtil (Associação Brasileira da Indústria Têxtil – ABIT), alimentício (Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação – ABIA), bebidas (Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não - Alcoólicas – ABIR), petroquímico (Petrobrás), setor sucroalcooleiro (União das Indústrias de Cana-de-açúcar), setor energético (Associação Brasileira de Concessionárias de Energia Elétrica – ABCE), cimento (Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP), higiene (ABIHPEC – Associação Brasileira da Indústria da Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos) e alumínio (ABAL – Associação Brasileira do Alumínio).

Como um dos desdobramentos da reunião com a Rede de Recursos Hídricos da CNI, foram enviadas mensagens a todos estes setores, descrevendo o objetivo do estudo e anexando planilha autoexplicativa para reportar os coeficientes setoriais.

Na reunião específica com o setor de mineração, realizada na sede do IBRAM, em Brasília, foram representadas as seguintes empresas: ANGLOGOLD ASHANTI, VALE, FERROUS, GERDAU, SRK, CSN, YAMANA GOLD, V&M e VOTORANTIM, além de representantes do IBRAM, CNI, Funarbe/UFV e SRHU/MMA.

Esta etapa do trabalho demandou grande envolvimento de toda a equipe técnica do projeto, tendo sido realizados contatos diretos com instituições envolvidas com o uso da água no setor industrial (CNI, FIESP, FIEMG, entre outras.), além de órgãos gestores estaduais responsáveis por licenciamentos e outorgas, para coleta e realização de entrevistas visando obter informações adicionais que auxiliassem na elaboração de matriz de coeficientes técnicos, de forma a reflitir a realidade do uso da água na indústria brasileira. A atuação da Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do MMA foi fundamental para a viabilização das reuniões com os setores usuários da água, particularmente a CNI.

Na etapa seguinte, os dados obtidos na fase inicial foram compilados e apresentados numa 2ª Oficina, realizada na sede da CNI em São Paulo, no dia 13 de setembro de 2010. Nesta reunião, além dos representantes do setor produtivo, estiveram presentes representantes da SRHU/MMA.

Nesta oficina, foram destacados os seguintes aspectos gerais quanto ao estudo em questão:

- A limitação da classificação CNAE 2.0 para a realização desse tipo de estudo, tendo em vista que em diversas situações as unidades industriais produzem diferentes produtos, o que impossibilita conformar uma boa base de referência. Entre os exemplos dados estão: o caso alumínio-bauxita, o caso das plantas integradas de papel e celulose;

- A necessidade de que, a partir dessa discussão, seja iniciado um diálogo com o Governo sobre a possibilidade de compatibilização do formato da CNAE com as demandas de informação para aferir a pressão sobre os recursos hídricos e demais recursos naturais. Para esse diálogo foi sugerida a participação do IBGE, que possui uma base de dados significativa. Ressaltou-se, também, que o IBGE utiliza dados por produto e os órgãos gestores utilizam dados por tipologia industrial, o que dificulta o uso e comparação dos dados;

- A discussão sobre a utilização de valores médios ou de faixas de valores (valores máximos e mínimos para os coeficientes de retirada, consumo e retorno) para a composição da matriz pautou-se pela preocupação de manter a qualidade da informação apresentada. A tendência foi pelo uso das faixas. Dados com grandes faixas de amplitude foram justificados nas notas explicativas da matriz. Na maior parte dos casos isso ocorreu devido à diversidade de processos produtivos e de processos agrupados em cada classe, padrões tecnológicos ou de gestão diferenciados;

- O uso de faixas é mais indicado que o uso de médias quando é possível fazer a associação do processo/tecnologia com os valores previstos na faixa. Este fato contribui para a qualidade dos estudos de cenários nos planos de recursos hídricos e possibilita uma referência mais clara para a avaliação das empresas sobre seu desempenho no uso dos recursos hídricos em seus processos. Por outro lado, grandes faixas dificultam o uso dos dados agrupados, conforme classificação da CNAE;

- A geração e divulgação de informações mais precisas sobre o uso da água nas unidades industriais são fundamentais, quer seja para a gestão pública, seja para os consumidores, acionistas e mercado em geral.

Como encaminhamento da oficina, os dados compilados setorialmente ainda foram enviados para os respectivos setores para avaliação e proposição de ajustes finais. Como resultado desta consulta, a partir de discussões presenciais ou não com os diferentes setores envolvidos, a matriz foi consolidada.

Estrutura e apresentação dos dados coletados

A metodologia utilizada a partir da consolidação do processo mencionado anteriormente foi:

- Uso de dados primários e secundários tendo como fonte as associações, empresas, publicações científicas, relatórios ambientais e de sustentabilidade, dentre outros;

- Agrupamento dos dados conforme classificação de tipologias da CNAE 2.0;

- Priorizar as atividades econômicas mais representativas do setor industrial brasileiro, adotando como critério contemplar os setores que representam 90% das receitas líquidas do Brasil, conforme dados do IBGE;

- Para setores onde não foi possível obter dados, utilizar referências internacionais, como o IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) ou outras fontes já utilizadas no Brasil.

Dificuldades enfrentadas para obtenção e consolidação dos dados

- Indisponibilidade dos dados de uso da água na forma de coeficiente técnico, ou seja, relativizado à produção. As grandes corporações normalmente divulgam dados sobre uso da água segundo as diretrizes do GRI (Global Reporting Initiative). Este padrão preconiza o uso dos seguintes indicadores: captação anual (m^3 de água); percentagem de água reciclada ou reusada (%) e volume anual de efluentes gerados (em m^3). Como consequência, fica muito difícil obter os dados por unidade produzida para corporações que produzem grande diversidade de produtos, mesmo quando o relatório menciona os dados de produção anual;

- Boa parte das empresas ainda não dispõe de sistemas de "contabilização" da água atrelado aos produtos por ela fabricados. Normalmente o sistema de medição e controle não é feito por "tipo" de produto. Quantifica-se normalmente o valor total captado e descartado como efluente;

- Resistência ou temor de alguns setores na divulgação de dados tendo-se em vista possíveis atrelamentos ao sistema de outorga ou a outros mecanismos de comando e controle como, por exemplo, a cobrança pelo uso da água;

- A vinculação dos dados às tipologias CNAE 2.0 foi dificultada para muitos setores, uma vez que sua contabilização e agrupamento seguem critérios diferenciados;

- O nível de agrupamento versus a disponibilidade de dados para alguns setores mais complexos dificulta o seu uso, como no caso na indústria química, onde cada "produto" a rigor tem um processo tecnológico diferente e, por conseguinte, coeficientes muito diferenciados. Neste caso, valores médios por classe podem não ser representativos;

- Indisponibilidade de dados atualizados junto ao setor público - banco de dados atrelados ao cadastro, outorga e licenciamento. Ainda não existe um sistema de informações que permita obter dados de uso da água e da geração de efluentes de forma associada aos dados de produção.

Abrangência e limitação da matriz de coeficientes

A abrangência dos coeficientes técnicos de recursos hídricos do ponto de vista de grupos e classes da CNAE 2.0 contempladas na matriz pode ser considerada satisfatória, considerando-se a disponibilidade dos dados.

No entanto, para setores de grande diversidade de produtos e processos, como a indústria química, a sua utilização fica limitada a dados médios do grupo. Esta média fica bastante comprometida em termos de correlação com um determinado componente pertencente a este grupo.

Exemplificando: o valor médio reportado para cada um dos oito grupos que compõem a divisão de "fabricação de produtos químicos" não permite uma quantificação discriminada de quanto de água é captada para cada classe e subclasse que compõe este grupo. Neste caso em especial, a situação é ainda mais complicada, já que mesmo que tivesse sido possível reportar os dados no nível de subclasse, mesmo assim, ainda não seria possível ter dados de uso da água individualizados por produto inorgânico, como por exemplo, para a fabricação de acido sulfúrico e clorato de potássio.

O valor disponível/apresentado é um valor médio para "produtos químicos inorgânicos".

Deste modo, possíveis usos para nortear processos de outorga ou de benchmarking entre empresas ou produtos ficam limitados para setores mais complexos, como o caso da indústria química.

Por outro lado, os dados apresentados nesta versão da matriz podem ser considerados adequados para subsidiar as entidades públicas no planejamento e estimativa de demanda de uso de recursos hídricos pelo setor industrial.

Proposição para avanços no estudo

Embora a matriz represente um avanço inquestionável em termos de dados mais atualizados sobre o uso da água na indústria brasileira, entende-se que é preciso:

- Rever e compatibilizar os padrões de agregação de dados no âmbito da gestão pública com o padrão usado no setor produtivo;
- Os dados devem ser atualizados de forma sistemática, uma vez que a evolução tecnológica altera os padrões de produção;
- Os processos de cadastramento, outorga e licenciamento de atividades que façam uso dos recursos hídricos devem ter sistemas de informações que permitam a obtenção dos coeficientes, preferencialmente numa mesma base;
- Desenvolver parcerias com setores públicos e privados tanto nacionais quanto internacionais no sentido viabilizar ou complementar a atualização da base de dados associados ao uso da água (matriz);
- Avaliar o estabelecimento de mecanismos de incentivo à contabilização do uso da água e a sua conservação por intermédio de boas práticas de governança

no setor produtivo. Esta ação pode estimular o desenvolvimento, uso e apropriação deste tipo de indicador no setor industrial.

I.5. Sumário Executivo – Agricultura Irrigada

Processo de construção da matriz

Os coeficientes para a agricultura irrigada foram gerados usando-se como base o estudo "Estimativa das Vazões para Atividades de Uso Consuntivo da Água em Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN (ONS, 2005)", conforme decidido pelo Grupo de Trabalho do Setor Agropecuário na 1ª Oficina - "Uso da Água nas Atividades Econômicas: Definindo uma base de Coeficientes Técnicos para os Recursos Hídricos no Brasil", realizada nos dias 9 e 10 de setembro de 2009, em Brasília-DF, a qual foi considerada a principal referência metodológica existente no Brasil para estimativa de consumo da água pela agricultura irrigada.

Adotou-se como referência preferencial os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, os dados disponíveis no trabalho do ONS e na ANEEL e os dados, informações e documentos técnicos da ANA. Além dessas instituições, foram obtidos, onde se fez necessário, informações do Ministério da Integração Nacional – MI; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão – MPOG; Instituto Nacional de Meteorologia – INMET; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA; Secretarias Estaduais de Planejamento e de Recursos Hídricos; além de outras instituições relevantes, como Comitês de Bacias e órgãos gestores de recursos hídricos.

Adotou-se, de forma a padronizar os coeficientes, a classificação das tipologias segundo cadastro de hierarquização da CNAE 2.0(Classificação Nacional de Atividades Econômicas), em função da disponibilização de dados censitários do IBGE (2009), objetivando aprimorar a utilização da metodologia propostas pelo ONS (2005) para o cálculo da estimativa dos usos consuntivos da água para irrigação para as 12 grandes regiões hidrográficas do Brasil definidas na Resolução nº 32/2003 do CNRH, além de adotar como referência as unidades hidrográficas do Plano Nacional de Recursos Hídricos e pelo Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

Para a elaboração da matriz de coeficientes de retirada, consumo e retorno da água pela agricultura irrigada foram realizados os seguintes passos:

- Coleta e consistência dos dados para o cálculo dos coeficientes da matriz em nível municipal, principalmente os dados do Censo Agropecuário 2006 do IBGE, dados climáticos e parâmetros de irrigação do ONS (2005), série histórica de dados de precipitação da ANA e malha municipal do IBGE (2005);

- Estimativa dos coeficientes da matriz em nível municipal utilizando-se a metodologia proposta pelo ONS (2003 e 2005) com adaptações para a estimativa do coeficiente em $L\ s^{-1}ha^{-1}$, produzindo para cada município brasileiro os coeficientes de retirada, consumo e retorno da irrigação para cada tipo de cultura, nos 12 meses do ano;

- Preparação da base de dados espacial, onde foi adotada como referência nesta etapa do trabalho a malha municipal digital do Brasil elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, a base de ottobacias disponibilizada pela Agência Nacional de Águas – ANA, bem como a Divisão Hidrográfica Nacional (DHN) e as unidades hidrográficas de referência SUB1 e SUB2 do Plano Nacional de Recursos Hídricos; e

- Espacialização da matriz de coeficientes da agricultura irrigada para os 3 níveis de regiões hidrográficas no Brasil: 12 DHN, 56 SUB1 e 273 SUB2.

Os dados foram organizados e estruturados a partir de unidades básicas como os municípios e a base hidrográfica codificada segundo Otto Pfafstetter, que permitiram integrar a análise espacial aos estudos sobre os coeficientes de vazão e a espacialização dos mesmos.

Os dados obtidos na fase inicial foram compilados e apresentados numa 2ª Oficina, realizada na sede da Confederação Nacional da Agricultura-CNA, em Brasília-DF, no dia 8 de novembro de 2010.

Participaram da Oficina, representantes de Federações de Agricultura de diversos estados e Associações de Produtores, da iniciativa privada, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento e da Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano – SRHU.

Nesta oficina, além dos representantes do setor produtivo, estiveram presentes representantes da SRHU/MMA, tendo sido feita a apresentação da Matriz de Coeficientes preliminar de forma a obter contribuições dos diferentes setores usuários envolvidos, incorporar as contribuições pertinentes e, também, consolidar as informações presentes na matriz de coeficientes.

Dificuldades enfrentadas para obtenção e consolidação dos dados

A maior dificuldade enfrentada para a obtenção da matriz da agricultura irrigada foi o grande volume de dados levantados e gerados. Este foi um desafio, tanto para fins de obtenção de dados dos órgãos relacionados, quanto para a geração da matriz em nível municipal e, posteriormente, sua espacialização.

Abrangência, avanços e limitação da matriz de coeficientes

Na elaboração da matriz de coeficientes técnicos de recursos hídricos para a agricultura irrigada destacam-se:

- Dentre as metodologias avaliadas neste estudo, podem-se considerar aquelas propostas por ONS (2003) e ONS (2005) como as mais avançadas tecnologicamente;

- De modo geral, as metodologias para estimativa do uso da água pela irrigação baseiam-se no cálculo da demanda hídrica das culturas e/ou no balanço hídrico das regiões em estudo. Para o cálculo da evapotranspiração são utilizados os mais diversos métodos, em função, principalmente, da disponibilidade de dados climatológicos e da melhor adequação destes à

realidade da região estudada. Nesse estudo, a estimativa de demanda hídrica da cultura foi obtida pelo método de Penman-Monteith-FAO, método este mais aceito mundialmente para esta estimativa da evapotranspiração das culturas, assim como foram adotados os coeficientes de cultura apresentados no estudo FAO-56;

- Para a determinação das culturas irrigadas foram utilizados os dados de área irrigada e cultivada em nível municipal do Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2009), ou seja, o menor nível de agregação de dados disponíveis em nível nacional, considerando, ainda, os métodos de irrigação por aspersão, localizada e por superfície para as demandas específicas;

- Em função da baixa disponibilidade de dados climatológicos e censitários no Brasil foram utilizadas metodologias de espacialização de dados existentes para as regiões de estudo de forma a obter estimativas mais precisas e localizadas, sendo adotados, em termos de dados climatológicos, os dados das Normais Climatológicas do Brasil, exceto os dados de chuva, que foram provenientes da rede de estações hidrometeorológicas da ANA, até 2008;

- As principais deficiências encontradas nas metodologias para estimativa da demanda hídrica na agricultura irrigada referem-se à estimativa dos índices de eficiência dos métodos de irrigação e, também, dos coeficientes de retorno. Em sua maioria, estes parâmetros não são calibrados para as realidades das áreas estudadas e não possuem valores embasados em métodos científicos de quantificação, sendo que os índices adotados são valores estimados com base na experiência dos profissionais ou extrapolados de trabalhos sem a necessária correlação com as características edafoclimáticas;

- Esse trabalho apresenta uma grande evolução em termos de matriz de coeficientes para a agricultura irrigada no Brasil por apresentar uma matriz completa, abrangendo todo o território nacional, as 59 principais culturas irrigadas no Brasil e a espacialização para os principais níveis de unidades hidrográficas de referência, além da base municipal. Além disso, o trabalho utiliza uma metodologia considerada avançada tecnologicamente em termos de estimativa do consumo da água pela irrigação e empregou os dados mais recentes disponíveis em âmbito nacional.

- Deve-se considerar que a matriz de coeficientes para a agricultura irrigada utiliza informações em nível nacional e sua aplicabilidade deve levar em consideração o objetivo das informações. É recomendada para estudos no âmbito de planejamento dos recursos hídricos ou estudos de amplitude macro. Sua aplicação em nível micro, como quantificação de vazões em projetos de irrigação ou para outorga de uso de água deve ser evitada, podendo ser utilizada apenas como balizador de grandezas.

Proposição para avanços no estudo

- Dado ao grande volume de informações disponibilizadas na matriz, sugere-se a implementação de uma ferramenta de consulta para facilitar a busca e acesso rápido aos coeficientes desejados; e

- Sugere-se a atualização da matriz de coeficientes para a agricultura irrigada quando da realização de novos censos agrícolas pelo IBGE.

Tomo I - Setor Industrial

II. SETOR INDUSTRIAL

A água é um recurso natural essencial à existência e manutenção da vida, ao bem-estar social e ao desenvolvimento socioeconômico. No Brasil, a promoção de seu uso sustentável vem sendo pautada por discussões nos âmbitos local, regional e nacional, na perspectiva de se estabelecerem ações articuladas e integradas que garantam a manutenção de sua disponibilidade em condições adequadas para a presente e as futuras gerações (MMA, 2006).

Para que isso ocorra de forma harmoniosa, esta disponibilidade deve exceder expressivamente as demandas. À medida que a disponibilidade hídrica vai diminuindo em relação à demanda, a probabilidade de estresse ambiental e de conflitos entre os diversos usuários acentua-se (Mierzwa e Hespanhol, 2005).

Nessa perspectiva, merecem destaque aquelas atividades econômicas cujos usos de recursos hídricos são mais intensivos, quer seja no aspecto quantitativo quanto qualitativo, entre os quais se podem destacar a agricultura, o saneamento e a indústria.

No setor industrial, o uso da água se caracteriza por ser realizado de variadas formas e em diversas dimensões, que vão desde o uso como insumo no processo produtivo, em sistemas de utilidades (resfriamento, caldeiras, etc.) e uso para fins sanitários.

Considerando os diversos fatores que influenciam o uso da água neste setor, podem-se destacar: capacidade produtiva, condições climáticas da região (determinante nas quantidades de água consumidas nos processos de troca térmica), disponibilidade hídrica, método de produção, idade da instalação (indústrias mais novas utilizam tecnologias mais modernas, com equipamentos menos suscetíveis a paradas e manutenção), práticas operacionais, cultura da empresa e da comunidade local, além do ramo da atividade industrial, ou seja, da tipologia na qual a indústria se enquadra (Mierzwa e Hespanhol, 2005).

Apesar da crescente participação das diferentes tipologias das indústrias na demanda total de água e do impacto causado pelo lançamento de efluentes nas bacias hidrográficas, o papel da água no setor industrial ainda é um assunto pouco estudado no Brasil. Tal fato pode ser explicado pela limitada disponibilidade de dados sobre o uso da água no setor. Este fator constitui, assim, obstáculo para a efetiva caracterização das indústrias em termos de uso de água e aporte de poluentes às bacias (FERES *et al.*, 2005).

A pequena disponibilidade de coeficientes específicos sobre o uso da água no Brasil para as diferentes tipologias industriais dificulta a antecipação de decisões estratégicas por parte dos órgãos competentes.

II.1. Metodologias e procedimentos disponíveis para a determinação dos coeficientes técnicos de retirada e retorno.

Diversas são as metodologias e procedimentos utilizados para estimativa do uso de água na atividade industrial, dentre as quais destacam-se:

II.1.1. Metodologia proposta pelo *US Army Corps of Engineers* (1987) - IWR-MAIN (*Institute of Water Research*- Municipal and Industrial Needs Software)

IWR-MAIN é um programa de computador baseado no MAIN II, programa desenvolvido sob patrocínio do Departamento de Interior Americano no ano de 1969. Em 1982, o Corpo de Engenheiros do Exército Americano (*US Army Corps of Engineers*) adotou o MAIN II como ferramenta para gestão de Recursos Hídricos. Após cinco anos de pesquisa, a *Planning and Management Consultants, Ltd* (PMCL, empresa patrocinada pelo Corpo de Engenheiros do Exército Americano) atualizou o MAIN II e disponibilizou o IWR-MAIN Versão 5.1 com a atualização dos modelos existentes e interface compatível para uso em computadores pessoais (BAUMANN et al, 1997).

O sistema de projeção, baseado em equações matemáticas necessita de calibragem prévia antes de uso. Deste modo, o sistema precisa ser alimentado com uma grande fonte de dados, como cita Mays e Tung (1991):

- Número de casas, tipo, faixa de preços de mercado, densidade populacional, etc;
- Número de empregados por tipologia industrial (identificada pelo código ISIC com três e quatro números);
- Preço pago pela água e esgoto e estrutura de taxas;
- Práticas de conservação (eficiência e adesão);
- Condições climáticas;
- Dados suplementares (população residente, renda, nível de emprego).

Uma série de equações matemáticas de projeção de uso da água é empregada na rotina computacional do programa. Para alguns setores usam-se modelos econométricos, que incluem, por exemplo, o preço da água, nível de renda e outras informações; já os demais setores fazem uso de coeficientes para projeções, como o setor industrial e serviços (WURBS, 1997).

O setor não-residencial, catalogado no IWR-MAIN pelo código SIC (*Standard Industrial Classification*) do Departamento do Comércio, foi agrupado em atividades econômicas de maior relevância, sendo elas (BAUMANN et al, 1997):

- Construção;
- Manufatura;
- Transporte, comunicação e utilidades;
- Comércio atacadista;
- Comércio varejista;
- Finanças, seguro e mercado imobiliário;
- Serviços;
- Administração publica.

Estes oito ramos da economia usam o seguinte modelo matemático de projeção (BAUMANN, 1997):

$$Q_i = f\left(GED_i, E_i, L_i, P_i, CDD, O_i\right) \quad (1)$$

em que: Qi = uso da água em volume por dia de acordo com a categoria i;

GEDi (*Gallons per employee per day*) = volume de água por empregado, consumido por dia, de acordo com a categoria i.

Ei = nível de emprego da categoria i;

Li = produtividade média (ou horas trabalhadas) do setor i;

Pi = preço marginal da água e serviço de esgoto para categoria i;

CDD (*Cooling degree days*) = dias com necessidade de aquecimento;

Oi = outras variáveis que possam afetar o uso da água para categoria i.

O sistema é capaz de considerar todos estes fatores para o cálculo de previsão de uso da água, porém, possui a configuração padrão:

$$Q_i = GED_i \, E_i \quad (2)$$

O programa possui coeficientes de consumo com base no número de funcionários, resultantes de 10 anos de esforços de pesquisa determinados a coletar dados de emprego e uso da água em mais de 7.000 estabelecimentos, envolvendo as oito tipologias econômicas, em todos os Estados Unidos, como apresentado na Tabela 1.

BAUMANN *et al.* (1997) explicam que a Tabela 1 diz respeito aos oito ramos econômicos mais representativos, sem detalhamentos das tipologias em nível de três dígitos SIC, porém, o banco de dados possui coeficientes específicos para 417 tipologias representadas por três dígitos do SIC. O programa pode ser configurado para analisar o consumo de água por ramo (dois dígitos SIC) ou por tipologia (três dígitos SIC), sendo que isto dependerá apenas da base de dados disponível e do nível de detalhamento requerido pelo estudo a ser conduzido.

Tabela 1. Coeficientes de uso de água inseridos no IWR-MAIN.

Atividades econômicas mais representativas	**Código ISIC**	**Coeficientes de uso da água** (litros.empregado^{-1}.dia^{-1})*	
Construção	15 – 17	78,4	(244)
Manufatura	20 – 39	500,8	(2784)
Transporte, Comunicações e Utilidades (TCU)	40 – 49	186,2	(225)
Comércio atacadista	50 – 51	162	(750)
Comércio Varejista	52 – 59	352,4	(1041)
Finanças, seguros, mercado imobiliário	60 – 67	268	(233)
Serviços	70 – 89	520,5	(1870)
Administração Pública	91 – 97	400,1	(25)

*Os números em parênteses representam o espaço amostral de estabelecimentos que foram consultados para o cálculo do coeficiente. Fonte: Planning and Management Consultants, LTD (1996) apud BAUMANN et al. (1997).

O sistema é ainda capaz de:

- Considerar múltiplos fatores e projetos para uso de água;
- Estimar a conservação de água. Possibilita ao usuário mudar as diretrizes de previsão a fim de estudar estas diferenças no projeto;
- Realizar projeções futuras baseada na mudança de um ou mais atributos;
- Analisar os modelos de conservação da água em longo prazo;
- Particionar o banco de dados para estudos anuais ou frações de tempo, de acordo com a necessidade do usuário, dentre outras possibilidades.

Pela capacidade de se especificar a cada localidade, OPTIZ e STRUS (2009) citam as seguintes localidades nos Estados Unidos que usam o IWR-MAIN, em suas versões já calibradas, como principal ferramenta para gerenciamento de recursos hídricos:

- San Diego (Autoridade de Recursos Hídricos);
- Sudeste da Califórnia, Delegacia de Água Metropolitana;
- Diretoria de Recursos Hídricos de Oklahoma;
- Departamento de Água e Esgoto de Phoenix;
- Companhia de água de Indianápolis;
- Prefeitura de Binghamton NY,
- Departamento Municipal de Água de Springfield IL.

II.1.2. Metodologia proposta pelo Banco Mundial - Sistema de Apoio à Decisão/Controle Integrado da Poluição (DSS/IPC, 1994)

O DSS/IPC (*Decision Support System/Integrated Pollution Control* - Sistema de Apoio à Decisão/Controle Integrado da Poluição) é um software desenvolvido pelo Banco Mundial no ano de 1994 (COPPETEC, 2002) em parceria com a Organização Mundial de Saúde (OMS) e *Pan American Health Organization* (PAHO) baseado no conceito de Sistemas de Apoio à Decisão (SAD). Foi fundamentado na base de dados proveniente do trabalho intitulado "Rápida Avaliação das Fontes de Poluição do Ar, Água e Solo" (*Rapid Assessment of Sources of Air, Water and Land Pollution*) publicado pela WHO (1982). Este estudo foi uma ampla revisão bibliográfica que reuniu dados de consumo e de efluentes de diversas tipologias poluidoras, compilados em um único trabalho de modo a facilitar a consulta. Dentre as fontes consultadas para a organização do banco de dados estão instituições como a US-EPA (Agência de Proteção Ambiental Americana), que representa a maioria dos arquivos consultados, Departamento de Agricultura Americano (*Department of Agriculture*), CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), Universidade de Purdue, entre outras.

Com dados de mais de 150 tipologias industriais e diversas atividades poluidoras e 30 poluentes do ar, água e resíduos sólidos o banco de dados está organizado pelo modo de descarte (efluentes líquidos, atmosféricos, sólidos, ou resíduos perigosos), da seguinte maneira:

- Processos industriais separados de acordo com o código ISIC de 4 dígitos;
- Principais modos de controle de poluição, incluindo-se bom gerenciamento de operações e prevenção à poluição;
- Fatores de emissão associados a cada processo e seus modos de controle;
- Unidades de custo balanceadas para tecnologias de controle; e
- Valores de referências para saúde-pública quanto a contaminantes atmosféricos e hídricos.

Para o início do estudo é necessário que o usuário entre com uma série de dados: área de estudo, condições ambientais atuais nesta área, indústrias já instaladas, identificadas pelo respectivo código ISIC, serviços públicos e população. Se algum estudo envolver o meio hídrico como receptor de efluentes, alguns dados sobre o mesmo serão solicitados, como vazão média, carga orgânica atual, etc.

Com esta base de dados o usuário seleciona entre dois modelos de dispersão do ar e cinco para água. Estes modelos podem estimar as concentrações de poluentes no meio e o próprio sistema é capaz de gerar o custo financeiro para remediação do meio baseado em funções padronizadas. Estes valores podem ser refinados inserindo-se dados econômicos da região em questão. Estes modelos hídricos fornecem, segundo Ribeiro e Silva (2006):

- A carga potencial poluidora gerada pelas atividades econômicas, incluindo o setor doméstico;

- A situação atual da poluição dos corpos receptores de uma bacia hidrográfica ou área estudada (por exemplo, uma cidade) por meio de modelos de dispersão;
- As possíveis medidas de redução de poluição (tipo de tratamento) e cálculo da carga poluidora removida por elas em cada processo tecnológico; e
- Os custos marginais de remoção da carga poluidora e o custo total para remover toda a carga necessária para cada medida de redução de poluição considerada.

O banco de dados de processos poluidores está organizado em nove campos:

1. Ambiente (solo, água, ar);
2. Código ISIC;
3. Identificação de processo;
4. Descrição do processo;
5. Unidade de processo;
6. Volume de água, ar (m^3) por unidade produzida;
7. Número de horas produtivas no ano;
8. Identificação de custo; e
9. Campo de anotações.

Os dados referentes ao campo número 6, objeto deste estudo, são mencionados no DSS/IPC *User Guide* (1999), sendo que todos os processos contêm valores de referência, que são somente usados para o módulo de "Cálculo de Custo". Na ausência de valores atuais, estes dados são usados pelo sistema. Estes são os valores que constam na tabela do Manual e Procedimentos para Outorga de Uso da Água na Indústria e Mineração elaborada pela ANA (2002).

O banco de dados de emissões (líquidas, gasosas ou de sólidos) está organizado em seis grupos:

1. Modo de descarte no ambiente (rejeitos sólidos, efluente líquido ou efluente atmosférico)
2. Código ISIC;
3. Identificação do processo;
4. Identificação do poluente;
5. Fator de emissão; e
6. Campo de anotações.

Destaca-se nesse banco de dados o campo 5, referente à quantidade de poluentes emitida por unidade de produção, o qual apresenta os seguintes parâmetros:

1. DBO_5 (demanda bioquímica de oxigênio) – referente à carga orgânica lançada;
2. Nitrogênio total;
3. Fósforo total;
4. Sólidos suspensos;
5. Óleos e graxas;
6. Íons metálicos;
7. DQO, entre outros.

Estes parâmetros e outros constam na tabela da ANA (2002) como valores referência para lançamentos em cada tipologia industrial. Ressalta-se que no estudo da ANA (2002) adotou-se o código CNAE, versão 1.0, enquanto no DSS/IPC utilizou-se o ISIC.

II.1.3. Metodologia do Banco Mundial (1995): IPPS - *Industrial Pollution Prevention System* (Sistema de Prevenção à Poluição Industrial)

O IPPS se fundamenta na utilização de informações industriais para estimar perfis da poluição por países. Partindo do princípio de que muitos países têm pouca ou nenhuma informação sobre a geração de poluição com fonte industrial, o progresso na análise dos impactos da poluição industrial é baseado em dados estimados. Assim, o IPPS vem sendo usado para explorar o fato de que a base de variação da poluição é, dentro de certos limites, afetada pela escala da atividade industrial, pela composição setorial e pela tecnologia de produção. Com base em levantamentos sobre três variáveis econômicas comumente disponíveis: nível de emprego, valor adicionado (valor que as atividades acrescentam aos bens e serviços consumidos no processo produtivo) e valor da produção, o IPPS permite a conversão destas informações em estimativas sobre a intensidade de poluição industrial, isto é, a poluição por unidade de atividade, tendo em vista o alto grau de correlação entre níveis de poluentes individuais e aquelas variáveis econômicas (HETTIGE *et al.*, 1995).

A base de dados de referência do IPPS compreende os diagnósticos ambiental, econômico e geográfico de aproximadamente 200.000 unidades industriais da economia dos Estados Unidos da América e cerca de 1.500 categorias de produtos, combinando informações do Censo Econômico Industrial com dados da Agência de Proteção Ambiental (US-EPA) sobre as emissões de diferentes poluentes industriais do ar e da água.

De acordo com Hettige *et al.* (1995), a poluição está associada ao volume físico da produção, através da proporção com o volume físico dos resíduos. Contudo, a utilização do volume de produção física como referência à estimativa da intensidade de poluição impõe dificuldades práticas, devido à grande diversidade de unidades usadas como medida de produção e, finalmente, ao fato de as informações relativas ao volume da produção física muitas vezes não serem disponíveis. Conseqüentemente, a estimativa deve ser baseada no valor da produção como medida adequada da atividade industrial para estimar a intensidade de poluentes. Entretanto, existem problemas relativos aos preços que restringem esse procedimento, podendo, todavia, ser superados com uma unidade monetária básica no processo de conversão. O valor da produção é, assim, avaliado como melhor medida de conversão em relação ao valor adicionado, uma vez que os insumos energia e materiais são fatores críticos na determinação da produção e, conseqüentemente, da poluição industrial.

Os coeficientes do IPPS estão vinculados ao código ISIC e permitem a estimativa da intensidade de poluição para os seguintes componentes do ar: SO_2, NO_2, CO, compostos orgânicos voláteis, partículas finas em suspensão (PM), partículas totais em suspensão; e poluentes da água: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sólidos suspensos totais (SST); substâncias tóxicas e metais tóxicos do ar, solo e água. Os coeficientes para a estimativa do custo de redução da poluição por atividade e por tipo de poluente são também estimados com base no IPPS (HARTMAN *et al.*, 1994 apud MATA, 2001).

Os índices do sistema IPPS são apresentados em três classes de intensidade, designadas "*Upper Bound*", "*Lower Bound*" e "*Interquartile Mean*"; destas, "*Upper Bound*" são superestimativas e "*Lower Bound*" são medidas subestimadas, mais

conservadoras. Entretanto, em ambas, admite-se a existência de "*Outliers*" (resultados que diferem em muito da média) e por isso considera-se, também, a média "*Interquartile*" (interquartil), que elimina a influência dos "*Outliers*" e fornece valores menos tendenciosos (MATA, 2001).

Na Tabela 2 são apresentados alguns valores obtidos nas tabelas do IPPS para poluição no meio hídrico, expressos em libras de DBO_5 ou sólidos suspensos totais para cada milhão de dólares investido em produção (cotação de 1987). Hettige *et al.* (1995) sugerem que os valores "*Lower Bounds*" podem ser usados para estimativas de poluição da água na maioria das tipologias, já que o espaço amostral é muito satisfatório.

Tabela 2. Coeficientes de poluição da água em libras por milhão de dólares investido (cotação de 1987).*

Descrição segundo ISIC (quatro dígitos)	ISIC	Poluição por carga orgânica (DBO_5)		Sólidos Suspensos Totais	
		"Lower-Bound"	*Inter-Quartile*	*"Lower-Bound"*	*Inter-Quartile*
Produtos de Carne	3111	31,52	102,18	39,09	123,61
Laticínios	3112	7948,66	140,73	1144,90	120,40
Indústria do Vinho	3132	24,37		13,37	
Produtos de Couro	3233	0,00		1,08	
Celulose, papel e papel cartão	3411	13751	6417,93	46704,84	7717,40
Industrial química, exceto fertilizantes	3512	44,88	7,81	8732,58	446,58

*A tabela completa apresenta 79 tipologias econômicas distintas. Fonte: Hettige *et al.* (1995).

II.1.4. Procedimento apresentado pela ENGECORPS no "Manual de Outorga" (ENGECORPS, 1998)

De acordo com o Atlas de Meio Ambiente do Brasil, editado pelo IBAMA em 1996, o consumo de água para atividades industriais foi de 215,2 $m^3.s^{-1}$, ou seja, quase 85% do consumo doméstico, estimado em 255,1 $m^3.s^{-1}$.

A água pode participar dos processos de mineração e industriais como "matéria prima" sendo incorporada no produto ou como "utilidade", participando do processo produtivo, porém sem incorporação. Como matéria prima ela tem características de substância imprescindível. Quando na função de utilidade cabe cogitar e avaliar o uso de alternativas tecnológicas, seja de reciclagem, seja de substituição por outros fluidos de aquecimento ou de resfriamento.

Os critérios de seleção de processo são essencialmente de ordem econômica, motivo pelo qual os fatores custo e disponibilidade de água têm um peso significativo nessa fase de projeto. Restrições quanto à disponibilidade ou custos mais elevados irão viabilizar em muitos casos o fechamento de circuitos e a adoção, por exemplo de resfriamento a ar ou soluções "secas", como filtragem em vez de lavagem de gases, turbinas a gás em lugar de caldeiras e turbinas a vapor, etc. As etapas de processo nas quais a água utilizada se transforma em efluente a ser tratado, acumulando o custo da água com o do tratamento de efluentes, deverão ser as primeiras a serem estudadas quanto ao seu potencial de economia.

Para a avaliação de projetos industriais e minerários foram obtidos de diversas fontes índices de consumo por tipo de indústria. Estes índices são apresentados nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3. Índices de consumo de água – Grandes consumidores.

Setor	Consumo (1)	Base (unid)	Consumo específico inferior (2)	Consumo específico superior (3)	Efluente (%)
Siderurgia:					
Alto Forno	43,0 m^3/h	t	1,7 m^3/t		
Aciaria	228,0 m^3/h	t	8,6 m^3/t		
Laminação	78,0 m^3/h	t	5,0 m^3/t		
Trefilação	75,0 m^3/h	t	0,8 m^3/t		
Eletrometalurgia		t	37,0 m^3/t		
Refino de Petróleo	12.000,0 m^3/d	m^3	0,5 m^3/m^3		
Gasolina		t	7,0 m^3/t	34,0 m^3/t	60
Petroquímica		t	150,0 m^3/t	800 m^3/t	
Cerâmica	16.000,0 m^3/mês	m^2	0,01 m^3/m^2 azulejo		
Celulose e Papel					
Pasta de Celulose	200 m^3/h	t		93,0 m^3/t	
Papel		t	53,0 m^3/t		

(1) Faixa de consumo de água por linha de produção
(2) Consumo mínimo por unidade de produção
(3) Consumo máximo por unidade de produção

Tabela 4. Índices de consumo de água – Consumidores médios.

Setor	**Consumo** [1]	**Base** (unid)	**Consumo específico inferior** [2]	**Consumo específico superior** [3]	**Efluente** (%)
Cervejarias	80,0 m^3/h	m^3	5,0 m^3/m^3	13,0 m^3/m^3	80
Refrigerantes		m^3	5,0 m^3/m^3	8,0 m^3/m^3	30
Matadouros e	50,0-55,0 m^3/h	Ave	12,0 L/ave	50,0 L/ave	70
Frigoríficos		Suíno	133,0 L/suíno	1200,0 L/suíno	70
Cortumes		Pele	0,25 m^3/pele	1,0 m^3/pele	
Pele wet blue e acabado		Pele	18,0 m^3/t pele		90
Pele semi e wet blue acabado		Pele	26,0 m^3/t pele	60,0 m^3/t pele	90
		m^2	13,0 m^3/1000 m^2	53,0 m^3/1000 m^2	
Têxteis					
Tecelagem	1000 m^3/dia		270,0 m^3/t tecido	6,0 m^3/1000 m linear	15
Tinturaria			40,0 m^3/t tecido	1,0 m^3/1000 m linear	
Detergentes		t	1,0 m^3/t		100
Metal-Mêcanica			55,0 $m^3/10^6$ embalagens	1,0 m^3/t	
Acabamento de metais		t	1,0 m^3/t		
Eletro-Eletrônico	5-10.000 m^3/mês		25,0 m^3/1000 placas	26,0 m^3/1000 ap. eletronico	
Usina de Açúcar e Álcool		t cana	15,0 m^3/t	20,0 m^3/t	

II.1.5. Metodologia proposta no Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica do Estado do Rio de Janeiro (PQA-RJ) complementada pelo Programa de Saneamento Ambiental das Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça de Belo Horizonte - MG (PROSAM, 1999)

Para estimativa da demanda hídrica do setor industrial uma das metodologias utilizadas, como por exemplo, no Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Paraíba do Sul, é a do Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica do Estado do Rio de Janeiro (PQA-RJ) complementada pela metodologia usada no Programa de Saneamento Ambiental das Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça (PROSAM).

Tais metodologias são apresentadas no trabalho "Controle da Poluição Hídrica Industrial na Bacia do Rio Paraíba do Sul" (PS-RE-030-R1, 1999), sendo elaboradas estimativas das cargas poluentes geradas pelas indústrias localizadas no trecho fluminense da bacia do Paraíba do Sul de forma a possibilitar a avaliação do impacto geral do conjunto das indústrias sobre a qualidade da água e, também, o impacto individual das principais indústrias.

Na realização do trabalho foram considerados os dados cadastrais (nome, endereço, número de funcionários e tipologia) existentes sobre as indústrias em operação na bacia e suas respectivas cargas poluentes, oriundos das seguintes fontes:

- Cadastro de indústrias da FEEMA;
- Dados de indústrias nas quais a FEEMA realizou medições;
- Banco de dados do PROCON-Água;
- Banco de dados de indústrias da Cooperação Brasil-França; e
- Cadastro de indústrias da FIRJAN.

Para atingir o objetivo do trabalho foi realizado um exaustivo levantamento dos dados existentes sobre as indústrias da bacia do Rio Paraíba do Sul junto à FEEMA (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente), no qual foram obtidas informações cadastrais de 665 indústrias efetivas ou potencialmente poluidoras, sendo esta a principal fonte de informações sobre o parque industrial instalado no trecho fluminense da bacia.

A FEEMA manteve, ainda, com 60 indústrias de grande potencial poluidor da bacia, o denominado Programa de Autocontrole de Efluentes Líquidos (PROCON-Água). Esse programa constituiu-se num dos instrumentos para o licenciamento e controle de indústrias, sendo regulamentado pela DZ-942 R-7 (Diretriz do Programa de Autocontrole de Efluentes Líquidos). A FEEMA incluía empresas no PROCON em função de seu potencial poluidor ou quando havia sistemas de controle implantados e em operação, como forma de verificar sua eficiência. Após a vinculação, as empresas deviam enviar, mensalmente, relatórios sobre as características de seus efluentes, sendo reportados parâmetros selecionados pela FEEMA.

Algumas indústrias constantes do PROCON-Água não constavam do Cadastro de Indústrias da FEEMA, demonstrando falta de consistência entre as duas fontes. Foram consultados ainda os dados sobre efluentes das indústrias nas quais a FEEMA realizou

medições, restringindo-se a três indústrias: Clariant, Cyanamid e Companhia Siderúrgica Nacional (CSN).

Outras fontes de informações consultadas foram os relatórios emitidos pela Cooperação Brasil-França sobre o denominado Projeto Paraíba do Sul, desenvolvidos a partir de 1992. Além das informações contidas nos relatórios publicados, a Cooperação Brasil-França forneceu o banco de dados sobre poluição industrial integrante do estudo. Nesse cadastro constavam 131 indústrias no trecho fluminense da bacia. A Cooperação Brasil-França também utilizou como base os dados da FEEMA para elaboração do banco de dados sobre poluição industrial, mas existiam ali indústrias que também não constavam no cadastro de indústrias da FEEMA.

Também foi consultado o estudo sobre "Poluição industrial nas bacias dos ribeirões Arrudas e Onças, na região metropolitana de Belo Horizonte". Esse estudo, realizado pela Montgomery Watson e ESSE (Engenharia e Consultoria) para a Fundação Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais, no contexto do PROSAM, apresenta grande quantidade de informações levantadas e sistematizadas. Os resultados do estudo, em termos de concentração de poluentes e vazão efluente por tipologia industrial e tamanho da indústria, se prestam à comparação com a poluição produzida pelas indústrias da bacia fluminense, dada à semelhança entre esse parque industrial e o do Paraíba do Sul.

II.1.6. Metodologia proposta pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2002) - Manual de Procedimentos para Outorga de uso da Água na Indústria e Mineração

Com o objetivo de criar um amplo cadastro sobre o uso e requerimento de outorga da água e instituir a cobrança pelo uso da água na Bacia do Paraíba do Sul, a Agência Nacional de Águas (ANA) disponibilizou metodologia, solicitada pelo Comitê de Bacia, para orientação e auxílio no cálculo do volume e qualidade da água baseado em dados secundários da atividade produtiva industrial (produção industrial, quantidade de empregados, tipologia, etc) e das atividades extrativas. A metodologia, porém, deverá ser aplicada apenas quando não houver dados reais das vazões/análises dos seus efluentes.

A estimativa de uso de água na indústria e atividades extrativistas se baseia em termos da vazão captada, vazão consumida, vazão efluente e carga de poluentes bruta e remanescente que podem ser estimadas para cada tipologia a partir dos dados expostos no Manual de Procedimentos para Outorga de Uso da Água na Indústria e Mineração (ANA, 2002).

O Manual apresenta os seguintes dados:

1. Código CNAE (CNAE_id): o código CNAE , na versão 1.0, foi o modo pelo qual as indústrias e atividades extrativistas foram organizadas para facilitar a consulta do requerente e do Comitê de Bacia;
2. Descrição do Processo (Proc_descr): é a descrição em poucas palavras das atividades passíveis de uso da água e/ou geração de efluentes. Há apresentação, para cada processo de produção, de duas opções: processo convencional e tecnologia de produção mais limpa (P+L);
3. Unidade de produção (Unit_descr): unidade de produção associada à tipologia. Por exemplo: tonelada, m³ (metro cúbico), etc;
4. Volume de efluente produzido (Proc_volume): é a razão entre m³ efluente e a unidade específica de produção associada à tipologia (Unit_descr). Por exemplo: $m^3.efluente^{-1}.tonelada^{-1}$ de minério extraída; $m^3.efluente^{-1}.m^{-3}$ de refrigerante produzido.
5. Volume de água consumido (Cons_volume): água que não retorna ao corpo receptor em função de diversos motivos (evaporação, incorporação no produto final, etc);
6. Volume de água bruta captada (Cap_volume): volume, em m³, de água captada.
7. Fator poluente (Poluente_fator): emissão de poluentes em função da carga poluidora a partir de DBO_5, DQO, metais, óleos e graxas, etc.

O campo 2 cita a possibilidade de visualização de duas opções, tecnologia convencional e processo de produção mais limpa, porém, não há distinção numérica entre os processos.

Os campos 4 e 7, referentes às informações mais importantes para o estabelecimento de matriz de coeficientes técnicos de recursos hídricos, têm como

fonte o programa DSS/IPC (*Decision Support System/Integrated Pollution Control*). Este sistema foi lançado no ano de 1995 (versão 1.0) com base no documento da *World Health Organization* (WHO) intitulado "Rápida Avaliação das Fontes de Poluição do Ar, Água e Solo" (*Rapid Assessement of Sources of Air, Water and Land Pollution*, WHO 1982).

Deve ser destacado que na metodologia apresentada pela ANA (2002) o volume de água consumido (campo 5) é definido como 20% do volume específico de captação, ou seja, 25 % do volume específico efluente (campo 4 - Proc_volume) para as indústrias em geral, exceto para as indústrias de bebidas, onde considerou-se que o volume de água consumido é igual ao volume de produção.

II.1.7. Metodologia proposta pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2003) no Memorial descritivo do cálculo da demanda industrial de água contida no documento "Base de Referência do Plano Nacional de Recursos Hídricos". Nota Técnica 013/SPR/2003

A estimativa da demanda industrial, em nível nacional, é complexa devido à falta de informações municipais que forneçam a tipologia correspondente à produção industrial.

Para fins de elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos fez-se, em 1998, previsão da demanda de água industrial para as nove regiões hidrográficas adotadas na época. As estimativas basearam-se nos estudos de Barth *et al.* (1987), que consideravam o consumo industrial como uma percentagem do consumo de água humano, determinado nas áreas urbanas.

A informação utilizada para o cálculo da demanda industrial foi o número de pessoal ocupado na indústria de transformação. Coeficientes médios foram estimados para cada estado a partir de informações existentes em algumas regiões hidrográficas do País, no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará.

A partir desses dados foram calculados coeficientes de consumo de água em função do número de pessoal ocupado na indústria de transformação, em cada município. Para tal foi utilizada a Base de Informações Municipais, setor de Produção de Bens e Serviços, do IBGE (2000), variável V52 - pessoal ocupado - unidades locais - indústria de transformação.

A partir da análise desses resultados, determinou-se um valor mínimo e máximo para o per capita dos empregados da indústria de transformação no País. Esses valores foram fixados para os estados proporcionalmente ao seu contingente de trabalhadores. Ressalva-se que as informações disponíveis para tal finalidade são muito limitadas, permitindo apenas um valor aproximado da demanda industrial por água, e que não se estabeleceu vinculação com as diferentes tipologias de atividades econômicas do setor industrial, fato que limita expressivamente a utilização das informações apresentadas.

II.1.8. Metodologia proposta pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS 2003 e ONS 2005) no trabalho "Estimativas das Vazões para as Atividades de Uso Consuntivo da Água em Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN"

A metodologia adotada para estimativa dos coeficientes técnicos para o setor industrial baseou-se no valor da produção industrial municipal, na quantidade produzida por tipo de indústria no ano de 2003 e na relação entre essa quantidade e o volume de água necessário à produção de cada unidade – função do processo industrial adotado.

Foram utilizados dados das seguintes fontes:

- Censos Industriais: 1940, 1950, 1960, 1970, 1975, 1980 e 1985; e
- Pesquisa Industrial Anual (PIA): 1990, 1995 e 2001.

O processo adotado difere daquele utilizado pela ANA (2003) na realização do diagnóstico das grandes bacias hidrográficas brasileiras, que reuniu dados de diversas fontes. O trabalho da ANA (2003) consistiu na obtenção de um coeficiente per capita médio, aplicável aos trabalhadores registrados na indústria de transformação, e do número de empregados do setor secundário, para os anos disponíveis na Base de Informações Municipais do Setor de Produção de Bens e Serviços do IBGE.

Segundo os resultados da ANA (2003), os valores per capita variaram de 1.500 a 5.500 $L.empregado^{-1}.dia^{-1}$, em função dos tipos de atividade industrial.

A equipe do Consórcio FAHMA–DZETA, contratada para a execução do trabalho apresentado por ONS (2005), considerou que a adoção da metodologia aplicada no Plano Nacional de Recursos Hídricos apresentaria dificuldades na obtenção dos coeficientes per capita e do número de trabalhadores registrados na indústria, ao longo de todo o período de tempo considerado no estudo.

Decidiu-se adaptar os valores apresentados no "Manual de Procedimentos para Outorga de Uso da Água na Indústria e Mineração - Bacia do Paraíba do Sul" (ANA, 2002), elaborado pela Superintendência de Outorga da ANA. Os parâmetros fornecidos no manual apresentam as vazões de retirada, de retorno e de consumo para um número muito grande de processos industriais, o que tornou necessária a agregação de alguns deles. Além disso, foi necessário, durante essa agregação, unificar as unidades apresentadas pelos processos industriais do manual, uma vez que muitas delas eram específicas e diferiam entre os diversos tipos de indústria.

Considerando que o IBGE utiliza a CNAE na tabulação dos resultados das suas pesquisas sobre a atividade industrial, adotou-se como base para a agregação dos parâmetros do manual do Paraíba do Sul (ANA, 2002) as 21 grandes classes de atividades industriais nela discriminadas, sendo uma dessas classes extrativa e as demais de transformação. Foram atribuídos códigos a cada uma dessas atividades tomando como referência a codificação da CNAE 1.0.

Posteriormente, observou-se que, nos censos, alguns municípios dispunham apenas do valor da produção industrial total, sem discriminação por classe de indústria, o que motivou a criação de uma classe "genérica" de indústria, na qual os parâmetros de retirada e retorno representam a média das demais classes. Os parâmetros assim obtidos para as 22 classes são apresentados na Tabela 5.

Ao longo do período abrangido pelo estudo, o valor da produção foi expresso em diversas moedas. Todas elas foram convertidas para Dólar dos Estados Unidos da América (US$), em valor nominal da época. A conversão foi feita com base na cotação anual média do Dólar (para os anos de1940, 1950, 1960, 1970, 1975, 1980, 1985, 1990, 1995 e 2001), obtida do Banco Central do Brasil.

Para tornar mais direta a estimativa das vazões, com base na Pesquisa Industrial Anual (PIA) de 2001 – de onde se obteve o valor da produção e a quantidade produzida para as classes consideradas, converteu-se os parâmetros agregados do manual do Paraíba do Sul (ANA, 2002) de m^3.quantidade^{-1} produzida para m^3/US$. Embora esse procedimento tenha sido adotado em todas as classes, para algumas delas foi necessário fazer consultas a instituições ligadas ao setor da atividade para complementar as informações da PIA ou mesmo para tornar possível a conversão de unidades produzidas em unidades compatíveis com as do Manual do Paraíba do Sul.

Tabela 5. Parâmetros utilizados na estimativa das vazões de retirada e retorno da indústria.

Código	Produto	Parâmetros (m^3/US$)	
		Retirada	Retorno
100	Extrativista Mineral	0,13233	0,10586
150	Produtos Alimentares	0,02708	0,02166
159	Bebidas	0,00998	0,00870
160	Fumo	0,00564	0,00451
170	Têxtil	0,03064	0,02451
180	Vestuários, Calcados e Artefatos de Tecido	0,03052	0,02442
190	Couros e Peles, Artefatos para Viajem	0,01474	0,01179
201	Madeira	0,05039	0,04031
210	Papel e Papelão	0,08545	0,06836
220	Editorial e Gráfica	0,00001	0,00001
240	Química	0,02304	0,01843
245	Produtos Farmacêuticos e Veterinários	0,00560	0,00448
247	Perfumaria, Sabões e Vela	0,00753	0,00602
251	Borracha	0,00134	0,00107
252	Produtos de Matérias Plásticas	0,00023	0,00018
260	Transformação de não metálicos	0,00492	0,00394
270	Metalurgia	0,01013	0,00811
290	Mecânica	0,01132	0,00905
310	Material Elétrico de Comunicações	0,00001	0,00001
340	Material de Transporte	0,00551	0,00440
360	Mobiliário	0,12274	0,09838
900	Genérica	0,02713	0,02176

A utilização dos censos e do índice anual possibilitou que se estimasse o valor da produção de cada classe da indústria para os municípios de interesse.

Assim, a estimativa da vazão de retirada para abastecimento industrial no município, dada pelo somatório das vazões demandadas por cada classe de indústria presente, foi feita pela Equação 3:

$$Qind = \frac{\sum_{Y=1}^{23}\left[VP_{(\mathrm{Pr}\,odutoY)}.V_{\mathrm{Re}\,tirada(\mathrm{Pr}\,oduto)}\right]}{31.536.000} \qquad (3)$$

em que: Q_{ind} = vazão total de retirada para abastecimento industrial no município (m), $m^3.s^{-1}$;

$VP_{(ProdutoY)}$ = valor da produção do produto Y, convertido para US$;

$V_{retirada(ProdutoY)}$ = volume captado por unidade monetária produzida do produto Y, $m^3.US\$^{-1}$; e

31.536.000 = fator para correção de unidades.

A determinação da vazão de retorno do abastecimento industrial, para cada município, segue os princípios anteriormente descritos e foi estimada pela Equação 4:

$$Qind,r = \frac{\sum_{Y=1}^{23}\left[VP_{(\mathrm{Pr}\,odutoY)}.V_{\mathrm{Re}\,torno(\mathrm{Pr}\,oduto)}\right]}{31.536.000} \qquad (4)$$

em que: $Q_{ind,r}$ = vazão de retorno do abastecimento industrial, município (m), $m^3.s^{-1}$;

$VP_{(ProdutoY)}$ = valor da produção do produto Y, convertido para US$; e

$Vretorno_{(ProdutoY)=}$ volume efluente por unidade monetária produzida do produto Y, $m^3.US\$^{-1}$, e

31.536.000 = fator para correção de unidades.

II.1.9. Metodologia proposta pelo Comitê da bacia Hidrográfica do São Francisco (CBHSF, 2004) no "Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do São Francisco"

A estimativa de demanda de recursos hídricos na bacia do São Francisco foi baseada na metodologia apresentada no projeto "Estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo da água nas principais bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN" (ONS, 2003).

A demanda total de recursos hídricos na bacia do rio São Francisco no ano de 2000 (ano de referência) foi, em média, de 166 $m^3.s^{-1}$, sendo a vazão consumida de 105 $m^3.s^{-1}$ e a vazão de retorno de 60 $m^3.s^{-1}$.

A vazão de retirada (166 $m^3.s^{-1}$) é distribuída nos diferentes usos: 69% para irrigação, 16% para abastecimento urbano, 4% para uso animal, 9% para abastecimento industrial e 2% para abastecimento rural. Por outro lado, a vazão consumida (105 m^3/s) é assim distribuída: 86% para irrigação, 5% para abastecimento urbano, 5% para uso animal, 3% para abastecimento industrial e 1% para abastecimento rural.

As taxas de retorno na bacia são, em média, de 80% da vazão para abastecimento urbano, 50% da vazão para abastecimento rural, 20% da vazão destinada à irrigação, 20% da vazão para uso animal e 80% da vazão para abastecimento industrial.

II.1.10. Coeficientes de consumo para indústria apresentados pela FIESP (2004) no documento "Conservação e Reuso de Água - Manual de Orientações para o Setor Industrial"

Os coeficientes de consumo apresentados pela FIESP (2004) foram obtidos do trabalho "*The Water Encyclopedia*" (VAN DER LEEDEN *et al.* 1990). Este livro se mostra bastante abrangente em questões hidrológicas no âmbito mundial, com um extenso estudo sobre a qualidade da água em diferentes ramos econômicos, em especial para a indústria americana. A base de dados para a confecção da tabela, com os coeficientes de consumo, é originada do Departamento de Economia e Assuntos Sociais da ONU para o ano de 1969.

II.1.11. Metodologia proposta pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2005) no documento: "Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil"

Em 2004, a ANA aprovou as vazões de consumo estimadas no projeto "Estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo da água nas principais bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN. Relatório Final – Metodologia e Resultados Consolidados" (ONS 2003). Esse projeto forneceu a demanda de aproximadamente 2.240 municípios situados nas regiões hidrográficas do São Francisco, Tocantins/Araguaia e Paraná. Estas demandas foram adotadas no presente trabalho. Nos demais municípios, aproximadamente 3.270, utilizou-se a metodologia descrita na Nota Técnica NT- 013-SPR-03 (ANA 2003) e adaptada aos resultados obtidos pelo ONS (2003). As demandas foram calculadas para cada município, utilizando-se a base municipal do IBGE, referente ao Censo Demográfico de 2000. Posteriormente, estas informações municipais foram agregadas nas diversas unidades de gerenciamento de recursos hídricos do País.

Para a estimativa da demanda industrial considerou-se as indústrias ou setores industriais que possuíam sistemas próprios de abastecimento de água ou então sistemas de abastecimento diferenciados do restante da comunidade. A demanda industrial é a mais difícil de ser obtida pela falta de informações adequadas que permitam relacionar parâmetros como tipologia da indústria, produção industrial e consumo de água para cada localidade. O problema é minimizado porque, em média, a demanda industrial não se constitui na parcela mais significativa do consumo de água no País, a qual corresponde a 18% da demanda total. A metodologia foi baseada no número de empregados na indústria de transformação (ANA 2003). Estes valores, em L/empregado.dia, foram determinados em locais com informações sobre a demanda industrial e, posteriormente, extrapolados para as demais regiões. A faixa resultante variou de 800 a 7.250 $L.empregado^{-1}.dia^{-1}$ definida em função do Estado e da população urbana do município.

II.1.12. Metodologia proposta no Plano Nacional de Recursos Hídricos (2006)

No Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH, 2006) a demanda de água no setor industrial foi estimada com base na metodologia apresentada por ANA (2005), sendo calculada para cada Município utilizando-se a base municipal do IBGE.

II.1.13. Metodologia apresentada no "Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul" (COPPETEC, 2007)

Na estimativa da demanda hídrica do setor industrial, não tendo sido possível a utilização dos dados cadastrais do GESTIN/CNARH (Sistema de Gestão Integrada da Bacia do Rio Paraíba do Sul/Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos) foram empregados os mesmos valores avaliados quando da execução do Plano pela ANA. Na parte mineira e fluminense da bacia, em termos de captação, utilizou-se os dados cadastrais fornecidos pela Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG) e pela Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN), respectivamente, sobre os quais se aplicaram dois métodos distintos. O primeiro, proposto pelo PQA/RJ, permite o cálculo indireto das vazões de captação a partir da determinação da vazão efluente, considerando-se o uso consuntivo de 30%. A vazão efluente, por sua vez, é calculada por tipologia industrial, a partir do número de empregados de cada indústria. O segundo método adotado é o proposto pelo US Army Corps of Engineers que, utilizando a tipologia e o número de empregados, fornece o intervalo em que a vazão de consumo pode variar. A vazão final de consumo considerada é aquela correspondente ao valor máximo do intervalo e, no cálculo da vazão de captação, adotou-se uso consuntivo de 30%. Finalmente, selecionou-se a vazão de captação de maior valor, obtida dos resultados dos dois métodos (COPPETEC, 2007).

Com relação à carga de DBO para as indústrias mineiras e fluminenses, utilizou-se a metodologia IPPS (*Industrial Pollution Projection System* – Hettige *et al.* 1994) do Banco Mundial. Em São Paulo, a relação das indústrias, as respectivas vazões de captação e as cargas de DBO potencial e remanescente foram fornecidas pela CETESB. No Rio de Janeiro, as indústrias foram selecionadas a partir dos estudos realizados no PQA. Em Minas Gerais, foram consideradas as indústrias fornecidas pelo IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas). A estimativa de consumo foi realizada pela mesma metodologia adotada para os outros Estados. Os resultados obtidos constam na Tabela 6.

Tabela 6. Utilização atual da água para o setor industrial por sub-bacia para o ano de 2005.

Trechos Considerados / Sub-Bacias	**Vazão captada** ($m^3.s^{-1}$)	**Vazão consumida** ($m^3.s^{-1}$)	**Carga remanescente DBO** ($t.d^{-1}$)
Bacia do Trecho Paulista	2,24	0,68	11.135,00
Sub-bacia PBSul de UHE a Três Rios	9,40	4,92	8.867,00
Bacia do Paraibuna Mineiro	0,14	0,04	2.808,00
Bacia do Piabanha	0,12	0,04	1.355,00
Bacia do Pomba	0,19	0,06	4.805,00
Bacia do Muriaé	0,02	0,01	3.603,00
Bacia do Dois Rios	0,10	0,03	2.842,00
Sub-bacia PBSul de Três Rios a Itaocara	0,02	0,00	1.017,00
Sub-bacia PBSul de Itaocara até a Foz	1,43	0,43	3.310,00
Total	13,66	6,21	39.842

Fonte: COPPETEC (2007).

Na avaliação das demandas hídricas de cada indústria do Estado de São Paulo foram empregados critérios distintos das situadas em Minas Gerais e Rio de Janeiro. Por não se dispor nas relações enviadas pela FIRJAN e pela FIEMG de informações sobre as vazões captadas pelas indústrias, essa avaliação foi feita com o emprego de duas metodologias distintas (COPPETEC, 2006).

A primeira foi a utilizada quando da elaboração do PQA/RJ, complementada pela metodologia usada no PROSAM para as tipologias não consideradas no PQA/RJ; a segunda foi a proposta pelo US Army Corps of Engineers (COPPETEC, 2006).

A metodologia PQA/RJ, complementada pelo PROSAM, permite calcular a vazão efluente, por tipologia - considerando-se o código de atividades econômicas com dois dígitos – por meio de curvas de regressão que a relacionam ao número de empregados. Para o cálculo da vazão de captação foi considerado, para todo o universo de indústrias, - a menos onde indicado em contrário - o uso consuntivo de 30%, relativamente à vazão captada.

A metodologia do *US Army Corps of Engineers*, também a partir da tipologia com dois dígitos e do número de empregados, fornece o provável intervalo de variação da vazão consumida. No caso presente, como cautela para o posterior cálculo das disponibilidades hídricas, optou-se por considerar o maior valor. Da mesma forma que no caso da metodologia PQA/PROSAM, a vazão de captação foi considerada a partir do uso consuntivo de 30%, relativamente à vazão captada (COPPETEC, 2006).

Cumpre ressaltar que a aplicação de tais metodologias, como não poderia deixar de ser, conduz a resultados que pretendem apenas definir, em grandes níveis, por tipologia, a ordem de grandeza do volume de água necessário à operação da indústria. Essa observação torna-se ainda mais evidente pelo fato de a classificação da tipologia ser feita com apenas dois dígitos, o que não permite uma apreciação precisa da atividade de cada indústria, mas tão somente do setor de sua atuação.

Os resultados obtidos das simulações realizadas para as indústrias mineiras e fluminenses foram comparados, quando possível (22 casos no Rio de Janeiro e três em Minas Gerais) com aqueles encontrados nos trabalho da Cooperação França - Brasil. Para as indústrias paulistas tomou-se como demanda hídrica de captação aquela constante das relações recebidas da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). Teve-se o cuidado de excluir as captações de águas subterrâneas, quando indicado. A vazão de captação de algumas poucas indústrias não foi informada. Nesses casos, apenas para avaliação da ordem de grandeza da vazão captada foi considerada como sendo 0,15 $m^3.s^{-1}$ (COPPETEC, 2006).

Avaliadas as vazões de captação, procedeu-se a uma ordenação das indústrias pela ordem decrescente das vazões por elas demandadas. Na ordenação excluiu-se a Cia. Siderúrgica Nacional (CSN) visto ser ela de porte atípico no contexto do parque industrial estudado e responder, sozinha, por quase 50% de toda a água destinada ao uso industrial na bacia do Paraíba do Sul.

Os resultados obtidos para as vazões de captação, por sub-bacia ou trecho do Paraíba do Sul, constam da Tabela 7. Cabe ressaltar que no caso das indústrias fluminenses e mineiras, diante das imprecisões decorrentes do processo de cálculo, a vazão final considerada, por indústria, foi aquela de maior valor encontrado, quer pelo emprego das metodologias anteriores, quer pela Cooperação França-Brasil. No caso

particular da Cia. Siderúrgica Nacional (CSN), a maior usuária industrial da bacia, a vazão considerada (8,7 $m^3.s^{-1}$) não resultou de estimativas, mas, sim, de informações recebidas da própria CSN. Dessa vazão, cerca de 4,0 m^3/s são restituídos ao rio. Para as indústrias paulistas foram consideradas apenas as vazões fornecidas pela CETESB (COPPETEC, 2006).

Os resultados da Tabela 7, embora não apresentando grandes dispersões entre os valores encontrados pelas metodologias PQA/PROSAM e *US Army Corps of Engineers*, devem ser considerados com muita prudência e servem apenas para permitir uma visão, bastante preliminar, do uso industrial da água na bacia. Avaliações mais precisas deverão ser feitas, posteriormente, a partir das informações cadastrais dos usuários de recursos hídricos.

Tabela 7. Vazões de captação calculadas ($m^3.s^{-1}$) na Bacia do Paraíba do Sul.

Estado	"PQA/PROSAM"	"US Corps"	Vazões CETESB	Vazão Considerada
Rio de Janeiro	8,94	8,85	-	11,14
Minas Gerais	0,20	0,10	-	0,27
São Paulo	-	-	2,24	2,24
Total				13,65

Fonte COPPETEC (2006).

II.1.14. Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí para o Quadriênio 2008-2011 (STS, 2008)

O Relatório de Situação 2004-2006 (CBH-PCJ, 2007) apresentou como fonte de informações de consulta às demandas para os usuários de rios de domínio da União o CNARH – Cadastro Nacional dos Usuários de Recursos Hídricos, integrado com posterior análise e verificação para os dados existentes no cadastro de outorgas do DAEE, visando consistir também o cadastramento dos usuários dos rios de domínio Estadual. Quando da elaboração deste Plano de Bacias, analisou-se novamente a consistência dos dados e observou-se que os valores apresentados não condiziam, em muitos casos, com a realidade, isto é, muitas informações estavam desatualizadas. Diante deste panorama, surgiu a necessidade de uma nova verificação, ação realizada em conjunto pela CETESB e DAEE, resultando no documento aqui intitulado de Cadastro. Tendo em vista a existência deste novo cadastramento, os valores aqui apresentados certamente diferem daqueles apresentados no Relatório de Situação 2004-2006.

Mesmo com a expansão das indústrias, no Relatório de Situação 2002-2003 foi apontada uma tendência de queda nos níveis de captação de água para fins industriais. Tal tendência tem se confirmado, tanto no Relatório de Situação 2004-2006, que apontou captações industriais da ordem de 13,56 $m^3.s^{-1}$, ante 14,56 $m^3.s^{-1}$ apresentados no Relatório de Situação 2002- 2003, ou seja, uma diminuição de 6,8%, como também nos novos valores obtidos para 2008, através do Cadastro da Cobrança integrado com dados da CETESB e DAEE, aliado aos dados do Cadastro para os municípios mineiros, que refletem um total de 10,50 $m^3.s^{-1}$ para as captações superficiais industriais, equivalente a uma diminuição de 22,5% sobre os valores para 2006 do Relatório de Situação 2004-2006.

Obviamente, as diferenças metodológicas entre os três estudos podem levar a equívocos de análises. Por outro lado, deve-se levar em conta que cada vez mais as empresas estão investindo em técnicas de reuso, novos processos, etc., resultando em maior economia de água.

Foram considerados como principais usos na bacia, a irrigação, o uso urbano e industrial, sendo que a irrigação consome 6,91 $m^3.s^{-1}$, o urbano 18,43 $m^3.s^{-1}$ e o setor industrial 10,5 $m^3.s^{-1}$. Constatou-se que o tipo de uso predominante na Bacia é o Uso Urbano (45%), seguido pelo Uso Industrial (36%), Uso Rural (18%), Outros (0,6%) e Mineração (0,4%).

II.1.15. Coeficientes de consumo para indústria apresentados nos documentos do Integrated Pollution Prevention and Control - IPPC (IPTS, 2009)

IPTS (2009) produziu documentos de referência com os coeficientes técnicos de recursos hídricos referentes às melhores técnicas disponíveis nas indústrias, considerando ampla base de dados proveniente de indústrias européias, chamados BREFs (Best Available Technique Reference), que são utilizados pelas autoridades competentes nos Estados membros da União Européia para fins de monitoramento e funcionamento das instalações que representem significativo potencial de poluição. Citam-se como documentos de referência os seguintes: "*Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries*" (IPPC, 2006), "*Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Glass Manufacturing Industry*" (IPPC, 2008), "*Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Cement, Lime and Magnesium Oxide Manufacturing Industries*" (IPPC, 2009).

II.1.16. Comparativo entre as metodologias/procedimentos disponíveis para a estimativa dos coeficientes técnicos de recursos hídricos no setor industrial

Na Tabela 8 é apresentado um comparativo entre as principais metodologias e procedimentos adotados no Brasil, desenvolvido por SILVA *et al.* (2009), com especial destaque para o tipo e fonte de dados, principais aplicações e limitações de uso.

Observa-se que algumas metodologias adotam procedimentos apresentados em outras metodologias já citadas. Como exemplo, a metodologia sugerida pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2005) utiliza os procedimentos apresentados no projeto "Estimativas das vazões para atividades de uso consuntivo da água nas principais bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN" (ONS, 2003) e na Nota Técnica NT – 013 – SPR – 03 (ANA, 2003).

Tabela 8. Comparativo entre diversas metodologias ou procedimentos disponíveis para a estimativa do uso da água na atividade industrial.

Metodologia	Tipo e fonte dados	Principais aplicações	Observações
(a) US Army - Corps of Engineers (1987) IWR-MAIN	Software desenvolvido em 1969. Base de dados de 7000 estabelecimentos classificados em 8 tipologias	Gestão de recursos hídricos nos Estados Unidos	Base de dados limitada e antiga, faz a correlação do uso de água com o número de empregados; dados estimados muito maiores do que os valores praticados
(b) Banco Mundial - Sistema de Apoio à Decisão/Controle Integrado da Poluição (DSS/IPC, 1994)	Software com dados de mais de 150 tipologias industriais, outras atividades poluidoras e 30 poluentes do ar, água e resíduos sólidos. Base de dados de 1982.	Gestão de Recursos hidricos e licenciamento ambiental; Manual e Procedimentos para Outorga de Uso da Água na Indústria e Mineração (ANA, 2002)	Dados antigos, voltado para emissões; os valores reportados são muito maiores do que os valores praticados atualmente
(c) Banco Mundial (1995): IPPS - Industrial Pollution Prevention System (Sistema de Prevenção à Poluição Industrial)	A base de dados compreende os diagnósticos ambiental, econômico e geográfico de aproximadamente 200.000 unidades industriais da economia dos Estados Unidos, combinando informações do Censo Econômico Industrial com dados da US-EPA.	Licenciamento ambiental, pois apresenta dados de emissões para as diferentes tipologias	Defasagem dos dados e não apresenta valores sobre uso da água (somente efluentes)
(d) "Manual de Outorga" (ENGECORPS, 1998)	Para a avaliação de projetos industriais e minerários são apresentadas duas tabelas com índices de consumo de água para algumas tipologias de indústrias	Suporte à gestão de recursos hídricos para estimativa do uso da água no setor industrial	Dados defasados e de fontes desconhecidas
(e) Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica do Estado do Rio de Janeiro - PQA-RJ (1999)	Sistema misto de levantamento de geração de efluentes e cargas poluidoras, de dados primários e secundarios	Gestão de recursos hídricos – outorgas de lançamento	Defasagem dos dados, baixa qualidade dos dados, diferenças significativas entre as metodologias e base dos dados
(f) ANA (2002) - Manual de	Têm como fonte o programa DSS/IPC	Apoio à gestão de recursos hídricos e outorgas	As mesma restrições mencionadas em (b).

Metodologia	Tipo e fonte dados	Principais aplicações	Observações
Procedimentos para Outorga de uso da Água na Indústria e Mineração	(Decision Support System/Integrated Pollution Control)		Adota, de maneira generalizada, consumo equivalente a 20% do volume captado
(g) Agência Nacional de Águas (ANA, 2003) no documento: Memorial descritivo do cálculo da demanda industrial de água contidas no documento "Base de Referência do Plano Nacional de Recursos Hídricos". Nota Técnica 013/SPR/2003	A partir de dados disponíveis sobre uso da água em diferentes municípios, foi estimada a demanda per capita (pessoas ocupadas na indústria) para as diferentes regiões do país	Estimativa de demanda de água na indústria	Base de dados muito limitada permitindo a obtenção de um valor aproximado; correlação com pessoas ocupadas no segmento, restringindo seu uso e extrapolação
(h) Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS 2003 e ONS 2005) no trabalho "Estimativas das Vazões para as Atividades de Uso Consuntivo da Água em Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN"	Uso da água com base nos valores indicados por ANA (2002) (item f)	Suporte à gestão de recursos hídricos	Base de dados inicial (uso da água) defasada
(i) Comitê da Bacia Hidrográfica do São Francisco (CBHSF, 2004) no "Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do São Francisco"	Segue o mesmo padrão da ONS (2003) (item h)	Suporte à gestão de recursos hídricos	Base de dados limitada e desatualizada
(j) Matriz de coeficientes de consumo para indústria apresentada pela FIESP (2004) no documento "Conservação e Reuso de Água - Manual de Orientações Para o Setor Industrial"	Trata-se de uma base de dados originada do Departamento de Economia e Assuntos Sociais da ONU para o ano de 1969	Apoio à gestão do uso da água nos processos produtivos	Base de dados desatualizada
(l) Agência Nacional de Águas (ANA, 2005) no documento: "Disponibilidades e demandas de recursos hídricos no Brasil"	A partir de dados disponíveis e da estimativas de consumo de água per capita (por empregado), foram feitas extrapolações para os demais municípios	Estimativa dos usos consuntivos	Base de dados restrita e correlação do uso da água com o número de empregados
(m) Plano Nacional de Recursos Hídricos (2006)	A demanda de água no setor industrial foi estimada com base na metodologia apresentada por ANA (2005), sendo calculada para cada Município, utilizando-se a base municipal do IBGE	Estimativa dos usos consuntivos	Mesmos comentários do item (l), porém não foi feita a correlação com tipologia
(n) Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul (COPPETEC, 2007)	Composição de metodologias. Em parte foi feita a estimativa de vazão de água captada e no	Estimativa de usos de água na indústria	Base de dados desatualizada, uso da correlação entre vazão captada e número de

Metodologia	Tipo e fonte dados	Principais aplicações	Observações
	restante foi feita a estimativa da vazão de efluentes. Os valores de referência utilizados são coeficientes de uso por numero de empregados. Adotou-se uso consuntivo de 30%		empregados
(o) Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí para o Quadriênio 2008-2011 (STS, 2008)	Usou valores de cadastro para quantificar o uso na indústria	Outorgas de captação e de lançamento	Os valores obtidos não foram correlacionados com a produção e/ou outra variável conhecida
(p) Integrated Pollution Prevention and Control - IPPC (IPTS, 2009)	Documentos de referência sobre as melhores técnicas disponíveis nas indústrias	Fins de monitoramento e funcionamento das instalações que representem em um significativo potencial de poluição	Dados internacionais, e os indicadores fornecidos são de acordo com o produto e não com a tipologia.

Fonte: Silva *et al.* (2009).

As metodologias citadas anteriormente foram apresentadas durante a Oficina "Construindo um referencial para consumo sustentável" realizada em Brasília - DF nos dias 9 e 10 de setembro de 2009, e teve como objetivo análise de tipologias de produtos das principais atividades econômicas, bem como dos respectivos coeficientes de vazão de retirada e efluente utilizados em diversos estudos no país.

Os objetivos específicos desta oficina foram:

- Mobilizar os setores usuários para o debate sobre o uso da água em suas atividades e o valor econômico deste recurso natural;
- Identificar as principais tipologias de produtos e de atividades econômicas no que concerne ao uso da água no país;
- Analisar os coeficientes de vazão de retirada e efluente adotados no país;
- Apresentar proposições para a estruturação de matrizes de coeficientes de vazões de retirada e efluente.

O público alvo foram os representantes dos setores usuários da água no Conselho Nacional de Recursos Hídricos, dos ministérios, das secretarias setoriais e agências reguladoras no âmbito da União e dos estados, bem como associações setoriais que congreguem usuários da água, tais como confederações nacionais, federações estaduais e demais associações.

Durante as discussões enfatizou-se que a maior parte das metodologias tem como base valores reportados e compilados na década de setenta nos Estados Unidos. São tabulados e correlacionados valores de produção e número de empregados com a vazão de água captada, ou com a vazão e/ou características dos efluentes (fatores de emissão). Outras metodologias utilizam em parte dados primários, tendo-se como referência empresas brasileiras.

Com isso, têm-se basicamente três problemas: a desatualização dos dados; a baixa quantidade de dados disponíveis e/ou a inadequação das metodologias para

estimativa ou extrapolação dos dados. Todos comprometem a qualidade e a representatividade dos valores obtidos.

A evolução tecnológica que aconteceu nas últimas décadas alterou profundamente as relações de trabalho e de uso dos recursos naturais nos processos produtivos. A globalização por sua vez, permitiu a disseminação destes novos modelos e processos. Com isso, metodologias que consideravam a correlação entre número de empregados e o uso da água, por exemplo, estão comprometidas. Esta correlação por si só, independente da defasagem dos dados, também requer considerações especificas. Em princípio, espera-se alguma correlação positiva em processos produtivos que usem pouca água ou naqueles em que a maior fração de água seja usada em atividades de uso geral, como banheiros, refeitórios, limpeza, etc. Caso contrário, a correlação entre número de empregados e vazão de água captada ou efluente gerado será baixa.

Por outro lado, o cenário atual (no Brasil e fora dele) sugere que persistem muitas dificuldades para a obtenção de dados específicos sobre o uso da água na indústria para as diferentes tipologias.

Isto ainda acontece, apesar da implantação dos sistemas de gerenciamento dos recursos hídricos (cadastramento de usuários, outorgas, sistema de informações), haja vista que estes dados disponíveis são valores absolutos para cada empresa/outorga e não são referenciados em termos de capacidade instalada de produção ou por tipo de produto. Adicionalmente, cabe destacar que os dados disponíveis nos órgãos gestores não estão integrados em um único sistema de informações.

Em paralelo, no meio empresarial, muitos destes dados (valores específicos) não são utilizados na gestão das empresas, ou, quando são, não são divulgados. Setores ou segmentos mais visados pela sociedade em termos do uso de recursos naturais e/ou impactos ambientais muitas vezes já utilizam indicadores desta natureza de forma vinculada ou não aos selos verdes. Mas, estes segmentos ainda são a minoria.

Como consequência, a obtenção destes dados quer seja no Brasil, quer seja fora dele, constitui-se em um grande desafio que requer a busca intensiva de dados junto às empresas, associações, órgãos de controle, etc.

Na prática, se observa que as correlações reportadas nos trabalhos analisados neste relatório, na sua grande maioria, apresentam grande variação entre si, estão defasadas e/ou são inadequadas, quando se compara com valores atuais divulgados. Por exemplo, cita-se o segmento de fabricação de celulose e papel. Os dados publicados indicam valores de captação de água em torno de 10 - 47 m^3.$tonelada^{-1}$ nas fábricas brasileiras, enquanto que os valores reportados nos estudos analisados giram entre 95 a 350 m^3.$tonelada^{-1}$.

O Brasil detém um parque industrial diversificado e moderno. Dentre as diversas tipologias com destaque econômico no cenário atual, encontram-se algumas que fazem uso intensivo de água no processo industrial.

Ao mesmo tempo, a maior parte dos dados utilizados no Brasil para estimativa de valores de consumo de água tem como base referências antigas e/ou limitadas contrastando com essa realidade.

Tendo-se em vista as sugestões obtidas na oficina e as considerações já feitas ao longo do relatório, propôs-se a construção da matriz da seguinte forma:

- A partir das tipologias definidas conforme CNAE 2.0, sendo elencadas aquelas de tenham relevância no cenário nacional;
- Identificação e coleta de dados: segmentos da indústria, associações, programas e projetos de uso racional da água, comitês de bacia, órgãos gestores, etc.;
- Para segmentos representativos dos quais não se obteve dados de empresas brasileiras foi avaliada a possibilidade do uso de referências internacionais para os coeficientes;
- Compilação e agrupamento dos dados obtidos; e
- Apresentação dos dados aos setores envolvidos de forma ajustar e validar os coeficientes obtidos.

É importante destacar que este trabalho não pretende fazer nenhuma associação dos dados com outras variáveis, além da produção. Este tipo de associação requer uma base atualizada e representativa - que não está disponível no Brasil neste momento.

Na 1ª oficina, realizada em Brasília-DF, estabeleceu-se que os dados da matriz seriam apresentados por tipologia de atividade econômica, segundo modelo CNAE 2.0, e não por tipologia de produtos, a exemplo do que já acontece em bases de dados nacionais e internacionais.

Além disso, definiu-se pela não regionalização dos coeficientes de uso para o setor industrial brasileiro em função da carência de informações para as 12 regiões hidrográficas e pelo fato de que o nível tecnológico influencia mais expressivamente do que a localização geográfica das indústrias.

Assim, o produto obtido (matriz) terá mérito de trazer dados atualizados, mas, terá abrangência limitada aos dados disponíveis.

Tem-se a perspectiva, no entanto, de que este trabalho inicial atue como indutor para a formação de um banco de dados mais abrangente, atualizado e sistematizado, quer seja via banco de dados de órgãos gestores, quer seja via maior utilização e difusão destes dados no meio empresarial.

A sistematização das informações de natureza ambiental, e não somente aquelas relativas ao uso da água, dará subsídios indispensáveis às empresas e aos órgãos gestores para as ações de planejamento, controle e uso racional dos recursos naturais.

II.2. Coleta e consistência dos dados e informações necessárias à elaboração da matriz de coeficientes técnicos

a) Realização de visitas, entrevistas, coleta de dados e informações adicionais dos atores estratégicos

Para obtenção de dados foram feitas pesquisas em sites de busca para identificar quais as indústrias que apresentavam e disponibilizavam informações referentes ao uso de água nas diversas atividades industriais brasileiras, além de pesquisas feitas por relatórios de sustentabilidade ou relatórios anuais das empresas. Para cada relatório obtido foi necessária sua análise para confirmar se haviam informações úteis à pesquisa, uma vez que estes relatórios são auto-declaratórios, não existindo obrigatoriedade para a apresentação de informações relativas ao uso da água.

Nos relatórios que apresentaram dados, tanto dos coeficientes, quanto de vazão e produção, foi feita a consistência das informações, comparando o valor fornecido com o valor calculado, de modo a confirmar a veracidade das informações disponibilizadas.

Em seguida, direcionaram-se as pesquisas em sites específicos do setor industrial, com destaque para os sites das empresas vinculadas à Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), da Confederação Nacional das Indústrias (CNI) e do Instituto ETHOS de Empresas e Responsabilidade Social, analisando se as empresas associadas a estas federações/associações se enquadravam nas tipologias estudadas. Para aquelas que se enquadraram, foram avaliadas as informações presentes em cada site identificando, quando possível, os coeficientes de retirada e de efluente ou os dados de produção e vazão, respectivamente.

Após esta etapa fez-se uma análise para avaliar quais as tipologias de atividades econômicas contempladas nas seções B (indústrias extrativistas) e C (indústrias de transformação) da CNAE 2.0 não apresentavam informações e identificadas as maiores empresas de tais setores. Para estas empresas, após a análise das informações disponibilizadas, e para aquelas em que não se conseguiu dados, foi feito contato direto via e-mail ou telefone, na tentativa de conseguir as informações necessárias à elaboração da matriz.

Como fonte de dados também foram realizadas consultas a estudos de caso, tanto em publicações técnico-científicas como em livros, artigos em revistas especializadas, documentos oficiais de órgãos ambientais e organismos responsáveis pelo gerenciamento dos recursos hídricos ou estabelecimento de políticas ambientais. Foram utilizados, ainda, como fonte de dados casos de sucesso no Brasil e fora dele relativos ao uso racional da água na indústria, tecnologias mais limpas, prevenção à poluição, entre outros.

Com a finalidade de ampliar a base de dados do estudo dos coeficientes de vazão de retirada e de efluente das atividades industriais foi feito um levantamento de dados junto aos setores usuários, com apoio da Confederação Nacional da Indústria – CNI, por meio da realização de entrevistas e pesquisas. Neste sentido, foram realizadas reuniões em São Paulo, no dia 09/02/2010, na rede de recursos hídricos da CNI, e no dia 04/03 na FIESP com a ABIT (Associação Brasileira da Indústria Têxtil), assim como em Brasília, no dia 15/03/2010, com o Instituto Brasileiro de Mineração-IBRAM.

Dos setores representados na reunião da rede de recursos hídricos da CNI, em São Paulo, pode-se citar os seguintes: papel e celulose (Associação Brasileira Técnica de Papel e Celulose - ABTCP), siderúrgico (Instituto Aço Brasil – IAB), setor de químicos (Associação Nacional para Difusão de Adubos – ANDA, Associação de Misturadores de Adubos do Brasil – AMA – Brasil, Associação Brasileira da Indústria Química - ABIQUIM), têxtil (Associação Brasileira da Indústria Têxtil – ABIT), alimentício (Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação – ABIA), bebidas (Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não - Alcoólicas – ABIR), petroquímico (Petrobrás), setor sucro–alcooleiro (União das Indústrias de Cana-de-Açúcar), setor energético (Associação Brasileira de Concessionárias de Energia Elétrica – ABCE), cimento (Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP), higiene (ABIHPEC – Associação Brasileira da Indústria da Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos) e alumínio (ABAL – Associação Brasileira do Alumínio).

Como um dos desdobramentos da reunião com a Rede de Recursos Hídricos da CNI, foram enviadas mensagens a todos estes setores, descrevendo o objetivo do estudo e anexando planilha autoexplicativa para reportar os coeficientes setoriais.

Na reunião específica com o setor de mineração, realizada na sede do IBRAM em Brasília, foram representadas as seguintes empresas: ANGLOGOLD ASHANTI, VALE, FERROUS, GERDAU, SRK, CSN, YAMANA GOLD, V&M e VOTORANTIM além de representantes do IBRAM, CNI, Funarbe/UFV e SRHU/MMA.

Esta etapa do trabalho demandou grande envolvimento de toda a equipe técnica do projeto, tendo sido realizados contatos diretos com instituições envolvidas com o uso da água no setor industrial (CNI, FIESP, FIRJAM, FIEMG, entre outras.), além de órgãos gestores estaduais responsáveis por licenciamentos e outorgas, para coleta de dados e realização de entrevistas de forma a obter informações adicionais para auxiliar na elaboração de matriz de coeficientes técnicos que reflita a realidade do uso da água na indústria brasileira. A atuação da Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do MMA foi fundamental para a viabilização das reuniões com os setores usuários da água, particularmente a CNI.

b) Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0)

Objetivando definir as tipologias utilizadas para o enquadramento das indústrias adotou-se a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0), a qual utiliza um critério mundialmente usado para classificação das tipologias industriais, possibilitando o ordenamento das unidades produtivas segundo a sua principal atividade econômica, sendo esta entendida como a combinação de recursos, mão-de-obra, capital, matérias primas e serviços, associada a um processo produtivo, que leva à produção de bens ou serviços.

No Brasil, a CNAE contempla a totalidade das atividades exercidas pelas unidades produtivas no país. Em nível mundial tem-se como referência a International Standard Industrial Classification (ISIC), recomendada pela ONU e adotada pelas Nações Unidas em 1948.

Segundo IBGE (2010), a CNAE é construída para organizar as informações das unidades produtivas e institucionais com o objetivo de padronizar os códigos de identificação destas, facilitando as estatísticas dos fenômenos derivados da sua

participação no processo econômico a partir do ordenamento que privilegia segmentos homogêneos quanto ao processo de produção e mercado.

Em 2007, a CNAE passou por revisão que resultou na versão 2.0, e teve por objetivo dotar o País de uma classificação de atividades econômicas atualizada com as mudanças na estrutura e composição da economia, uma vez que novos materiais, tecnologias e técnicas de produção foram adotados, alguns afetando a forma de operação das empresas e atividades. Novas atividades emergiram, trazendo a necessidade de refleti-las na classificação. A versão 2.0 substituiu a versão 1.0 da CNAE.

Com esta revisão, a estrutura hierárquica da CNAE 2.0 incorpora o detalhamento das subclasses, passando a ser definida em cinco níveis: seções, divisões, grupos, classes e subclasses. O quinto nível hierárquico, as subclasses, são utilizadas como detalhamento para uso específico da Administração Pública, que sobrepõe-se aos critérios de definição das categorias de uma classificação de atividades econômicas para fins estatísticos (IBGE, 2010).

A CNAE é, portanto, utilizada para classificar as unidades de produção, de acordo com as atividades que desenvolvem, em categorias definidas como segmentos homogêneos principalmente quando a similaridade de funções produtivas (insumos, tecnologia, processos) e, em alguns casos, quanto às características dos bens e serviços ou, ainda, quanto à finalidade de uso dos bens e serviços. É, portanto, uma classificação por tipo de atividade econômica e não uma classificação de produtos, bens e serviços. São distintos os enfoques destas classificações, ainda que relacionados, estando referidos às duas dimensões de representação do processo produtivo: a das atividades econômicas, sob o foco das unidades de produção; e a de produtos, evidenciando os fluxos de entradas (bens e serviços usados como insumos) e saídas (bens e serviços produzidos) do processo produtivo, bem como o uso como consumo final ou intermediário, para a formação de capital ou para o mercado externo.

O ordenamento das atividades econômicas para finalidade do trabalho envolve duas grandes seções da CNAE (2.0): seção B - Indústrias Extrativistas e seção C - Indústrias de Transformação. Cada seção é subdividida em diferentes divisões, as divisões em grupos e os grupos em classes. Na Tabela 9 é apresentada a estrutura da CNAE 2.0 para a seção C e para a divisão 16, a título de exemplificação.

Tabela 9. Estrutura da CNAE 2.0 para seção C e divisão 16.

Seção	Divisão	Grupo	Classe	Descrição
C				Indústrias de Transformação
	16			Fabricação de Produtos de Madeira
		16.1		Desdobramento de madeira
			16.10-2	Desdobramento de madeira
		16.2		Fabricação de produtos de madeira, cortiça e material trançado, exceto móveis
			16.21-8	Fabricação de madeira laminada e de chapas de madeira compensada, prensada, e aglomerada
			16.22-6	Fabricação de estruturas de madeira e de artigos de carpintaria para construção
			16.23-4	Fabricação de artefatos de tanoaria e de embalagens de madeira
			16.29-3	Fabricação de artefatos de madeira, palha, cortiça, vime e material trançado não-especificados anteriormente, exceto móveis

De posse do número do CNPJ da empresa foi possível acessar o registro de situação cadastral de pessoa jurídica, no site da receita federal do Brasil, obtendo a tipologia de atividade econômica na qual a empresa se enquadra, sendo este o principal procedimento para identificação da tipologia da empresa. Ressalta-se que no caso de alguns dados setoriais, estes ajustes e classificações foram feitos pelas respectivas associações.

c) Estruturação e Preenchimento do Banco de Dados

Com o intuito de organizar as informações obtidas durante o levantamento de dados, foi estruturado um banco de dados utilizando o software Excel, com campos referentes ao nome da indústria, tipologia a qual pertence, localização (endereço), quantidade produzida, vazão de retirada e efluente, coeficiente de vazão de retirada e efluente por unidade produzida, calculado ou fornecido, fonte dos dados, entre outras, permitindo dessa forma identificar os arquivos separadamente. Incluiu-se, também, campo especifico para observações, no qual foram acrescentados aspectos referentes à porcentagem de recirculação de água, fontes de abastecimento, entre outras informações, facilitando a análise crítica dos valores apresentados para fins de composição da matriz.

A estrutura do banco de dados permitiu classificar as informações de acordo com vários critérios como: por tipologia, por Estado ou pelos próprios coeficientes, facilitando, desta forma, a análise dos dados em conjunto.

d) Compilação das informações levantadas

As informações obtidas foram analisadas, por tipologia de atividade econômica, para consistência e validação dos dados coletados, assim como feita uma comparação com as referências da ANA (2002) e do Integrated Pollution Prevention and Control – IPPC (IPTS, 2009), de forma a comparar os dados brasileiros com as referências internacionais.

Tendo em vista que não havia informações para todas as tipologias de atividades econômicas e considerando os segmentos industriais nos quais existiam lacunas, ou seja, para aqueles em que não foram encontrados valores referentes ao uso da água no Brasil, foi avaliada a possibilidade de utilizar dados disponíveis nas metodologias anteriores.

A metodologia proposta por ANA (2002) teve como objetivo criar um amplo cadastro sobre o uso e requerimento de outorga da água e instituir a cobrança pelo uso da água na Bacia do Paraíba do Sul, orientando e auxiliando na estimativa do uso da água na indústria, sendo baseada em dados secundários da atividade produtiva industrial (produção industrial, quantidade de empregados, tipologia, etc) e das atividades extrativas, a serem utilizados quando não houver dados reais das vazões de retirada e efluentes.

Nesta metodologia, o volume de água consumido é definido como 20% do volume específico de captação, ou seja, 25% do volume específico efluente para as indústrias em geral, obtido com base no programa DSS/IPC - *Decision Support System/Integrated*

Pollution Control (World Bank, 1999). Ressalta-se, porém, que não há fonte ou qualquer citação que justifique consumo industrial equivalente a 20% do total captado.

Já na metodologia do IPPC produziram-se documentos de referência sobre as melhores técnicas disponíveis nas indústrias, considerando ampla base de dados proveniente de indústrias européias, chamados BREFs (*Best Available Technique Reference*), que são utilizados pelas autoridades competentes nos Estados membros da Comunidade Comum Européia para fins de monitoramento e funcionamento das instalações que representem significativo potencial de poluição.

Das pesquisas realizadas chegou-se a um total de empresas e/ou associações de empresas analisadas de 3.786, sendo que deste número, 3.631 (95,9% do total) não possuíam dados ou não se enquadravam nas tipologias de interesse do estudo.

Foram obtidos dados de mais 155 indústrias e/ou associações de indústrias, porém, nem sempre foram encontrados dados dos coeficientes de retirada e retorno, sendo em que alguns casos foi disponibilizado apenas um deles.

Do total de informações cadastradas, 74 (47,7%) foram obtidas a partir dos relatórios de sustentabilidade e relatórios anuais das empresas e/ou das associações ou diretamente no site de cada empresa. O restante foi extraído de estudos de caso e por contato direto com as indústrias.

É importante destacar que para algumas tipologias, embora não se tenham dados específicos por classe, está disponível o dado no nível de divisão ou grupo. Isto acontece para os seguintes grupos: Indústria química, siderurgia e mineração. Nestes casos, o coeficiente foi expresso por grupo e não por classe.

Na Tabela 10 estão apresentados os valores de vazões de retirada, consumo e retorno, obtidos na etapa inicial do trabalho, assim como a tipologia na qual a indústria ou associação foi enquadrada e algumas observações e justificativas que expliquem as diferenças dos dados.

Inseriu-se, também, na Tabela 10, os valores de vazões de retirada, consumo e de efluente apresentadas nas referências da ANA (2002), enquadradas até o nível de classe, e do *Integrated Pollution Prevention and Control* – IPPC (IPTS, 2009), para fins de comparação com os dados coletados nas empresas brasileiras.

Tabela 10. Valores dos coeficientes de retirada, efluente e consumo para diversas tipologias de atividades econômicas do setor industrial.

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Seção:	**B - INDÚSTRIAS EXTRATIVISTAS**				
Divisão	07 - EXTRAÇÃO DE MINERAIS METÁLICOS				
	- IBRAM (1)	m^3/ton	0,40 - 20,00		

(1) - Fonte: Relatório do IBRAM (A Gestão de Recursos Hídricos e a Mineração, 2006). Como já mencionado, a água é imprescindível para a maioria das operações do processamento mineral. É usada, em todas as etapas, nas usinas de beneficiamento de minério que empregam processos de separação a úmido (gravítica, magnética, flotação, floculação, aglomeração esférica, lixiviação e outros). Ademais, nas usinas modernas de beneficiamento exigem-se, cada vez mais, água com melhor qualidade e nas proporções água/minério variando de 0,4 a 20 m^3/t. Este dado foi enquadrado na divisão, mas o dado se refere ao beneficiamento de minério, porém não foi especificado qual é o minério.

Grupo	071 - EXTRAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Classe	0710-3 - EXTRAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO				
Subclasse	0710-3/01 - EXTRAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO				
	- COMPANHIA VALE DO RIO DOCE (1)	m^3/ton	0,97	0,33	0,64
	- USIMINAS MINERAÇÃO(2)	m^3/ton	0,63*		
	- V&M MINERAÇÃO(3)	m^3/ton	0,77		
	- ANA 2002 (4)	m^3/ton produzida	6,25	5,00	1,25

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.

(1)- Fonte: Relatório de Sustentabilidade (2008). A Vale foi enquadrada na tipologia de extração de minério de ferro uma vez que os dados disponíveis no relatório de sustentabilidade foram para a produção de diversos produtos como o manganês, cobre, bauxita entre outros, porém a maior parte da produção (85%) é referente a extração de minério de ferro.

(2)- Fonte: Relatório Anual (2008). A atividade siderúrgica necessita de um grande volume de água para o resfriamento de equipamentos e produtos, com grandes perdas por evaporação. A Usiminas busca reduzir seu consumo de água por meio da recirculação e da otimização do uso. Graças aos seus 20 centros de recirculação, o índice médio de água reaproveitada em suas unidades chegou a 93% em 2008. A Usiminas é o maior e mais moderno complexo siderúrgico de aços planos da América Latina. É formada por 13 empresas que atuam em mineração, siderurgia, produção de bens de capital, logística, soluções e serviços, alcançando de forma verticalizada toda a cadeia do aço. Em resumo, extrai o minério, transforma-o em aço da melhor qualidade, beneficia o produto de acordo com as especificações dos clientes, oferece transporte por via rodoviária, ferroviária ou marítima e, se necessário, entrega bens acabados, como equipamentos e estruturas metálicas de grande porte. A principal unidade produtiva de mineração da USIMINAS está localizada em Pouso Alegre – MG, sendo que as três minas do negócio de mineração captaram, em 2008, 2.413.861,30 m^3 de água. A produção de minério de ferro foi de 3816000 toneladas em 2008.

(3)– Fonte: Relatório de Sustentabilidade (2008). A empresa é divida em três segmentos sendo estes: V&M Brasil, V&M Florestal e V&M. A V & Mineração dedica-se à produção do minério de ferro que abastece a Usina Barreiro para a fabricação do gusa. A Empresa opera a Mina Pau Branco, no município de Brumadinho, na Região Metropolitana de Belo Horizonte. O minério extraído está entre os de maior teor de ferro do mundo. Todo o processo de produção segue rígidos controles ambientais que prevêem a reabilitação das áreas alteradas. A V & M MINERAÇÂO possui outorga para captação de água em duas fontes distintas: no Córrego Fundo, por meio de bombeamento da água superficial, e a outra no lençol freático, através de poços de rebaixamento. Do total de água utilizada pela Empresa, 85% é recirculada.

(4)– Extração de minério de ferro/ Mineração de carvão incluindo lavagem.

Tabela 10. Continuação...

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Subclasse	0710-3/02 - PELOTIZAÇÃO, SINTERIZAÇÃO E OUTROS BENEFICIAMENTOS DE MINÉRIO DE FERRO				
	- COMPANHIA VALE DO RIO DOCE - UNIDADE CARAJÁS(1)	m^3/ton de ferro beneficiado	0,284*		
	- SAMARCO MINERAÇÃO S.A.(2)	m^3/TMSc	1,68		
	- ANA 2002 (3)	m³/ton produzida	6,25	5,00	1,25

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.

(1) - Fonte: Relatório do IBRAM (A Gestão de Recursos Hídricos e a Mineração, 2006). O Projeto Ferro Carajás é um sistema integrado de mina, ferrovia e porto da CVRD. Compreende o desenvolvimento de minas a céu aberto e um complexo de processamento industrial, ambos localizados na Floresta Nacional de Carajás, município de Parauapebas, a 550 km a sudoeste de Belém, no Estado do Pará. O processo de beneficiamento consiste basicamente das operações de britagem, classificação, desaguamento, moagem e filtragem. Os produtos obtidos são transportados através da Estrada de Ferro Carajás até o Terminal Marítimo de Ponta da Madeira. Esse sistema inclui a Estrada de Ferro Carajás, com 892 km de extensão, que liga a mina ao terminal marítimo de Ponta da Madeira, a 9 km a sudoeste de São Luís, Maranhão. A água utilizada para as operações de beneficiamento e abastecimento humano nas Minas de Ferro de Carajás provém de fontes superficiais e subterrâneas. Dentre as ações identificadas, as mais relevantes são a recirculação de água nas bacias de contenção, a segregação das redes coletoras de efluentes sanitários, industriais e águas pluviais para melhorar a eficiência dos sistemas de tratamento, o monitoramento da qualidade e da quantidade de água distribuída, o treinamento dos profissionais e a disseminação do conhecimento de novas tecnologias ou processos que reduzam o consumo de água nas unidades operacionais. Dado de 2004.

(2) - Fonte: Relatório do IBRAM (A Gestão de Recursos Hídricos e a Mineração, 2006). Os dados da Samarco se referem à unidade de Germano (em Mariana e Ouro Preto), onde é feito a extração e beneficiamento do minério de ferro, onde se localizam as minas de Alegria. Através de um mineroduto (396 km, importante quando as distâncias são grandes e o processamento é feito via úmida) a produção é transportada a unidade Ubu (Anchieta-ES), permitindo que seja transportado uma polpa com 70,38% de sólidos. Nesta unidade, estão localizadas as plantas de pelotização e o porto. A água é captada em duas fontes: rio Piracicaba (água nova) e a barragem de Santarém. Outra captação também é feita no rio Matipó para utilização na Estação de Bombas II, no km 154 do mineroduto. O minério extraído das minas da Samarco é composto de primordialmente, por partículas de quartzo e de hematita. As partículas de quartzo são indesejáveis nos processos siderúrgicos subseqüentes e, portanto, o minério deve ser processado para que ocorra a remoção desse material. Esse processamento é feito na planta de beneficiamento (Germano), no qual ocorre a redução do tamanho das partículas de minério e a separação do quartzo. Desse processo, resultam dois produtos: um concentrado, que é transportado via mineroduto para a Unidade de Ponta Ubu, e o rejeito, que é depositado na Barragem de Germano. Dentre as ações de gerenciamento do consumo de recursos hídricos implementadas em Germano, o aumento do percentual de sólidos da polpa bombeada pelo mineroduto está diretamente relacionada à diminuição da captação de água no rio Piracicaba. Isso porque, em comparação com as perdas no processo e aos usos consuntivos da água pela empresa, o transporte do concentrado representa a maior parcela de saída daquele recurso da unidade. A diminuição do percentual de água na polpa representa uma menor saída de água do processo de beneficiamento e, conseqüentemente, uma menor necessidade de entrada de água nova. A concentração do minério de ferro é realizada por via úmida, na qual a água é utilizada nas etapas de moagem do minério, separação do rejeito arenoso (flotação), classificação das partículas do material sendo beneficiado (ciclonagem) e preparação da polpa de concentrado nos espessadores, a polpa de concentrado – produto final da etapa de beneficiamento do minério – é enviada para tanques e bombeada para Ubu. A justificativa que se tem a respeito do coeficiente maior nesta unidade em comparação as outras empresas é a utilização de minerodutos para o transporte utilizando com isso uma maior quantidade de água, comparada com o transporte feito por ferrovias. Observando também que a unidade utilizada é diferente das outras empresas, sendo esta definida como tonelada de concentrado de minério de ferro produzido.

(3) - Extração de minério de ferro/ Mineração de carvão incluindo lavagem.

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Grupo	072 - EXTRAÇÃO DE MINERAIS METÁLICOS NÃO-FERROSOS				
Classe	0724-3 - EXTRAÇÃO DE MINÉRIO DE METAIS PRECIOSOS				
Subclasse	0724-3/01 - EXTRAÇÃO DE MINÉRIO DE METAIS PRECIOSOS				
	- RIO PARACATU MINERAÇÃO S.A. (1)	m^3/ton de minério de ouro	2,00		
	- ANA 2002 (2)	m³/ton produzida	6,25	5,00	1,25

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.

(1) - Fonte: Relatório do IBRAM (A Gestão de Recursos Hídricos e a Mineração, 2006). O único efluente da barragem é proveniente dos drenos. Sabe-se também que 78% da água consumida é advinda da reutilização da água da barragem. A água reciclada dos espessadores representa 4% e a reciclada dos tanques de minas 10% do consumo total da RPM. Temos que 8% é retirada dos ribeirões á jusante da barragem de rejeitos.

(2) - Extração de minério de metais preciosos/Mineração de carvão incluindo lavagem.

Tabela 10. Continuação...

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Classe	0729-4 - EXTRAÇÃO DE MINERAIS METÁLICOS NÃO-FERROSOS NÃO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE				
Subclasse	0729-4/05 - BENEFICIAMENTO DE MINÉRIOS DE COBRE, CHUMBO, ZINCO E OUTROS MINERAIS METÁLICOS NÃO-FERROSOS NÃO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE				
	- COMPANHIA VALE DO RIO DOCE (1)	m^3/ton de cobre	33,00		
	- ANA 2002 (2)	m³/ton produzida	6,25	5,00	1,25

(1) - Fonte: Relatório do IBRAM (A Gestão de Recursos Hídricos e a Mineração, 2006). Ressalta-se que os valores apresentados podem variar de acordo com o tipo de processo de beneficiamento e o teor de concentração natural do minério.
(2) – Extração de outros minerais metálicos não-ferrosos/ Mineração de carvão incluindo lavagem.

Divisão	08 - EXTRAÇÃO DE MINERAIS NÃO-METÁLICOS	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Grupo	081 - EXTRAÇÃO DE PEDRA, AREIA E ARGILA	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Classe	0810-0 - EXTRAÇÃO DE PEDRA, AREIA E ARGILA				
Subclasse	0810-0/99 - EXTRAÇÃO E BRITAMENTO DE PEDRAS E OUTROS MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO E BENEFICIAMENTO				
	- HOLCIM BRASIL S.A. (1)	m^3/ton de agregados	0,04*	0,0012*	0,039*
	- ANA 2002 (2)	m³/ton produzida	6,25	5,00	1,25

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
(1) - Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2007. A empresa atua em três segmentos: cimento, concreto e agregados. O impacto das operações de agregados sobre as alterações climáticas é limitado e está principalmente associado ao uso de combustíveis e ao consumo de energia. Na Divisão Agregados, a água é empregada principalmente para a umectação de estradas, abatimento de poeira do processo e lavagem de equipamentos. As unidades têm controle de todas as emissões de efluentes líquidos, inclusive com sistema de separação de água e óleo e de decantação de sólidos, para que a saída desses efluentes esteja dentro de padrões regulamentares. Cerca de 93% da água é utilizada na umectação das vias internas e no abatimento de poeira do processo. O restante é usado na lavagem de equipamentos. O volume total descartado em 2007 foi de 2.682 m^3.
(2) - Extração de pedra, areia e argila/ Mineração de carvão incluindo lavagem.

Seção:	**C - INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO**	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Divisão	10 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS				
Grupo	101 - ABATE E FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE CARNE				
	- SADIA (1)	m³/ton	12,00		

(1) – Fonte: Relatório Anual 2008. Esta empresa foi enquadrada até o grupo, pois das classes presentes neste grupo as tipologias da empresa engloba a maioria, sendo o dado representativo, portanto do grupo todo.

Classe	1011-2 - ABATE DE RESES, EXCETO SUÍNOS	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Subclasse	1011-2/01 - FRIGORÍFICO - ABATE DE BOVINOS				
	- EMPRESA A (1)	m^3/animal abatido	1,00		
	- EMPRESA B (2)	m^3/animal abatido	0,50 - 2,50		
	- EMPRESA C (3)	m^3/animal abatido	0,70 - 1,00		
	- EMPRESA D (4)	m^3/animal abatido	3,90		
	- EMPRESA E (5)	m^3/animal abatido	1,00 - 3,00		

Tabela 10. Continuação...

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
	- ANA 2002 [7]	m^3/ton (animal vivo)	20,00	16,00	4,00
	- IPPC [8]	m³/ton de mat prima	1,60 - 9,00	1,60-9,00	

[1] - Fonte: CETESB (2006). Dado de 2003.
[2] - Fonte: CETESB (2006). Dado de 1993.
[3] - Fonte: CETESB (2006). Dado do ano 2000, pela Envirowise.
[4] – Fonte: CETESB (2006). Dado de 2004. Valor correspondente aos processos de abate, industrialização e graxaria de carne bovina.
[5] – Fonte: CETESB (2006). Dado de 1993. Valores correspondentes aos processos de abate e industrialização de carne bovina.
[7] – Abate de reses, preparação de produtos de carne/ Abatimento de gado, suíno e carneiro.
[8] – O efluente está em m³/ton de carcaça.
As diferenças entre os coeficientes pode ser justificada considerando que em alguns dos coeficientes o se referem a água utilizada no abate e no processamento da carne.

Subclasse	1012-1/03 - FRIGORÍFICO - ABATE DE SUÍNOS	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
	- FRIGORÍFICO MABELLA LTDA [1]	m^3/suíno	0,776	0,679	0,097
	- EMPRESA F [2]	m^3/suíno	0,40 – 1,20		
	- EMPRESA G [3]	m^3/suíno	0,16 – 0,23		
	- EMPRESA H [4]	m^3/suíno	0,50 – 1,50		
	- ANA 2002 [5]	m³/ton (animal vivo)	20,00	16,00	4,00
	- IPPC [6]	m³/ton de mat prima	1,60– 8,30	1,6- 8,3	

[1] – Fonte: KRIEGER, E. I. F. Avaliação do Consumo de Água, Racionalização do Uso e Reuso do Efluente Líquido de Um Frigorífico de Suínos na Busca da Sustentabilidade Socioambiental da Empresa. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2007. 130 f. Tese (Doutorado em Ciências, com ênfase em Ecologia) - Universidade federal do rio Grande do Sul, Porto Alegre. Esta empresa não forneceu o valor do efluente, mas faz referência, considerando que de 80 a 95% do que é captado se torna efluente, consideramos neste caso uma média (87,5%).
[2] - Fonte: CETESB (2006). Dado de 1993.
[3] – Fonte: CETESB (2006). Dado de 2000, pelo Envirowise.
[4] - Fonte: CETESB (2006). Dado de 1993. Valores correspondentes aos processos de abate e industrialização de carne de suínos.
[5] - Abate de reses, preparação de produtos da carne/ Abatimento de gado suíno e carneiro.
[6] - O efluente está em m³/ton de carcaça.

Grupo	103 - FABRICAÇÃO DE CONSERVAS DE FRUTAS, LEGUMES E OUTROS VEGETAIS				
Classe	1031-7 - FABRICAÇÃO DE CONSERVAS DE FRUTAS				
Subclasse	1031-7/00 - FABRICAÇÃO DE CONSERVAS DE FRUTAS				
	- UNILEVER BRASIL LTDA [1]	m³/ton	1,858		
	- ANA 2002 [2]	m³/ton de produto bruto	18,75	15,00	3,75
	- IPPC [3]	m³/ton de mat prima	2,5 - 4		
	- IPPC [4]	m³/ton	130 - 180	60 – 80	70 - 100
	- IPPC [5]	m³/ton	35,0 - 40,0	6,0 - 8,8	29 - 31,2
	- IPPC [6]	m³/ton	6,00		

[1] - Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2008. Coeficiente fornecido para todas as tipologias da empresa.
[2] - Processamento, preservação e produção de conservas de frutas/ Processamento de frutas.
[3] - Frutas enlatadas [4] - Extrato de tomate [5] - Envase do tomate, descascado ou picado [6] – Geléia

Tabela 10. Continuação...

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Grupo	104 - FABRICAÇÃO DE ÓLEOS E GORDURAS VEGETAIS E ANIMAIS				
Classe	1043-1 - FABRICAÇÃO DE MARGARINA E OUTRAS GORDURAS VEGETAIS E DE ÓLEOS NÃO-COMESTÍVEIS DE ANIMAIS				
Subclasse	1043-1/00 - FABRICAÇÃO DE MARGARINA E OUTRAS GORDURAS VEGETAIS E DE ÓLEOS NÃO-COMESTÍVEIS DE ANIMAIS				
	- UNILEVER BRASIL LTDA (1)	m³/ton	1,858		
	- ANA 2002 (2)	m³/ton	25,00	20,00	5,00

(1) - Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2008. Coeficiente fornecido para todas as tipologias da empresa.
(2) – Preparação de margarina e outras gorduras vegetais e de óleos de origem animal não comestíveis/ Fabricação de produtos alimentícios em geral.

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Grupo	105 - LATICÍNIOS				
	- NESTLÉ (1)	m³/ton	4,72	3,02	1,70

(2) - Fonte: site da empresa (2009). Esta empresa foi enquadrada até o grupo, pois das classes presentes neste grupo, as tipologias da empresa engloba a maioria, sendo o dado representativo, portanto do grupo todo.

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Classe	1052-0 - FABRICAÇÃO DE LATICÍNIOS				
Subclasse	1052-0/00 - FABRICAÇÃO DE LATICÍNIOS				
	- EMPRESA I (1)	m^3/ton de leite	1,00- 6,00	3,00- 5,00	
	- ANA 2002 (2)	m^3/ton	22,10	17,68	4,42
	- IPPC (3)	m^3/m^3 de matéria prima	1,00 - 4,00	3,00	
	- IPPC (4)	m^3/m^3 de matéria prima	1,20 - 3,80	4,00	
	- IPPC (5)	m^3/m^3 de matéria prima	0,70 - 6,30	5,00	

(1) – Fonte: CETESB (2006).
(2) – Fabricação de produtos do laticínio/ Leite e produtos derivados.
(3) – Este dado é para a classe 1052- 0 e foi considerado neste caso para esta subclasse por estar dentro da classe referente ao dado. O coeficiente de retirada refere-se a leite e iogurte. O coeficiente de efluente refere-se a leite processado (L/kg).
(4) - O coeficiente de retirada refere-se a queijo e soro. O coeficiente de efluente refere-se a leite processado (L/Kg).
(5) - Produtos: leite em pó, queijos e outros produtos líquidos. Efluente em L/Kg.

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Classe	1053-8 - FABRICAÇÃO DE SORVETES E OUTROS GELADOS COMESTÍVEIS				
Subclasse	1053-8/00 - FABRICAÇÃO DE SORVETES E OUTROS GELADOS COMESTÍVEIS				
	- UNILEVER BRASIL LTDA (1)	m³/ton	1,858		
	- ANA 2002 (2)	m³/ton	22,10	17,68	4,42

(1) - Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2008. Coeficiente fornecido para todas as tipologias da empresa.
(2) – Fabricação de sorvetes/ Leite e produtos derivados.

Tabela 10. Continuação...

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Grupo	106 - MOAGEM, FABRICAÇÃO DE PRODUTOS AMILÁCEOS E DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS				
Classe	1066-0 - FABRICAÇÃO DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS				
Subclasse	1066-0/00 - FABRICAÇÃO DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS				
	- ITAMBÉ (1)	m^3/ton	0,12*		
	- SADIA (2)	m^3/ton	12,00		
	- ANA 2002 (3)	m^3/ton	25,00	20,00	5,00

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
(1) – Dado fornecido pela indústria (2010).
(2) – Fonte: Relatório Anual 2008.
(3) – Fabricação de rações balanceadas para animais/ Fabricação de produtos alimentícios em geral.

Classe	1069-4 - MOAGEM E FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE ORIGEM VEGETAL NÃO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE				
Subclasse	1069-4/00 - MOAGEM E FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE ORIGEM VEGETAL NÃO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE				
	- NESTLÈ (1)	m^3/ton	4,72	3,02	1,70
	- ANA 2002 (2)	m^3/ton	25,00	20,00	5,00

(1) – Fonte: site da empresa (2009).
(2) – Beneficiamento, moagem e preparação de outros alimentos de origem vegetal / Fabricação de produtos alimentícios em geral.

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Grupo	107 - FABRICAÇÃO E REFINO DE AÇÚCAR				
Classe	1071-6 - FABRICAÇÃO DE AÇÚCAR EM BRUTO				
Subclasse	1071-6/00 - FABRICAÇÃO DE AÇÚCAR EM BRUTO				
	- UNIÃO DAS INDÚSTRIAS DE CANA-DE-AÇUÇAR (1)	m^3/ton de cana processada	2,00	0 – 2,00	0 – 2,00
	- UNIÃO DAS INDÚSTRIAS DE CANA-DE-AÇUÇAR (2)	m^3/ton	10,0 – 25,0		
	- UNIÃO DAS INDÚSTRIAS DE CANA-DE-AÇUÇAR (3)	m^3/ton	16,70		
	- ANA 2002 (4)	m^3/ton	32,50	26,00	6,50

(1) – Fonte: Dado enviado pela empresa (2010). Uso no processo: 22 m^3/t.cana e um índice de reuso de 90% para as suas necessidades do processo industrial de transformação de açúcar e etanol. São números médios que podem variar muito conforme a Usina (localização e grau de reúso de água).
(2) - Fonte: Dado enviado pela empresa (2010). Para uma situação média no setor capta-se 20 m^3/t.produto. Práticas de reuso e condições de otimização tendem a levar a captação a 1 m^3/t.cana. São números médios que podem variar muito conforme a Usina (localização e grau de reúso de água). Dado considerado para o caso de produção tanto de açúcar quanto etanol.
(3) - Fonte: Dado enviado pela empresa (2010). Como o dado de captação é de 2 m^3/t.cana para a produção só de açúcar, dada uma produtividade de 120 kg/t.cana. São números médios que podem variar muito conforme a Usina (localização e grau de reúso de água). Dado considerando apenas a produção de açúcar.
(4) - Usinas de açúcar/ Fabricação e refino de açúcar de cana.

Tabela 10. Continuação...

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Grupo	109 - FABRICAÇÃO DE OUTROS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS				
Classe	1091-1 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO				
Subclasse	1091-1/00 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO				
	- UNILEVER BRASIL LTDA (1)	m³/ton	1,858		
	- ANA 2002 (2)	m³/ton	25,00	20,00	5,00

(1) - Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2008. Coeficiente fornecido para todas as tipologias da empresa.
(2) – Fabricação de produtos de padaria, confeitaria e pastelaria/ Fabricação de produtos alimentícios em geral.

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Classe	1092-9 - FABRICAÇÃO DE BISCOITOS E BOLACHAS				
Subclasse	1092-9/00 - FABRICAÇÃO DE BISCOITOS E BOLACHAS				
	- NESTLÉ (1)	m^3/ton	4,72	3,02	1,70
	- ANA 2002 (2)	m^3/ton	25,00	20,00	5,00

(1) – Fonte: site da empresa (2009).
(2) – Fabricação De biscoitos e bolachas/ Fabricação de produtos alimentícios em geral.

Classe	1093-7 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DERIVADOS DO CACAU, DE CHOCOLATES E CONFEITOS				
Subclasse	1093-7/01 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DERIVADOS DO CACAU E DE CHOCOLATES				
	- NESTLÉ (1)	m^3/ton	4,72	3,02	1,70
	- ANA 2002 (2)	m^3/ton	25,00	20,00	5,00

(1) – Fonte: site da empresa (2009).
(2) – Produção de derivados do cacau e elaboração de chocolates, balas e gomas de mascar/ Fabricação de produtos alimentícios em geral.

Classe	1099-6 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS NÃO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE				
Subclasse	1099-6/99 - FABRICAÇÃO DE OUTROS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS NÃO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE				
	- NESTLÉ (1)	m^3/ton	4,72	3,02	1,70
	- ANA 2002 (2)	m³/ton	25,00	20,00	5,00

(1) - Fonte: site da empresa (2009).
(2) - Fabricação de outros produtos alimentícios em geral/Fabricação de produtos alimentícios em geral.

Tabela 10. Continuação...

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Divisão	11 - FABRICAÇÃO DE BEBIDAS				
	- PRIMO SCHINCARIOL IND DE CERV E REFRIG DO NORDESTE S/A [1]	m^3/m^3	3,2 – 3,90		

[1] – Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2006. Unidade de Igrejinha: produção tanto de refrigerante quanto de cerveja.

Classe	1113-5 - FABRICAÇÃO DE MALTE, CERVEJAS E CHOPES	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Subclasse	1113-5/02 - FABRICAÇÃO DE CERVEJAS E CHOPES				
	- AMBEV [1]	m^3/m^3	4,19		
	- KAISER [2]	m^3/m^3	5,42*	4,25*	1,16*
	- PRIMO SCHINCARIOL IND. DE CERV E REFRIG DO NORDESTE S/A [3]	m^3/m^3			2,00
	- EMPRESA J [4]	m^3/m^3	4,00-7,00	3,00-6,00	
	- EMPRESA K [5]	m^3/m^3	5,00-13,00		
	- EMPRESA L [6]	m^3/m^3			4,0 – 7,0
	- EMPRESA M [7]	m^3/m^3	3,7 – 8,0	3,0 – 5,0	
	- ANA 2002 [8]	m^3/m^3	6,40	5,40	1,00
	- ANA 2002 [9]	m^3/m^3	12,00	11,00	1,00
	- IPPC [10]	m^3/m^3			
	- IPPC [11]	m^3/m^3			

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
[1] - Fonte: Relatório de Sustentabilidade (2007).
[2] – Fonte: Dado enviado pela indústria (2009).
[3] - Fonte: Relatório de Sustentabilidade (2006).
[4] - Fonte: CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Cervejas e Refrigerantes - P+L. Secretaria do Meio Ambiente. Governo do Estado de São Paulo (2005). Levantamento realizado junto às grandes cervejarias instaladas no Estado de São Paulo.
[5] - Fonte: Caderno Setorial de Recursos Hídricos: Indústria e Turismo. Ministério do Meio Ambiente; Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília: MMA, 2006. 80p
[6] - Fonte: CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Cervejas e Refrigerantes - P+L. Secretaria do Meio Ambiente.Governo do Estado de São Paulo (2005)
[7] - Fonte: CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Cervejas e Refrigerantes - P+L. Secretaria do Meio Ambiente.Governo do Estado de São Paulo (2005)
[8] - Fabricação de malte, cervejas e chopes/Fabrica nova e grande.
[9] - Fabricação de malte, cervejas e chopes/Fabrica antiga e grande.
[10] - Fabricação de cerveja.
[11] - Dados medidos em uma empresa européia (cervejaria).

Grupo	112 - FABRICAÇÃO DE BEBIDAS NÃO-ALCOÓLICAS	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
	- COCA-COLA BRASIL [1]	m^3/m^3	2,10		

[1] – Fonte: Site da empresa (2009). Optou-se pela classificação desta empresa até o grupo, pois ela engloba as duas classes do grupo em questão.

Tabela 10. Continuação...

Subclasse	1122-4/01 - FABRICAÇÃO DE REFRIGERANTES	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
	- AMBEV [1]	m^3/m^3	1,63 -1,83		
	- VOMPAR [2]	m^3/m^3	1,65 -1,75		
	- EMPRESA N [3]	m^3/m^3	2,30- 6,10	4,00	
	- EMPRESA O [4]	m^3/m^3	2,3 – 6,1	0,51-1,34	1,79-4,76
	- ANA 2002 [5]	m^3/m^3	13,80	12,80	1,00
	- IPPC [6]	m^3/m^3	6,00-14,00	0,80-0,60	
Divisão	13 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS TÊXTEIS				
	- EMPRESA P [1]	m^3/ton de tecido	160-680		

[1] – Fonte: Caderno Setorial de Recursos Hídricos: Indústria e Turismo. Ministério do Meio Ambiente; Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília: MMA, 2006. 80p.

Grupo	133 - FABRICAÇÃO DE TECIDOS DE MALHA	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Classe	1330-8 - FABRICAÇÃO DE TECIDOS DE MALHA				
Subclasse	1330-8/00 - FABRICAÇÃO DE TECIDOS DE MALHA				
	- EMPRESA Q [1]	m^3/ton de produto	100 - 200		

[1] - Fonte: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental VI – 016. 19o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental 2317
ESTUDO DE CASO: A QUESTÃO AMBIENTAL DENTRO DA INDÚSTRIA TÊXTIL DE SANTA CATARINA.

Grupo	134 - ACABAMENTOS EM FIOS, TECIDOS E ARTEFATOS TÊXTEIS	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Classe	1340-5 - ACABAMENTOS EM FIOS, TECIDOS E ARTEFATOS TÊXTEIS				
Subclasse	1340-5/02 - ALVEJAMENTO, TINGIMENTO E TORÇÃO EM FIOS, TECIDOS, ARTEFATOS TÊXTEIS E PEÇAS DO VESTUÁRIO				
	- EMPRESA S [1]	m^3/ton de malha beneficiada	150,00		
	- EMPRESA BB [2]	m^3/peça	0,08 – 0,10		
	- EMPRESA CC [3]	m^3/peça	0,01 – 0,02		

[1] - Fonte: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental VI – 016. 19o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental 2317
ESTUDO DE CASO: A QUESTÃO AMBIENTAL DENTRO DA INDÚSTRIA TÊXTIL DE SANTA CATARINA. Tinturaria na América Latina.
[2] – Dado de 2009.
[3] – Dado de 2009. Utilizando sistema de ozônio (*Desbot clean*).

Tabela 10. Continuação...

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Divisão	15 - PREPARAÇÃO DE COUROS E FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE COURO, ARTIGOS PARA VIAGEM E CALÇADOS				
Grupo	151 - CURTIMENTO E OUTRAS PREPARAÇÕES DE COURO				
Classe	1510-6 - CURTIMENTO E OUTRAS PREPARAÇÕES DE COURO				
Subclasse	1510-6/00 - CURTIMENTO E OUTRAS PREPARAÇÕES DE COURO				
	- EMPRESA R (1)	m^3/ton de couro bovino salgado	15,00 - 40,00	15,00-40,00	
	- EMPRESA S (2)	m^3/pele processada	1,00		
	- EMPRESA T (3)	m^3/pele processada	0,47*		
	- EMPRESA U (4)	m^3/m^2 de couro	0,07*		
	- EMPRESA V (5)	m^3/pele processada	0,80 – 1,00		
	- IPPC (6)	m³/ton de mat prima	12,00 – 30,00		
	- IPPC (7)	m³/ton de mat prima	70,00 – 80,00		

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
(1) – Fonte: – Fonte: CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Cervejas e Refrigerantes - P+L. Secretaria do Meio Ambiente. Governo do Estado de São Paulo.
(2) – Fonte: PEREIRA, G. C. Análise preliminar de indústrias do setor coureiro do vale do rio dos Sinos em relação ao gerenciamento ambiental: Estudo de caso em indústrias exportadoras. Porto Alegre, RS: UFRGS, 1997. 164 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Considerando que cada pele pesa, aproximadamente, 25kg, é possível fazer a conversão do coeficiente para m³/ton de couro. Desse modo, o valor obtido é 40 m³/t.
(3) – Fonte: Idem 2.
(4) - Fonte: Idem 2.
(5) - Fonte: Idem 2.
(6) – Couro bovino.
(7) – Couro de ovelha.

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Grupo	153 - FABRICAÇÃO DE CALÇADOS				
Classe	1539-4 - FABRICAÇÃO DE CALÇADOS DE MATERIAIS NÃO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE				
Subclasse	1539-4/00 - FABRICAÇÃO DE CALÇADOS DE MATERIAIS NÃO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE				
	- INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE CALÇADOS LOGUS LTDA (1)	m^3/pares de tênis	0,0021*		

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
(1) – Fonte: PARECER ÚNICO SUPRAM -ASF. PROTOCOLO Nº 614366/2009.

Grupo	154 - FABRICAÇÃO DE PARTES PARA CALÇADOS, DE QUALQUER MATERIAL				
Classe	1540-8 - FABRICAÇÃO DE PARTES PARA CALÇADOS, DE QUALQUER MATERIAL				
Subclasse	1540-8/00 - FABRICAÇÃO DE PARTES PARA CALÇADOS, DE QUALQUER MATERIAL				
	- INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE CALÇADOS WANZA LTDA (1)	m^3/pares de tênis	0,0038*		

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
(1) – Fonte: PARECER ÚNICO SUPRAM -ASF PROTOCOLO Nº 614378/2009.

Tabela 10. Continuação...

Divisão	16 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MADEIRA	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Grupo	162 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MADEIRA, CORTIÇA E MATERIAL TRANÇADO, EXCETO MÓVEIS				
Classe	1621-8 - FABRICAÇÃO DE MADEIRA LAMINADA E DE CHAPAS DE MADEIRA COMPENSADA, PRENSADA E AGLOMERADA				
Subclasse	1621-8/00 - FABRICAÇÃO DE MADEIRA LAMINADA E DE CHAPAS DE MADEIRA COMPENSADA, PRENSADA E AGLOMERADA				
	- DURATEX S.A (MADEIRA) (1)	m^3/m^3	3,20	2,36*	0,84*
	- ANA 2002 (2)	$m^3/1000\ m^2$	5,13	4,10	1,025
	- ANA 2002 (3)	$m^3/1000\ m^2$	25,00	20,00	5,00

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
(1) - Fonte: Relatório Anual 2008. A Duratex é divida em duas unidades a de Madeira e a de Louças (DECA).
(2) - Fabricação de madeira laminada e de chapas de madeira compensada ou aglomerada/Fabricação de compensado.
(3) - Fabricação de madeira laminada e de chapas de madeira compensada ou aglomerada/Fabricação de madeira laminada e em tábuas.

Divisão	17 - FABRICAÇÃO DE CELULOSE, PAPEL E PRODUTOS DE PAPEL	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
	- SUZANO PAPEL E CELULOSE (1)	m^3/ton	33,00		
	- SUZANO PAPEL E CELULOSE (2)	m^3/ton	41,60		
	- EMPRESA X (3)	m^3/ton	25,0 – 216,0		
	- FIBRIA (4)	m^3/ton	24,10	19,20	4,90
	- VOTORANTIM CELULOSE E PAPEL S A (5)	m^3/ton	21,67		

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
(1) – Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2008. Fábrica integrada, produção de celulose e papel. Unidade do Mucuri.
(2) – Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2008. Fábrica integrada, produção de celulose e papel. Unidade Susano.
As diferenças dos coeficientes se devem em parte as diferentes idades das plantas, e em outra pela diferença na proporção da produção de celulose e papel para as diferentes fábricas. Estas indústrias foram classificadas até a divisão uma vez que são fábricas integradas, ou seja, produzem tanto papel quanto celulose.
(3) – Fonte: Caderno Setorial de Recursos Hídricos: Indústria e Turismo. Ministério do Meio Ambiente; Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília: MMA, 2006. 80p.
(5) - Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2008.

Grupo	171 - FABRICAÇÃO DE CELULOSE E OUTRAS PASTAS PARA A FABRICAÇÃO DE PAPEL				
Classe	1710-9 - FABRICAÇÃO DE CELULOSE E OUTRAS PASTAS PARA A FABRICAÇÃO DE PAPEL				
Subclasse	1710-9/00 - FABRICAÇÃO DE CELULOSE E OUTRAS PASTAS PARA A FABRICAÇÃO DE PAPEL				
	- EMPRESA Z (1)	m^3/TSA	24,00		
	- CELULOSE NIPO BRASILEIRA S A CENIBRA (2)	m^3/TSA	46,80		
	- ARACRUZ CELULOSE SA (3)	m^3/TSA	25,90	22,70	3,20
	- ANA 2002 (4)	m^3/ton produzida	115,00	92,00	23,00
	- IPPC (5)	m^3/ton	15,00 – 50,00	30,0-50,0	

(1) - Dado de 2009.
(2) - Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2008.
(3) - Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2008.
Unidade TSA é tonelada seca ao ar. As diferenças dos coeficientes se devem em parte as diferentes idades das plantas, ou seja, a diferentes processos tecnológicos utilizados nas fábricas. A matéria seca do papel ronda, normalmente, os 95 %.
(4) - Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel/ Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel.

Grupo **Classe** **Subclasse**	172 - FABRICAÇÃO DE PAPEL, CARTOLINA E PAPEL-CARTÃO 1721-4 - FABRICAÇÃO DE PAPEL 1721-4/00 - FABRICAÇÃO DE PAPEL	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
	- EMPRESA DD (1)	m^3/ton	10,00		
	- SUZANO PAPEL E CELULOSE S.A. (2)	m^3/ton	18,37		
	- NORSKE SKOG PISA LTDA. (3)	m^3/ton	24,80		
	- KLABIN S.A. (4)	m^3/ton	46,27		
	- CELULOSE IRANI SOCIEDADE ANONIMA (5)	m^3/ton	47,58	39,15	8,42
	- ANA 2002 (7)	m^3/ton	187,00	150,00	37,00
	- IPPC (8)	m^3/ton	8,00 – 13,00		

(1) – Dado de 2009.
(2) – Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2008. Unidade: Rio Verde.
(3) - Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2008.
(4) - Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2008.
(5) - Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2008.
(6) – Fabricação e papel/Fabricação de papel.
(7) – Fabricação de papel de jornal.
As diferenças dos coeficientes se devem em parte as diferentes idades das plantas, ou seja, a diferentes processos tecnológicos utilizados nas fábricas

Classe **Subclasse**	1722-2 - FABRICAÇÃO DE CARTOLINA E PAPEL-CARTÃO 1722-2/00 - FABRICAÇÃO DE CARTOLINA E PAPEL-CARTÃO	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
	- SUZANO PAPEL E CELULOSE (1)	m^3/ton	9,60		
	- ANA 2002 (2)	m^3/ton	187,00	150,00	37,00
	- IPPC (3)	m^3/ton	8,00 – 15,00		

(1) - Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2008. Unidade de Embu.
(2) - Fabricação de papelão liso, cartolina e cartão/Fabricação de papel.

Grupo **Classe**	173 - FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS DE PAPEL, CARTOLINA, PAPEL-CARTÃO E PAPELÃO ONDULADO 1731-1 - FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS DE PAPEL				
	- CELULOSE IRANI (1)	m^3/ton	0,46*	0,13	0,33

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
(1) – Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2008.

Tabela 10. Continuação...

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Grupo	174 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DIVERSOS DE PAPEL, CARTOLINA, PAPEL-CARTÃO E PAPELÃO ONDULADO				
Classe	1742-7 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE PAPEL PARA USOS DOMÉSTICO E HIGIÊNICO-SANITÁRIO				
Subclasse	1742-7/99 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE PAPEL PARA USO DOMÉSTICO E HIGIÊNICO-SANITÁRIO NÃO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE				
	- KIMBERLY-CLARK BRASIL (1)	m^3/ton de papel	13,00 – 27,00		
	- IPPC (2)	m^3/ton	10,00 – 25,00		

(1) – Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2007.
(2) - Fabricação de papel higiênico.

Divisão	18 - IMPRESSÃO E REPRODUÇÃO DE GRAVAÇÕES	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Grupo	181 - ATIVIDADE DE IMPRESSÃO				
	- EMPRESA AB (1)	m^3/ton	0,17 – 9,00		

(1) – Fonte: CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Cervejas e Refrigerantes - P+L. Secretaria do Meio Ambiente. Governo do Estado de São Paulo. Optou-se pela classificação desta tipologia até o grupo pois ele engloba todas as classes do mesmo.

Divisão	19 - FABRICAÇÃO DE COQUE, DE PRODUTOS DERIVADOS DO PETRÓLEO E DE BIOCOMBUSTÍVEIS				
Grupo	192 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DERIVADOS DO PETRÓLEO				
Classe	1921-7 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DO REFINO DE PETRÓLEO				
Subclasse	1921-7/00 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DO REFINO DE PETRÓLEO				
	- PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. PETROBRÁS (1)	m^3/bp	0,027*	0,021*	0,005*
	- ANA 2002 (2)	m³/1000m³	756,25	605,00	151,25

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
(1) – A unidade bp é definida como barris de petróleo e neste caso não é por produto e sim por matéria prima.
(2) – Refino de petróleo.

Grupo	193 - FABRICAÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Classe	1931-4 - FABRICAÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS				
Subclasse	1931-4/00 - FABRICAÇÃO DE ÁLCOOL				
	- UNIÃO DAS INDÚSTRIAS DE CANA-DE-ÁÇUCAR (1)	m³/ton de cana processada	2,00	0 – 2,00	0 – 2,00
	- UNIÃO DAS INDÚSTRIAS DE CANA-DE-ÁÇUCAR (2)	m³/ton	10 - 25		
	- UNIÃO DAS INDÚSTRIAS DE CANA-DE-ÁÇUCAR (3)	m³/ m³	23,50		
	- ANA 2002 (4)	m³/ton	78,75	63,00	15,75

(1) – Fonte: Dado enviado pela empresa (2010). Uso no processo: 22 m^3/t.cana e um índice de reuso de 90% para as suas necessidades do processo industrial de transformação de açúcar e etanol. São números médios que podem variar muito conforme a Usina (localização e grau de reúso de água).
(2) - Fonte: Dado enviado pela empresa (2010). Para uma situação média no setor capta-se 20 m^3/t.produto. Práticas de reuso e condições de otimização tendem a levar a captação a 1 m^3/t.cana. São números médios que podem variar muito conforme a Usina (localização e grau de reúso de água). Dado considerando para produção tanto de etanol quanto açúcar na mesma indústria.
(3) - Fonte: Dado enviado pela empresa (2010). Para a produção de só etanol se tem uma produtividade de 85 L/t de cana, convertendo em toneladas de etanol o coeficiente fica igual a 18,8m^3/t.etanol. São números médios que podem variar muito conforme a Usina (localização e grau de reúso de água).Produção apenas de etanol.
(4) – Produção de álcool/ Destilação de grãos por peso de álcool.

Divisão	20 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
	- Associação Brasileira da Indústria Química – ABQUIM (1)	m³/ton	6,99	1,89	4,22
	- EMPRESA AC (2)	m³/ton	0,30 – 11,00		

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
(1) – Fonte: Relatório da ABIQUIM: Atuação Responsável 2008/ Ano base 2007. Pode-se observar que a soma do coeficiente de consumo com o efluente é inferior ao de retirada pela empresa, sendo este fato justificado devido a recirculação de 31,5% do efluente.
(2) - Fonte: Caderno Setorial de Recursos Hídricos: Indústria e Turismo. Ministério do Meio Ambiente; Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília: MMA, 2006. 80p

Grupo Classe Subclasse	202 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS ORGÂNICOS 2021-5 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS PETROQUÍMICOS BÁSICOS 2021-5/00 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS PETROQUÍMICOS BÁSICOS	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
	- EMPRESA EE (1)	m³/ton	4,43		
	- BRASKEN S.A .(2)	m³/ton	4,76	1,42	3,34
	- ANA 2002 (3)	m³/ton	18,75	15,00	3,75
	- IPPC (4)	m³/ton	1,34	0,1 – 4	
	- IPPC (5)	m³/ton		0,3 - 0,5	
	- IPPC (6)	m³/ton		0,5	

(1) - Dado de 2006.
(2) – Relatório de Sustentabilidade 2008.
(3)- Fabricação de produtos petroquímicos básicos/ Indústria química básica, exceto fertilizantes.
(4) – Etileno. Efluente: valor: 0,1 – 0,4 m³/ton sem contar recirculação.
(5) - Best Available Technique.
(6) - Best Available Technique.

Subclasse	2029-1/00 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS ORGÂNICOS NÃO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE				
	- OXITENO S A INDÚSTRIA E COMERCIO (1)	m³/ton	1,66	0,74	0,92
	- ANA 2002 (2)	m³/ton	18,75	15,00	3,75
	- IPPC (3)	m³/ton	0,10 – 1,00		

(1) – Dado fornecido pela indústria (2009).
(2) – Fabricação de outros produtos químicos orgânicos/ Indústria química básica, exceto fertilizantes, produção de químicos em geral.
(3) – Fabricação de dorobenzeno.

Tabela 10. Continuação...

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Grupo	203 - FABRICAÇÃO DE RESINAS E ELASTÔMEROS				
Classe	2032-1 - FABRICAÇÃO DE RESINAS TERMOFIXAS				
Subclasse	2032-1/00 - FABRICAÇÃO DE RESINAS TERMOFIXAS				
	- BASF AS [1]	m³/ton	0,30	0,30	0,00
	- ANA 2002 [2]	m³/ton	4,50	3,60	0,90

[1] - Dado fornecido pela indústria (2009). Unidade de Mauá.
[2] – Fabricação de resinas termofixas/ Fabricação de herbicidas

Grupo	205 - FABRICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS E DESINFESTANTES DOMISSANITÁRIOS				
	- BAYER S.A. [1]	m³/ton	42,6*	6,48*	36,12*

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
[1] – Fonte: Annual Report – dados globais da indústria (2008). Os dados da Bayer referem-se à produção em seus três segmentos: Bayer HealthCare (Saúde), Bayer CropScience (Agronegócio), Bayer MaterialScience (Materiais inovadores). Alguns dos produtos são: Aspirina, anticoncepcionais, pomadas antiassaduras, carapaticidas e vacinas contra febre aftosa (Bayer HealthCare); Inseticidas, fungicidas, tratamento de sementes, raticidas (Bayer CropScience); Poliuretanos, Revestimentos, Adesivos e Especialidades, Químicos Básicos Inorgânico (Bayer MaterialScience). Obs: o Bayer Breeze®2, sistema (aparelho digital) de monitoramento inteligente da glicose sanguínea é produzido pela Bayer HealthCare e contabilizado o consumo de água para a produção deste.

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Classe	2051-7 - FABRICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS				
Subclasse	2051-7/00 - FABRICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS				
	- DOW AGROSCIENCE DAS [1]	m³/ton	10,30	7,00	3,30
	- ANA 2002 [2]	m³/ton	4,50	3,60	0,90
	- ANA 2002 [3]	m³/ton	4,50	3,60	0,90
	- ANA 2002 [4]	m³/ton	4,50	3,60	0,90
	- ANA 2002 [5]	m³/ton	4,50	3,60	0,90

[1] – Dado fornecido pela indústria (2009).
[2] – Fabricação de inseticidas/ Fabricação de herbicidas.
[3] – Fabricação de fungicidas/ Fabricação de herbicidas.
[5] – Fabricação de herbicidas/ Fabricação de herbicidas.
[5] – Fabricação de outros defensivos agrícolas/ Fabricação de herbicidas.

Grupo	206 - FABRICAÇÃO DE SABÕES, DETERGENTES, PRODUTOS DE LIMPEZA, COSMÉTICOS, PRODUTOS DE PERFUMARIA E DE HIGIENE PESSOAL				
	- COLGATE-PALMOLIVE INDUSTRIAL LTDA[1]	m³/ton	1,21		
	- UNILEVER [2]		1,858		

[1] - Fonte: Dado encontrado no site internacional da empresa: key performance indicators 2008.
[2] - Fonte: Relatório de Sustentabilidade (2008). A Unilever fabrica produtos de limpeza, higiene pessoal e alimentos. Optou-se pela classificação desta empresa até o grupo pois esta engloba 3 das 3 classes do mesmo.

Tabela 10. Continuação...

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Classe	2063-1 - FABRICAÇÃO DE COSMÉTICOS, PRODUTOS DE PERFUMARIA E DE HIGIENE PESSOAL				
Subclasse	2063-1/00 - FABRICAÇÃO DE COSMÉTICOS, PRODUTOS DE PERFUMARIA E DE HIGIENE PESSOAL				
	- EMPRESA X (Z)	m³/ton	1,70	0,90	0,80
	- ANA 2002 (1)	m³/ton	17,5	14,00	3,50
	- ANA 2002(2)	m³/ton	1,25	1,00	0,25
	- ANA 2002 (3)	m³/ton	17,50	14,00	3,50
	- ANA 2002 (4)	m³/ton	1,25	1,00	0,25

(1) - Fabricação de sabões, sabonetes e detergentes sintéticos/ Fabricação de sabões em geral.
(2) - Fabricação de sabões, sabonetes e detergentes sintéticos/ Fabricação de detergentes em geral.
(3) - Fabricação de artigos de perfumaria e cosméticos/ Fabricação de sabões em geral.
(4) - Fabricação de artigos de perfumaria e cosméticos/ Fabricação de detergentes em geral.

Grupo	207 - FABRICAÇÃO DE TINTAS, VERNIZES, ESMALTES, LACAS E PRODUTOS AFINS				
Classe	2071-1 - FABRICAÇÃO DE TINTAS, VERNIZES, ESMALTES E LACAS				
Subclasse	2071-1/00 - FABRICAÇÃO DE TINTAS, VERNIZES, ESMALTES E LACAS				
	- AKZO NOBEL LTDA (1)	m³/ton	16,00		
	- BASF AS (2)	m³/ton	0,90	0,30	0,60
	- BASF AS (3)	m³/ton	1,00	0,30	0,70

(1) – Fonte: Site da empresa (Sustainable Water Management 2008). Dado global incluindo todas as filiais (2008).
(2) – Fonte: Dado disponibilizado pela indústria (2008). Unidade de São Bernardo do Campo - SP.
(3) – Fonte: Dado disponibilizado pela indústria (2008). Unidade de Jaboatão dos Guararapes - PE.

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Grupo	209 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS E PREPARADOS QUÍMICOS DIVERSOS				
Classe	2091-6 - FABRICAÇÃO DE ADESIVOS SELANTES				
Subclasse	2091-6/00 - FABRICAÇÃO DE ADESIVOS E SELANTES				
	- HENKEL LTDA (1)	m³/ton	1,68	0,75	0,93
	- ANA 2002 (2)	m³/ton	18,75	15,00	3,75
	- ANA 2002 (3)	m³/ton	526,25	421,00	105,25

(1) - Relatório de Sustentabilidade 2006. A Henkel trabalha na produção de "Cosmética Capilar Profissional" e "Adesivos, Selantes & Produtos de Tratamento de Superfície". A área de cosmética capilar profissional fabrica produtos para tratamento e cuidado capilares. A seção de "Adesivos, Selantes & Produtos de Tratamento de Superfície" produz adesivos a base de água, revestimentos de conversão, adesivos de alto desempenho, Limpadores aquosos neutros, ácidos e alcalinos para limpeza eficiente de processo entre outros.
Obs: a HYSOL, uma das marcas da HENKEL produz materiais eletrônicos para componentes de eletrônica e semicondutores.
(2) - Fabricação de adesivos e selantes/ Indústria química básica, exceto fertilizantes – produção de químicos em geral.
(3) - Fabricação de adesivos e selantes/ Cola animal.

Tabela 10. Continuação...

Classe	2093-2 - FABRICAÇÃO DE ADITIVOS DE USO INDUSTRIAL	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Subclasse	2093-2/00 - FABRICAÇÃO DE ADITIVOS DE USO INDUSTRIAL				
	- BASF AS [1]	m³/ton	0,40	0,05	0,35
	- ROHM AND HAAS QUIMICA LTDA [2]	m³/ton	2,30	0,40	1,90
	- ROHM AND HAAS QUIMICA LTDA [3]	m³/ton	2,80		
	- ANA 2002 [4]	m³/ton	18,75	15,00	3,75
	- ANA 2002 [5]	m³/ton de tinta	1,24	0,99	0,2475
	- ANA 2002 [6]	m³/ton	526,25	421,00	105,25
	- ANA 2002 [7]	m³/ton de TIO2	1,24	0,99	0,2475

[1] - Fonte: Dado enviado pela indústria (2009). Unidade de São Paulo (Vila Pudente).
[2] – Fonte: Dado enviado pela indústria (2010).
[3] – Fonte: Relatório de sustentabilidade 2006.
A diferença entre os coeficientes pode ser justificada pelos diferentes processos utilizados e produtos de cada empresa.
[4] – Fabricação de aditivos de uso industrial/Indústria química básica, exceto fertilizantes, produção de químicos em geral.
[5] - Fabricação de aditivos de uso industrial/Tinta para impressão (perda na produção de 0,5%).
[6] - Fabricação de aditivos de uso industrial/Cola Animal.
[7] - Fabricação de aditivos de uso industrial/Produtos químicos não classificados – TIO2 a partir de processo de sulfato e cloro.

Classe	2094-1 - FABRICAÇÃO DE CATALISADORES	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Subclasse	2094-1/00 - FABRICAÇÃO DE CATALISADORES				
	- BASF S.A [1]	m³/ton	6,30	1,80	4,50

[1] – Fonte: Dado enviado pela indústria (2009). Unidade de Indaiatuba.

Classe	2099-1 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS NÃO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE				
Subclasse	2099-1/99 FABRICAÇÃO DE OUTROS PRODUTOS QUÍMICOS NÃO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE				
	- LUMEN QUIMICA LTDA [1]	m³/ton	1,00	0,26	0,74
	- 3M DO BRASIL LTDA [2]	m³/ton	6,23*		
	- BASF AS [3]	m³/ton	11,50	10,20	1,30
	- BASF AS [4]	m³/ton	5,10	5,90	-0,80
	- HENKEL LTDA [5]	m³/ton	1,68	0,75	0,93
	- BAYER S.A. [6]	m³/ton	42,6*	6,48*	36,12*

Tabela 10. Continuação...

	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
- ANA 2002 (5)	m³/ton	18,75	15,00	3,75
- ANA 2002 (6)	m³/ton de tinta	1,24	0,99	0,2475
- ANA 2002 (7)	m³/ton	526,25	421,00	105,25
- ANA 2002 (8)	m³/ton de TIO_2	1,24	0,99	0,2475

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
(1) - Fonte: Dados fornecidos pela indústria (2009).
(2) - Fonte: Estudo de caso da CETESB (2002).
(3) - Fonte: Dado enviado pela indústria (2009). Unidade de Guaratinguetá.
(4) - Fonte: Dado enviado pela indústria (2009). Unidade de Camaçari. Pelos valores apresentados na Tabela, pode-se observar que o consumo de água é negativo indicando que não há nenhum consumo. Outro fator importante é que o coeficiente de retirada é inferior ao de efluente, sendo justificado pela produção de água durante umas das etapas do processo.
(5) - Relatório de Sustentabilidade 2006. A Henkel trabalha na produção de "Cosmética Capilar Profissional" e "Adesivos, Selantes & Produtos de Tratamento de Superfície". A área de cosmética capilar profissional fabrica produtos para tratamento e cuidado capilares. A seção de "Adesivos, Selantes & Produtos de Tratamento de Superfície" produz adesivos a base de água, revestimentos de conversão, adesivos de alto desempenho, Limpadores aquosos neutros, ácidos e alcalinos para limpeza eficiente de processo entre outros.
Obs: a HYSOL, uma das marcas da HENKEL produz materiais eletrônicos para componentes de eletrônica e semicondutores.
(6) – Fonte: Annual Report – dados globais da indústria (2008). Os dados da Bayer referem-se à produção em seus três segmentos: Bayer HealthCare (Saúde), Bayer CropScience (Agronegócio), Bayer MaterialScience (Materiais inovadores). Alguns dos produtos são: Aspirina, anticoncepcionais, pomadas antiassaduras, carapaticidas e vacinas contra febre aftosa (Bayer HealthCare); Inseticidas, fungicidas, tratamento de sementes, raticidas (Bayer CropScience); Poliuretanos, Revestimentos, Adesivos e Especialidades, Químicos Básicos Inorgânico (Bayer MaterialScience). Obs: o Bayer Breeze®2, sistema (aparelho digital) de monitoramento inteligente da glicose sangüínea é produzido pela Bayer HealthCare e contabilizado o consumo de água para a produção deste.
A diferença entre os coeficientes pode ser justificada pelos diferentes processos utilizados e produtos de cada empresa.
(5) - Fabricação de outros produtos químicos não especificados ou não classificados/ Indústria química básica, exceto fertilizantes – produção de químicos em geral.
(6) - Fabricação de aditivos de uso industrial/Tinta para impressão (perda na produção de 0,5%).
(7) - Fabricação de aditivos de uso industrial/ Cola Animal.
(8) - Fabricação de aditivos de uso industrial/ Produtos químicos não classificados – TIO2 a partir de processo de sulfato e cloro.

Divisão	21 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS FARMOQUÍMICOS E FARMACÊUTICOS	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Grupo	212 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS FARMACÊUTICOS				
Classe	2121-1 - FABRICAÇÃO DE MEDICAMENTOS PARA USO HUMANO				
	- ALLERGAN PRODUTOS FARMACÊUTICOS LTDA. (1)	m³/unidade	0,00068		
	- ANA 2002 (2)	m³/ton	312,50	250,00	62,50

(1) – Relatório de Sustentabilidade Internacional (dado internacional) (2008), dado global. Optou-se pela classificação desta empresa até o grupo pois esta engloba 2 das 3 classes do mesmo.
(2) – Fabricação de medicamentos de uso humano/ Fabricação de produtos farmacêuticos em geral.

Tabela 10. Continuação...

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Subclasse	2121-1/01 - FABRICAÇÃO DE MEDICAMENTOS ALOPÁTICOS PARA USO HUMANO				
	- EMPRESA FF [1]	m³/m³	3,67		
	- MEDLEY S A INDUSTRIA FARMACEUTICA [2]	m³/unidade	0,000698*		
	- BAYER S.A. [3]	m³/ton	42,6*	6,48*	36,12*
	- ANA 2002 [4]	m³/ton	312,50	250,00	62,50

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
[1] – Dado de 2009.
[2] – Fonte: Relatório de Sustentabilidade (2007).
[1] – Fonte: Annual Report – dados globais da indústria (2008). Os dados da Bayer referem-se à produção em seus três segmentos: Bayer HealthCare (Saúde), Bayer CropScience (Agronegócio), Bayer MaterialScience (Materiais inovadores). Alguns dos produtos são: Aspirina, anticoncepcionais, pomadas antiassaduras, carapaticidas e vacinas contra febre aftosa (Bayer HealthCare); Inseticidas, fungicidas, tratamento de sementes, raticidas (Bayer CropScience); Poliuretanos, Revestimentos, Adesivos e Especialidades, Químicos Básicos Inorgânico (Bayer MaterialScience). Obs: o Bayer Breeze®2, sistema (aparelho digital) de monitoramento inteligente da glicose sangüínea é produzido pela Bayer HealthCare e contabilizado o consumo de água para a produção deste.
[4] – Fabricação de medicamentos de uso humano/ Fabricação de produtos farmacêuticos em geral.

Divisão	22 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE BORRACHA E DE MATERIAL PLÁSTICO	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Grupo	221 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE BORRACHA				
Classe	2211-1 - FABRICAÇÃO DE PNEUMÁTICOS E DE CÂMARAS-DE-AR				
Subclasse	2211-1/00 - FABRICAÇÃO DE PNEUMÁTICOS E DE CÂMARAS-DE-AR				
	- PIRELLI PNEUS LTDA. [1]	m³/unidade	16,21		

[1] – Fonte: Sustainability Report (2008). Dados obtidos referentes ao consumo específico global da empresa.

Classe	2219-6 - FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE BORRACHA NÃO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE				
Subclasse	2219-6/00 - FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE BORRACHA NÃO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE				
	- BORRACHAS VIPAL S.A. [1]	m³/ton de borracha	0,59		

[1] – Fonte: Ficha de Inscrição do 17º Prêmio Expressão de Ecologia (2008). O baixo coeficiente de retirada deve-se ao fato de que a indústria em questão utiliza água pluvial significativamente e esta não é contabilizada no coeficiente relatado

Grupo	222 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MATERIAL PLÁSTICO	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Classe	2223-4 - FABRICAÇÃO DE TUBOS E ACESSÓRIOS DE MATERIAL PLÁSTICO PARA USO NA CONSTRUÇÃO				
Subclasse	2223-4/00 - FABRICAÇÃO DE TUBOS E ACESSÓRIOS DE MATERIAL PLÁSTICO PARA USO NA CONSTRUÇÃO				
	- AMANCO BRASIL LTDA. [1]	m³/ton de tubos	0,23		

[1] – Fonte: Relatório de Sustentabilidade (2008). O coeficiente de retirada fornecido refere-se à média entre todas as unidades da Amanco no Brasil.

Tabela 10. Continuação...

Divisão	23 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MINERAIS NÃO-METÁLICOS	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Grupo	231 - FABRICAÇÃO DE VIDRO E DE PRODUTOS DO VIDRO				
Classe	2311-7 - FABRICAÇÃO DE VIDRO PLANO E DE SEGURANÇA				
Subclasse	2311-7/00 - FABRICAÇÃO DE VIDRO PLANO E DE SEGURANÇA				
	- EMPRESA GG (1)	m³/m²	0,012 – 0,022		
	- IPPC (2)	m³/ton de produto	2 - 9		

(1) – Dado de 2009.
(2) – Fabricação de vidro doméstico.

Grupo	232 - FABRICAÇÃO DE CIMENTO	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Classe	2320-6 - FABRICAÇÃO DE CIMENTO				
Subclasse	2320-6/00 - FABRICAÇÃO DE CIMENTO				
	- HOLCIM BRASIL S.A. (1)	m³/ton	0,40*	0,00*	0,40*
	- LAFARGE BRASIL S.A. (2)	m³/ton	0,32		
	- LAFARGE BRASIL S.A. (3)	m³/ton	0,08		

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
(1) – Fonte: Relatório de Sustentabilidade (2007). O processo de fabricação de cimento é a seco, não havendo, portanto, geração de efluente líquido industrial (apenas vapor d'água). Deste modo, o coeficiente de retirada (industrial) equivale ao coeficiente de consumo (industrial, isto é, não contabilizando a porção de água de uso sanitário na indústria).
(2) – Fonte: Relatório Social e Ambiental (2004). Unidade Cantagalo (RJ).
(3) – Fonte: Relatório Social e Ambiental (2004). Unidade Arcos (RJ).

Grupo	233 - FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE CONCRETO, CIMENTO, FIBROCIMENTO, GESSO E MATERIAIS SEMELHANTES				
Classe	2330-3 - FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE CONCRETO, CIMENTO, FIBROCIMENTO, GESSO E MATERIAIS SEMELHANTES				
Subclasse	2330-0/05 - PREPARAÇÃO DE MASSA DE CONCRETO E ARGAMASSA PARA CONSTRUÇÃO				
	- HOLCIM BRASIL S.A. (1)	m³/m³ de concreto			0,15*

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
(1) – Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2007. O relatório de sustentabilidade em questão reporta a quantidade necessária de matéria prima para a produção do concreto. Dentre estes materiais encontra-se a água. Para cada metro cúbico de concreto produzido, são necessários de 300 a 400 litros de água. Cerca de 60% destes são destinados a preparação do produto e 40% à lavagem dos caminhões.

Grupo	234 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS CERÂMICOS	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Classe	2349-4 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS CERÂMICOS NÃO-REFRATÁRIOS NÃO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE				
Subclasse	2349-4/01 - FABRICAÇÃO DE MATERIAL SANITÁRIO DE CERÂMICA				
	- EMPRESA HH (1)	m³/peça	0,0471		

(1)- Dado de 2009.

Tabela 10. Continuação...

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Grupo	239 - APARELHAMENTO DE PEDRAS E FABRICAÇÃO DE OUTROS PRODUTOS DE MINERAIS NÃO-METÁLICOS				
Classe	2391-5 - APARELHAMENTO E OUTROS TRABALHOS EM PEDRAS				
	- INSTITUTO BRASILEIRO DE MINIRAÇÃO (1)	m³/ton	7,25*		

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.

(1) – Fonte: Relatório do IBRAM (A Gestão de Recursos Hídricos e a Mineração, 2006). Os dados de produção e vazão de retirada utilizados para o cálculo do coeficiente de retirada correspondem ao total dos mesmos do estado do Espírito Santo. Optou-se pela classificação do CNAE de beneficiamento de pedras não associado à extração devido ao fato de que o balanço hídrico relatado ser referente unicamente a etapa do processo produtivo de beneficiamento, não contabilizando, portanto, a água necessária a etapa de extração.

Classe	2392-3 - FABRICAÇÃO DE CAL E GESSO	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Subclasse	2392-3/00 - FABRICAÇÃO DE CAL E GESSO				
	- EMPRESA II (1)	m³/ton	0,408		
	- IPPC (2)	m³/ ton mat. prima	0,80 – 2,40		

(1)- Dado de 2009.

(2) – Fabricação de cal.

Divisão	24 - METALURGIA	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
	- ASSOCIAÇÃO AÇO BRASIL (1)	m³/ton	26,73	10,00*	16,73*

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.

(1) – Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2009. O coeficiente de retirada de 26,73 m³/ton corresponde a 10,50 m³/ton de água doce e 16,23 m³/ton de água salgada.

Grupo	241 - PRODUÇÃO DE FERRO-GUSA E DE FERROLIGAS	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Classe	2411-3 - PRODUÇÃO DE FERRO-GUSA				
Subclasse	2411-3/00 - PRODUÇÃO DE FERRO-GUSA				
	- DA TERRA SIDERURGICA LTDA (1)	m³/ton			0,40
	- ANA 2002 (2)	m³/ton	1,25	1,00	0,25

(1) – Dado fornecido pela indústria (2010).

(2) – Produção de gusa/ Ferro e laminação de aço.

Classe	2412-1 - PRODUÇÃO DE FERROLIGAS	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Subclasse	2412-1/00 - PRODUÇÃO DE FERROLIGAS				
	- ARCELORMITTAL TUBARÃO (1)	m³/ton de aço	3,70	0,49*	3,21*
	- ANA 2002 (2)	m³/ton	1,25	1,00	0,25
	- ANA 2002 (3)	m³/ton	6,25	5,00	1,25

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
(1) – Fonte: Relatório de Sustentabilidade (2006). É importante destacar que apenas 5% da captação total de água realizada por esta indústria é de água doce (rio Santa Maria). O restante é captação de água do mar.
(2) – Produção de ferro, aço e ferroligas em formas primárias e semi-acabadas/Ferro e laminação de aço.
(3) - Produção de ferro, aço e ferroligas em formas primárias e semi-acabadas/ Processo arco elétrico.

Grupo	242 - SIDERURGIA	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
	- COMPANHIA VALE DO RIO DOCE (1)	m³/ton	25,00		
	- EMPRESA AD (2)	m³/ton de aço	50,00 – 200,00		

(1) – Fonte: Relatório do IBRAM (A Gestão de Recursos Hídricos e a Mineração, 2006).
(2) – Fonte: Caderno Setorial de Recursos Hídricos: Indústria e Turismo.Ministério do Meio Ambiente; Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília: MMA, 2006. 80p.

Classe	2422-9 - PRODUÇÃO DE LAMINADOS PLANOS DE AÇO	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Subclasse	2422-9/01 - PRODUÇÃO DE LAMINADOS PLANOS DE AÇO AO CARBONO, REVESTIDOS OU NÃO				
	- EMPRESA JJ (1)	m³/ton aço prod.	4,79		
	- COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL – CSN (2)	m³/ton aço bruto	35,28*		
	- USIMINAS (3)	m³/ton aço bruto	38,83*		
	- USIMINAS (4)	m³/ton aço bruto	10,54*		

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
(1) - Dado de 2009.
(2) – Fonte: Relatório anual 2008. Unidade Presidente Vargas.
(3) – Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2008. Unidade de Cubatão.
(4) - Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2008. Unidade de Ipatinga.

Classe	2423-7 - PRODUÇÃO DE LAMINADOS LONGOS DE AÇO	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Subclasse	2423-7/01 - PRODUÇÃO DE TUBOS DE AÇO SEM COSTURA				
	- V&M do Brasil (1)	m³/ton	3,16	0,38*	2,78*
	- ANA 2002 (2)	m³/ton	1,25	1,00	0,25
	- ANA 2002 (3)	m³/ton	6,25	5,00	1,25
	- ANA 2002 (4)	m³/ton	52,50	42,00	10,50
	- ANA 2002 (5)	m³/ton	2,25	1,80	0,45
	- ANA 2002 (6)	m³/ton	1,50	1,20	0,30
	- ANA 2002 (7)	m³/ton	11,75	9,40	2,35

(1) – Fonte: Relatório de Sustentabilidade (2008). Unidade Barreiro.
(2) – Fabricação de outros tubos de ferro e aço/ Ferro e laminação de aço.
(3) – Fabricação de outros tubos de ferro e aço/ Processo arco elétrico.
(4) – Fabricação de outros tubos de ferro e aço/ Laminação a quente.
(5) – Fabricação de outros tubos de ferro e aço/ Banho de ácido sulfúrico para decapagem de metais.
(6) – Fabricação de outros tubos de ferro e aço/ Banho de ácido clorídrico para decapagem de metais.
(7) – Fabricação de outros tubos de ferro e aço/ Galvanização.

Subclasse	2423-7/02 - PRODUÇÃO DE LAMINADOS LONGOS DE AÇO, EXCETO TUBOS	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
	- GERDAU AÇOS ESPECIAIS SÃO PAULO (ANTIGA AÇOS VILLARES) (1)	m³/ton	3,14	2,48	0,60
	- GERDAU AÇOS ESPECIAIS SÃO PAULO (ANTIGA AÇOS VILLARES) (2)	m³/ton	5,23	1,85	3,38
	- ARCELORMITTAL BRASIL S.A.(3)	m³/ton	1,26	0,06	1,20
	- ANA 2002 (4)	m³/ton	1,25	1,00	0,25
	- ANA 2002 (4)	m³/ton	6,25	5,00	1,25
	- ANA 2002 (6)	m³/ton	52,50	42,00	10,50
	- ANA 2002 (7)	m³/ton	2,25	1,80	0,45
	- ANA 2002 (8)	m³/ton	1,50	1,20	0,30
	- ANA 2002 (9)	m³/ton	11,75	9,40	2,35

(1) – Dado fornecido pela indústria (2009). Unidade de Pindamonhangaba (SP). Antiga Aços Vilares.
(2) - Dado fornecido pela indústria (2009). Unidade de Mogi das Cruzes (SP). Antiga Aços Vilares.
(3) - Relatório de Sustentabilidade (2008).
(4) – Produção de relaminados, trefilados e retrefilados de aço, exclusive tubos/ Ferro e laminação de tubos.
(5) - Produção de relaminados, trefilados e retrefilados de aço, exclusive tubos/ Processo arco elétrico.
(6) - Produção de relaminados, trefilados e retrefilados de aço, exclusive tubos/Laminação a quente.
(7) - Produção de relaminados, trefilados e retrefilados de aço, exclusive tubos/ Banho de ácido sulfúrico para decapagem de metais.
(8) - Produção de relaminados, trefilados e retrefilados de aço, exclusive tubos/ Banho de ácido clorídrico para decapagem de metais.
(9) - Produção de relaminados, trefilados e retrefilados de aço, exclusive tubos/ Galvanização.

Classe	2424-5 - PRODUÇÃO DE RELAMINADOS, TREFILADOS E PERFILADOS DE AÇO				
Subclasse	2424-5/02 - PRODUÇÃO DE RELAMINADOS, TREFILADOS E PERFILADOS DE AÇO, EXCETO ARAMES				
	- GERDAU AÇOS LONGOS S.A. (1)	m³/ton	2,13	1,24	0,89

(1) – Dado fornecido pela indústria (2009).

Grupo	244 - METALURGIA DOS METAIS NÃO-FERROSOS				
Classe	2441-5 - METALURGIA DO ALUMÍNIO E SUAS LIGAS				
Subclasse	2441-5/01 - PRODUÇÃO DE ALUMÍNIO E SUAS LIGAS EM FORMAS PRIMÁRIAS				
	- ALCOA ALUMÍNIO S/A (1)	m³/ton	2,47*		
	- COMPANHIA VALE DO RIO DOCE (2)	m³/ton de alumínio	150		
	- ASSOCIAÇÃO C (3)	m³/ton de alumina	0,50 – 2,00		
	- ANA 2002 (4)	m³/ton	1,25	1,00	0,25

Tabela 10. Continuação...

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
	- ANA 2002 [5]	m³/ton de alumínio	1,24	0,99	0,2475
	- IPPC [6]	m³/ton	1,00 – 6,00		

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
[1]- Relatório de Sustentabilidade (2008). O relatório possui dado de produção de alumínio e de alumina (4 x maior) e o de vazão. Para produzir o alumínio produz-se primeiro a alumina.
[2] – Fonte: Site da ABAL _ Associação Brasileira do Alumínio (2008).
[3] - Fonte: Relatório do IBRAM (A Gestão de Recursos Hídricos e a Mineração, 2006).
[4] - Metalurgia do alumínio e suas ligas/ Metalurgia do alumínio primário.
[5] - Metalurgia do alumínio e suas ligas/ Metalurgia do alumínio secundário.
[6] – Produção de alumina.

Divisão	25 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE METAL, EXCETO MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS				
Grupo	259 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE METAL NÃO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE				
Classe	2599-3 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE METAL NÃO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE				
Subclasse	2599-3/99 - FABRICAÇÃO DE OUTROS PRODUTOS DE METAL NÃO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE				
	- TEKNO S.A. INDÚSTRIA E COMÉRCIO [1]	m^3/ton	2,65	1,41	1,24
	- ANA 2002 [2]	m^3/1000 m^2	1,24	0,99	0,2475
	- ANA 2002 [3]	m^3/1000 m^2	1,24	0,99	0,2475
	- ANA 2002 [4]	m^3/ton de fluido	1,25	1,00	0,25
	- ANA 2002 [5]	m^3/ton de fluido	1,25	1,00	0,25

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
[1] - Dado fornecido pela indústria (2009).
[2] - Fabricação de outros produtos elaborados do metal/ Galvanoplastia.
[3] - Fabricação de outros produtos elaborados do metal/ Anodização.
[4] - Fabricação de outros produtos elaborados do metal/ Moldagem a frio.
[5] - Fabricação de outros produtos elaborados do metal/ Limpeza de superfícies.

Divisão	26 - FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA, PRODUTOS ELETRÔNICOS E ÓPTICOS				
Grupo	262 - FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA E PERIFÉRICOS				
Classe	2621-3 - FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA				
Subclasse	2621-3/00 - FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA				
	- ITAUTEC S.A. - GRUPO ITAUTEC [1]	m^3/ton	0,0985*	0,00	0,0985
	- ANA 2002 [2]	m^3/1000 m^2	1,24	0,99	0,2475
	- ANA 2002 [3]	m^3/1000 m^2	1,24	0,99	0,2475

Tabela 10. Continuação...

	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
- ANA 2002 (4)	m^3/ton de fluido	1,25	1,00	0,25
- ANA 2002 (5)	m^3/ton de fluido	1,25	1,00	0,25
- ANA 2002 (6)	m^3/1000 m^2	1,24	0,99	0,2475
- ANA 2002 (7)	m^3/1000 m^2	1,24	0,99	0,2475
- ANA 2002 (8)	m^3/ ton de fluido	1,25	1,00	0,25
- ANA 2002 (9)	m^3/ton de fluido	1,25	1,00	0,25

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
(1)– Fonte: Indicadores de desempenho ITAUTEC (2008). Não há gastos de água na produção, não havendo, portanto, efluente industrial. O mesmo é descarado na rede pública de esgoto do município de Jundiaí (SP).
(2) - Fabricação de máquinas de escrever e calcular, copiadoras e outros equipamentos eletrônicos destinados a automação gerencial e comercial/ Galvanoplastia.
(3) - Fabricação de máquinas de escrever e calcular, copiadoras e outros equipamentos eletrônicos destinados a automação gerencial e comercial/ Anodização.
(4) - Fabricação de máquinas de escrever e calcular, copiadoras e outros equipamentos eletrônicos destinados a automação gerencial e comercial/ Moldagem a frio.
(5) - Fabricação de máquinas de escrever e calcular, copiadoras e outros equipamentos eletrônicos destinados a automação gerencial e comercial/ Limpeza de superfícies.
(6) - Fabricação de computadores/ Galvanoplastia.
(7) - Fabricação de computadores/ Anodização.
(8) - Fabricação de computadores/ Moldagem a frio.
(9) - Fabricação de computadores/ Limpeza de superfícies.

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Divisão	28 - FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS				
Grupo	281 - FABRICAÇÃO DE MOTORES, BOMBAS, COMPRESSORES E EQUIPAMENTOS DE TRANSMISSÃO				
Classe	2813-5 - FABRICAÇÃO DE VÁLVULAS, REGISTROS E DISPOSITIVOS SEMELHANTES				
Subclasse	2813-5/00 - FABRICAÇÃO DE VÁLVULAS, REGISTROS E DISPOSITIVOS SEMELHANTES, PEÇAS E ACESSÓRIOS				
	- DOCOL(1)	m^3/dm²	0,0046		
	- DOCOL (2)	m^3/dm²	0,0021		
	- ANA 2002 (3)	m^3/1000 m^2	1,24	0,99	0,2475
	- ANA 2002 (4)	m^3/1000 m^2	1,24	0,99	0,2475
	- ANA 2002 (5)	m^3/ton de fluido	1,25	1,00	0,25
	- ANA 2002 (6)	m^3/ton de fluido	1,25	1,00	0,25

(1) - Fonte: TOCCHETTO, M. R. L. ; NASCIMENTO, Luis Felipe Machado Do ; BERNARDES, Andréa Moura . Redução do Uso de Água na Indústria Galvânica. In: Encontro e Exposição de Tratamento de Superfície, 2003, São Paulo. XI EBRATS, 2003. v. 1.
(2) - Dado fornecido pela indústria (2010). Esta diferença de captação para a mesma empresa se deve a instalação de um regulador de vazão que permitiu ajustar a quantidade de água exata para o processo. A unidade utilizada é justificada pela diferenças de tamanhos das peças fabricadas pela empresa.
(3) - Fabricação de válvulas, torneiras e registros/ Galvanoplastia.
(4) - Fabricação de válvulas, torneiras e registros/ Anodização.
(5) - Fabricação de válvulas, torneiras e registros/ Moldagem a frio.
(6) - Fabricação de válvulas, torneiras e registros/ Limpeza de superfície.

Tabela 10. Continuação...

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Grupo	283 - FABRICAÇÃO DE TRATORES E DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS PARA A AGRICULTURA E PECUÁRIA				
Classe	2831-3 - FABRICAÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS				
Subclasse	2831-3/00 - FABRICAÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS, PEÇAS E ACESSÓRIOS				
	- AGCO DO BRASIL COMERCIO E INDUSTRIA LTDA (1)	m^3/unidade	2,17		
	- ANA 2002 (2)	m^3/ 1000 m^2	1,24	0,99	0,2475
	- ANA 2002 (3)	m^3/ 1000 m^2	1,24	0,99	0,2475
	- ANA 2002 (4)	m^3/ ton de fluido	1,25	1,00	0,25
	- ANA 2002 (5)	m^3/ ton de fluido	1,25	1,00	0,25

(1) - Dado enviado pela indústria (2009).
(2) – Fabricação de tratores agrícolas/ Galvanoplastia.
(3) – Fabricação de tratores agrícolas/ Anodização.
(4) – Fabricação de tratores agrícolas/ Moldagem a frio.
(5) – Fabricação de tratores agrícolas/ Limpeza de superfícies.

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Grupo	284 - FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS-FERRAMENTA				
Classe	2840-2 - FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS-FERRAMENTA				
Subclasse	2840-2/00 - FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS-FERRAMENTA, PEÇAS E ACESSÓRIOS				
	- NEW HOLLAND LATINO AMERICANA LTDA (1)	m^3/unidade	9,70		
	- ANA 2002 (2)	m^3/ 1000 m^2	1,24	0,99	0,2475
	- ANA 2002 (3)	m^3/ 1000 m^2	1,24	0,99	0,2475
	- ANA 2002 (4)	m^3/ ton de fluido	1,25	1,00	0,25
	- ANA 2002 (5)	m^3/ ton de fluido	1,25	1,00	0,25

(1) - Dado enviado pela indústria (2009).
(2) – Fabricação de máquinas-ferramentas/ Galvanoplastia.
(3) - Fabricação de máquinas-ferramentas/ Anodização.
(4) - Fabricação de máquinas-ferramentas/ Moldagem a frio.
(5) - Fabricação de máquinas-ferramentas/ Limpeza de superfícies.

Grupo	285 - FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DE USO NA EXTRAÇÃO MINERAL E NA CONSTRUÇÃO				
Classe	2853-4 - FABRICAÇÃO DE TRATORES, EXCETO AGRÍCOLAS				
Subclasse	2853-4/00 - FABRICAÇÃO DE TRATORES, PEÇAS E ACESSÓRIOS, EXCETO AGRÍCOLAS				
	- EMPRESA LL (1)	m^3/hora trabalhada	35,00		
	- ANA 2002 (2)	m^3/ 1000 m^2	1,24	0,99	0,2475

Tabela 10. Continuação...

	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
- ANA 2002 [3]	m^3/ 1000 m^2	1,24	0,99	0,2475
- ANA 2002 [4]	m^3/ ton de fluido	1,25	1,00	0,25
- ANA 2002 [5]	m^3/ ton de fluido	1,25	1,00	0,25

[1] – Fonte: Dado 2009.
[2] – Fabricação de tratores de esteira e tratores de uso na construção e mineração/ Galvanoplastia.
[3] – Fabricação de tratores de esteira e tratores de uso na construção e mineração/ Anodização.
[4] – Fabricação de tratores de esteira e tratores de uso na construção e mineração/ Moldagem a frio.
[5] – Fabricação de tratores de esteira e tratores de uso na construção e mineração/ Limpeza de superfícies.

Divisão	29 - FABRICAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES, REBOQUES E CARROCERIAS				
Grupo	291 - FABRICAÇÃO DE AUTOMÓVEIS, CAMIONETAS E UTILITÁRIOS				
Classe	2910-7 - FABRICAÇÃO DE AUTOMÓVEIS, CAMIONETAS E UTILITÁRIOS				
Subclasse	2910-7/01 - FABRICAÇÃO DE AUTOMÓVEIS, CAMIONETAS E UTILITÁRIOS				
	- FORD MOTOR COMPANY BRASIL LTDA [1]	m^3/veículo	4,20		
	- FIAT AUTOMOVEIS SA [2]	m^3/unidade	2,36		
	- GENERAL MOTORS DO BRASIL LTDA [3]	m^3/unidade	7,00	4,8	2,2
	- TOYOTA DO BRASIL LTDA [4]	m^3/veículo	3,72		
	- ANA 2002 [5]	m^3/1000 m^2	1,24	0,99	0,2475
	- ANA 2002 [6]	m^3/1000 m^2	1,24	0,99	0,2475
	- ANA 2002 [7]	m^3/ton de fluido	1,25	1,00	0,25
	- ANA 2002 [8]	m^3/ton de fluido	1,25	1,00	0,25

[1] – Fonte: Relatório de Sustentabilidade (2007).
[2] – Fonte: Site da empresa (2009).
[3] – Fonte: Dado fornecido pela indústria (2009).
[4] – Fonte: Relatório de Sustentabilidade (2009).
[5] – Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários/ Galvanoplastia.
[6] - Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários/ Anodização.
[7] - Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários/ Moldagem a frio.
[8] - Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários/ Limpeza de superfícies.

Tabela 10. Continuação...

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Grupo	292 - FABRICAÇÃO DE CAMINHÕES E ÔNIBUS				
Classe	2920-4 - FABRICAÇÃO DE CAMINHÕES E ÔNIBUS				
Subclasse	2920-4/01 - FABRICAÇÃO DE CAMINHÕES E ÔNIBUS				
	- SCANIA LATIN AMERICA LTDA (1)	m³/ton	9,00		
	- ANA 2002 (2)	$m^3/1000\ m^2$	1,24	0,99	0,2475
	- ANA 2002 (3)	$m^3/1000\ m^2$	1,24	0,99	0,2475
	- ANA 2002 (4)	m^3/ton de fluido	1,25	1,00	0,25
	- ANA 2002 (5)	m^3/ton de fluido	1,25	1,00	0,25

(1) – Fonte: Dado fornecido pela indústria (2009).
(2) – Fabricação de caminhões e ônibus/ Galvanoplastia.
(3) - Fabricação de caminhões e ônibus/ Anodização.
(4) - Fabricação de caminhões e ônibus/ Moldagem a frio.
(5) - Fabricação de caminhões e ônibus/ Limpeza de superfícies.

Grupo	294 - FABRICAÇÃO DE PEÇAS E ACESSÓRIOS PARA VEÍCULOS AUTOMOTORES				
Classe	2941-7 - FABRICAÇÃO DE PEÇAS E ACESSÓRIOS PARA O SISTEMA MOTOR DE VEÍCULOS AUTOMOTORES				
Subclasse	2941-7/00 - FABRICAÇÃO DE PEÇAS E ACESSÓRIOS PARA O SISTEMA MOTOR DE VEÍCULOS AUTOMOTORES				
	- MAHLE METAL LEVE S.A (1)	m³/ton	0,008*		
	- ANA 2002 (2)	$m^3/1000\ m^2$	1,24	0,99	0,2475
	- ANA 2002 (3)	$m^3/1000\ m^2$	1,24	0,99	0,2475
	- ANA 2002 (4)	m^3/ton de fluido	1,25	1,00	0,25
	- ANA 2002 (5)	m^3/ton de fluido	1,25	1,00	0,25

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
(1) - Fonte: Relatório CETESB (2004).
(2) - Fabricação de peças e acessórios para o sistema motor/ Galvanoplastia.
(3) - Fabricação de peças e acessórios para o sistema motor/ Anodização.
(4) - Fabricação de peças e acessórios para o sistema motor/ Moldagem a frio.
(5) - Fabricação de peças e acessórios para o sistema motor/ Limpeza de superfícies.

Classe	2949-2 - FABRICAÇÃO DE PEÇAS E ACESSÓRIOS PARA VEÍCULOS AUTOMOTORES NÃO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE				
Subclasse	2949-2/99 - FABRICAÇÃO DE OUTRAS PEÇAS E ACESSÓRIOS PARA VEÍCULOS AUTOMOTORES NÃO ESPECIFICADAS ANTERIORMENTE				
	- CIE AUTOMETAL (1)	m³/ton	1,385	0,874	0,511
	- ANA 2002 (2)	$m^3/1000\ m^2$	1,24	0,99	0,2475

Tabela 10. Continuação...

	Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
- ANA 2002 (3)	m^3/1000 m^2	1,24	0,99	0,2475
- ANA 2002 (4)	m^3/ton de fluido	1,25	1,00	0,25
- ANA 2002 (5)	m^3/ton de fluido	1,25	1,00	0,25

(1) – Fonte: Dado fornecido pela indústria (2009).
(2) - Fabricação de peças e acessórios de metal para veículos automotores não classificados em outra classe/ Galvanoplastia.
(3) - Fabricação de peças e acessórios de metal para veículos automotores não classificados em outra classe/ Anodização.
(4) - Fabricação de peças e acessórios de metal para veículos automotores não classificados em outra classe/ Moldagem a frio.
(5) - Fabricação de peças e acessórios de metal para veículos automotores não classificados em outra classe/ Limpeza de superfícies.

Divisão	30 - FABRICAÇÃO DE OUTROS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE, EXCETO VEÍCULOS AUTOMOTORES			
Grupo	304 - FABRICAÇÃO DE AERONAVES			
Classe	3041-5 - FABRICAÇÃO DE AERONAVES			
Subclasse	3041-5/00 - FABRICAÇÃO DE AERONAVES			
- EMBRAER (1)	m^3/aeronave	2484,00*	2175,00*	309,00*
- ANA 2002 (2)	m^3/1000 m^2	1,24	0,99	0,2475
- ANA 2002 (3)	m^3/1000 m^2	1,24	0,99	0,2475
- ANA 2002 (4)	m^3/ton de fluido	1,25	1,00	0,25
- ANA 2002 (5)	m^3/ton de fluido	1,25	1,00	0,25

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
(1) – Fonte: Dado fornecido pela indústria (2009).
(2) – Construção e montagem de aeronaves/ Galvanoplastia.
(3) - Construção e montagem de aeronaves/ Anodização.
(4) - Construção e montagem de aeronaves/ Moldagem a frio.
(5) - Construção e montagem de aeronaves/ Limpeza de superfícies.

		Unidade	Retirada	Efluente	Consumo
Divisão	31 - FABRICAÇÃO DE MÓVEIS				
Grupo	310 - FABRICAÇÃO DE MÓVEIS				
Classe	3101-2 - FABRICAÇÃO DE MÓVEIS COM PREDOMINÂNCIA DE MADEIRA				
Subclasse	3101-2/00 - FABRICAÇÃO DE MÓVEIS COM PREDOMINÂNCIA DE MADEIRA				
- CELULOSE IRANI SOCIEDADE ANONIMA (1)		m^3/ton	0,46*		
- ANA 2002 (2)		m^3/ton	25,00	20,00	5,00

* Coeficiente calculado utilizando os dados de vazão e de produção.
(1) – Fonte: Relatório de Sustentabilidade (2008).
(2) – Fabricação de móveis com predominância de madeira/ Fabricação de madeira laminada e em tábuas.

II.3. Minuta da matriz de coeficientes técnicos de recursos hídricos

Após a apresentação e comparação das informações levantadas fez-se análise dos coeficientes disponibilizados e elaborou-se uma minuta da matriz de coeficientes técnicos.

Para a classificação das tipologias industriais utilizou-se a CNAE 2.0 das seções B e C, que correspondem a 29 divisões, 111 grupos e 274 classes. Nos Gráficos 1, 2 e 3 estão apresentadas as porcentagens destas tipologias que possuem dados na minuta da matriz e que não possuem dados.

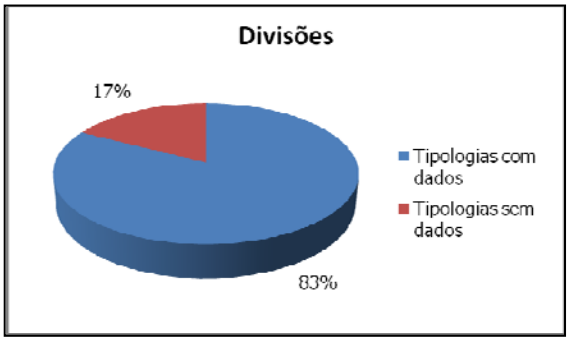


Gráfico 1. Porcentagem das tipologias com e sem dados nas Divisões da CNAE 2.0.

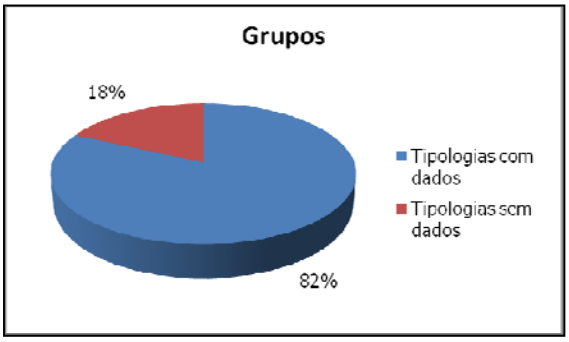


Gráfico 2. Porcentagem das tipologias com e sem dados nos Grupos da CNAE 2.0.

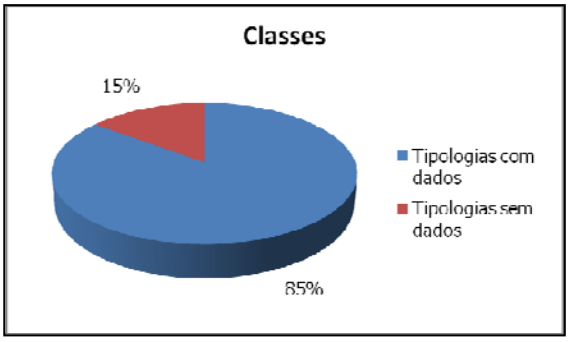


Gráfico 3. Porcentagem das tipologias com e sem dados na Classe da CNAE 2.0.

Pelos resultados apresentados nos Gráficos 1, 2 e 3 observa-se que a minuta da matriz de coeficientes técnicos possui grande representatividade das tipologias das seções B e C, sendo este valor para todos os níveis superior a 80%. Ou seja, de todas as tipologias pertencentes às seções B e C, a minuta da matriz de coeficientes técnicos apresenta dados para mais de 80% destas.

Os dados foram classificados nas tipologias em níveis diferentes, ou seja, alguns coeficientes foram enquadrados na divisão, outros no grupo e na classe. O enquadramento em diferentes níveis é justificado pela disponibilidade de dados e pela diversidade das fontes (indústrias específicas, associações, entre outras). Deste modo, têm-se dados reportados no nível de classe e, outros, no nível de grupo ou divisão. As subclasses não foram adotadas uma vez que são utilizadas apenas pela Administração pública.

Tendo-se em vista a dificuldade de obter dados de vazão de retirada, consumo e de retorno para as atividades industriais do Brasil, adotou-se como critério, para fins de refinamento do levantamento de dados, pesquisa mais detalhada às tipologias de atividades econômicas que representavam, no ano de 2007, 90% da receita liquida de vendas (receita total menos deduções com impostos, contribuições, vendas canceladas, abatimentos e descontos incondicionais) do setor industrial brasileiro, obtidas no endereço http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1998&z=t&o=21, em função da mesma ser mais representativa do que as demais (receita total e bruta). Esta análise indicou a existência de 60 grupos de atividades econômicas que representavam 90% da receita líquida de vendas no Brasil.

Em termos práticos, foi preciso fazer a conversão das tipologias da CNAE 1.0 para a CNAE 2.0, uma vez que na listagem fornecida pelo IBGE os 60 grupos individualizados na CNAE 1.0 corresponderam a 74 grupos na CNAE 2.0, ou seja, existiam alguns grupos na versão antiga da CNAE que correspondiam a dois ou mais grupos na versão 2.0.

Dos 74 grupos de atividades econômicas correspondentes a 90% receita líquida de vendas, a minuta da matriz de coeficientes técnicos apresentou dados para 62 grupos (Tabela 11), representando 84% do valor da receita líquida de vendas para o ano de 2007 no Brasil.

Na Tabela 12 estão apresentados os 12 grupos de atividades econômicas (CNAE 2.0) que não possuem dados na matriz de coeficientes técnicos.

Tabela 11. Valor da receita líquida de vendas (mil reais) segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0) e sua porcentagem (%) para os grupos contemplados na minuta da matriz de coeficientes técnicos.

Grupo da atividade econômica (CNAE 1.0)	**Valor** (mil reais)	**%**
19.2 Fabricação de produtos derivados do petróleo	138.969.202	9,22
29.1 Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários	81.784.409	5,43
10.1 Abate e preparação de produtos de carne	67.361.451	4,47
10.2 Preservação do pescado e fabricação de produtos do pescado		
24.2 Siderurgia	66.035.440	4,38
29.4 Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	51.811.800	3,44
10.4 Fabricação de óleos e gorduras vegetais e animais	45.471.589	3,02
22.2 Fabricação de produtos de materiasl plástico	36.479.932	2,42
10.3 Fabricação de conservas de frutas, legumes e outros vegetais	36.159.745	2,40
11.1 Fabricação de bebidas alcoólicas		
11.2 Fabricação de bebidas não alcoólicas		
20.1 Fabricação de produtos químicos inorgânicos	32.343.552	2,15
10.5 Laticínios	32.118.377	2,13
24.4 Metalurgia de metais não-ferrosos	31.915.442	2,12
07.1 Extração de minério de ferro	31.636.142	2,10
20.3 Fabricação de resinas e elastômeros	30.285.385	2,01
19.3 Fabricação de biocombustíveis	29.501.872	1,96
20.2 Fabricação de produtos químicos orgânicos		
21.1 Fabricação de produtos farmoquímicos	28.620.709	1,90
21.2 Fabricação de produtos farmacêuticos		
10.6 Moagem, fabricação de produtos amiláceos para animais	26.753.365	1,78
10.9 Fabricação de outros produtos alimentícios	24.980.122	1,66

Grupo da atividade econômica (CNAE 1.0)	Valor (mil reais)	%
20.6 Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	22.323.236	1,48
29.2 Fabricação de caminhões e ônibus	22.224.835	1,47
10.7 Fabricação e refino de açúcar	22.183.138	1,47
14.1 Confecção de artigos do vestuário e acessórios	22.087.623	1,47
26.3 Fabricação de equipamentos de comunicação	20.057.795	1,33
28.2 Fabricação de máquinas e equipamentos de uso geral	19.874.432	1,32
20.5 Fabricação de defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários	18.934.096	1,26
17.4 Fabricação de produtos diversos de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado	16.803.879	1,12
22.1 Fabricação de produtos de borracha	16.021.779	1,06
15.3 Fabricação de calçados	15.954.811	1,06
15.4 Fabricação de partes para calçados, de qualquer material		
26.2 Fabricação de equipamentos de informática e periféricos	15.782.458	1,05
17.2 Fabricação de papel, cartolina e papel-cartão	15.590.860	1,03
28.1 Fabricação de motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	14.471.705	0,96
28.3 Fabricação de tratores e de máquinas e equipamentos para a agricultura e pecuária	13.116.848	0,87
20.9 Fabricação de produtos e preparados químicos diversos	12.606.873	0,84
26.8 Fabricação de mídias virgens, magnéticas e ópticas		
30.4 Fabricação de aeronaves	12.150.202	0,81
17.3 Fabricação de embalagens de papel, cartolina, papel-cartão e papelão-ondulado	11.986.611	0,80
29.4 Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	11.931.492	0,79
17.4 Fabricação de produtos diversos de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado	11.533.091	0,77
24.1 Produção de ferro-gusa e de ferroligas	11.523.616	0,76
10.3 Fabricação de conservas de frutas, legumes e outros vegetais	11.234.930	0,75
28.6 Fabricação de máquinas e equipamentos de uso industrial específico	11.130.815	0,74
19.3 Fabricação de álcool	10.986.019	0,73
16.2 Fabricação de produtos de madeira, cortiça e material trançado, exceto móveis	10.833.356	0,72
26.4 Fabricação de aparelhos de recepção, reprodução, gravação e amplificação de áudio e vídeo	9.988.096	0,66
12.2 Fabricação de produtos do fumo	9.820.558	0,65
25.3 Forjaria, estamparia, metalurgia do pó e serviços de tratamento de metais	9.185.802	0,61
28.5 Fabricação de máquinas e equipamentos de uso na extração mineral e construção	9.163.961	0,61
23.4 Fabricação de produtos cerâmicos	8.915.806	0,59
25.1 Fabricação de estruturas metálicas e obras de caldeiraria pesada	8.734.496	0,58
23.2 Fabricação de cimento	8.661.012	0,57
18.1 Atividade de impressão	8.538.662	0,57
18.2 Serviços de pré-impressão e acabamento gráfico		
13.2 Tecelagem, exceto malha	8.452.946	0,56
20.7 Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins	8.316.608	0,55
25.4 Fabricação de artigos de cutelaria, de serralheria e ferramentas	7.539.010	0,50
13.5 Fabricação de artefatos têxteis, exceto vestuário	7.284.295	0,48

Tabela 12. Grupos não contemplados na minuta da matriz de coeficientes técnicos, segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0), englobados nos 90% da receita líquida de vendas no Brasil.

Grupo da atividade econômica
33.1 Manutenção e reparação de máquinas e equipamentos
32.9 Fabricação de produtos diversos
31.0 Fabricação de móveis
30.9 Fabricação de equipamentos de transporte não especificados anteriormente
33.2 Instalação de máquinas e equipamentos
27.5 Fabricação de eletrodomésticos
33.1 Manutenção e reparação de máquinas e equipamentos
27.1 Fabricação de geradores, transformadores e motores elétricos
33.2 Instalação de máquinas e equipamentos
27.3 Fabricação de equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica
29.3 Fabricação de cabines, carrocerias e reboques para veículos automotores
32.5 Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos

Pelos resultados apresentados nas Tabelas 11 e 12 observa-se que a matriz de coeficientes técnicos contempla os setores de maior importância na economia brasileira.

Durante o desenvolvimento do trabalho estabeleceu-se contato com indústrias e associações, esclarecendo dúvidas a respeito das informações enviadas por estas. Para a grande maioria destas não houve nenhuma modificação, no entanto as discussões foram de grande importância para o trabalho.

Os dados foram analisados por tipologia de atividade econômica. Entre as inúmeras análises feitas, uma destas referiu-se às informações obtidas nos relatórios de sustentabilidade publicados anualmente pelas empresas e corporações. Em muitos casos, os dados destes relatórios não puderam ser usados, tendo-se em vista que:

- Apresentavam valores globais de retirada de água ou efluente, sem relacionar dados de produção que permitissem calcular os coeficientes, ou;
- Apresentavam dados globais associados a um grande número de unidades de produção com diferentes produtos.

Cabe destacar que os indicadores de uso de água e geração de efluentes utilizados na maior parte destes relatórios seguem o padrão GRI (global reporting initiative). O padrão inicial do GRI foi apresentado ao mercado no ano 2000, como uma iniciativa dos investidores e organizações não governamentais no sentido de padronizar e ampliar a divulgação de informações de interesse da sociedade relacionadas ao setor produtivo (GRI, 2010). Este padrão vem evoluindo deste então. Os indicadores de uso da água e geração de efluentes são definidos em valor global (metros cúbicos por ano) segundo o GRI.

Embora o valor global tenha o mérito de fornecer o dado absoluto, ele não permite que se faça a correlação com o nível de produção ou com os produtos, que é o objetivo da matriz.

Muitos setores, por sua vez, em função de demandas de mercado, complementam estes relatórios com dados específicos – relativizados à produção (coeficientes), como no caso da siderurgia e celulose e papel. Esta tendência deve se expandir para todos os demais segmentos e, com isso, espera-se que o GRI incorpore estas demandas de mercado nos seus indicadores.

Para que os coeficientes ou seus intervalos apresentados na minuta da matriz fossem representativos da tipologia procurou-se englobar os dados disponibilizados pelas indústrias e associações de forma a retratar a diversidade de produtos e processos industriais. Em vista disso, podem-se observar diferenças expressivas nos dados reportados.

O uso de processos de reutilização de água, adoção de circuitos fechados, fontes alternativas de abastecimento de água, uso de tecnologias diferentes no processo produtivo, entre outras abordagens podem justificar as diferenças expressivas de captação por indústrias pertencentes à mesma tipologia.

Embora não explícitos, tanto o reuso como qualquer outra prática voltada ao uso racional da água está refletida indiretamente na matriz. Ou seja, quando elas são utilizadas o coeficiente de retirada/captação é menor. Destaca-se que a maioria dos setores ainda não tem este descritivo ou consegue correlacionar qual a influência específica de cada um destes aspectos (boas práticas de gestão, ou de tecnologia, por exemplo) na variação do índice (coeficiente).

Considerando as observações citadas anteriormente, na Tabela 13 é apresentada a minuta da matriz de coeficientes técnicos de recursos hídricos para o setor industrial brasileiro.

O ANEXO I apresenta as fontes de todos os dados da minuta da matriz de forma a permitir a rastreabilidade das informações.

Tabela 13. Minuta da Matriz de Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos para o Setor Industrial Brasileiro.

Código CNAE 2.0				Denominação	Coeficientes Técnicos de Uso da Água (m^3/unidade da atividade)				Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		Unidade	Retirada	Consumo	Efluente	
B				INDÚSTRIAS EXTRATIVAS					
	05			EXTRAÇÃO DE CARVÃO MINERAL					
		05.0		Extração de carvão mineral	t produzida	6,25	1,25	5,00	
	07			EXTRAÇÃO DE MINERAIS METÁLICOS					
		07.1		Extração de minério de ferro	t produzida	1,05	0,18 - 1,00	0,87	
		07.2		Extração de minerais metálicos não-ferrosos					
			07.21-9	Extração de minério de alumínio	t produzida		2,91		
			07.22-7	Extração de minério de estanho	t produzida	6,25	1,25	5,00	
			07.23-5	Extração de minério de manganês	t produzida	6,25	1,25	5,00	
			07.24-3	Extração de minério de metais preciosos	t produzida	0,14 - 1,78	0,05 – 1,67	0,14 – 0,37	Água adicional retirada devido a mineração: 0,11 a 2,49 m^3/tonelada
			07.25-1	Extração de minerais radioativos	t produzida	6,25	1,25	5,00	
			07.29-4	Extração de minerais metálicos não-ferrosos não especificados anteriormente	t produzida	1,86	1,58	0,28	
	08			EXTRAÇÃO DE MINERAIS NÃO-METÁLICOS					
		08.1		Extração de pedra, areia e argila	t produzida	0,04-7,64	0,03 – 7,42	0,01 – 0,22	Limite inferior do coeficiente de retirada refere-se à extração de brita e o limite superior do coeficiente de retirada refere-se à extração e beneficiamento de caulim.
		08.9		Extração de outros minerais não-metálicos					
			08.91-6	Extração de minerais para fabricação de adubos, fertilizantes e outros produtos químicos	t produzida	16,4 - 47,5	6,6-13,8	2,6 - 36,8	
			08.92-4	Extração e refino de sal marinho e sal-gema	t produzida	6,25	1,25	5,00	

Continua...

Tabela 13. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Coeficientes Técnicos de Uso da Água (m^3/unidade da atividade)				Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		Unidade	Retirada	Consumo	Efluente	
			08.93-2	Extração de gemas (pedras preciosas e semipreciosas)	t produzida	6,25	1,25	5,00	
			08.99-1	Extração de minerais não-metálicos não especificados anteriormente	t produzida	6,25	1,25	5,00	
C				INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO					
	10			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS					
		10.1		Abate e fabricação de produtos de carne					
			10.11-2	Abate de reses, exceto suínos	t animal vivo	2,00	0,25	1,75	Coeficiente de retirada igual a 1m^3 por animal abatido foi convertido adotando-se que peso médio de 500 kg (IBGE, 2010)
			10.12-1	Abate de suínos, aves e outros pequenos animais	t animal vivo	4,00-12,00	0,50 - 1,50	3,50 - 10,50	Coeficiente de retirada de 0,4 a 1,2 m^3 por animal abatido por animal abatido foi convertido adotando-se que peso médio de 100 kg (IBGE, 2010). Para abate de aves deve-se adotar o limite inferior do intervalo apresentado.
			10.13-9	Fabricação de produtos de carne	t produzida	12,00	1,50	10,50	
			10.13-9	Fabricação de produtos de carne	t produzida	12,00	1,50	10,50	
		10.2		Preservação do pescado e fabricação de produtos do pescado	t produzida	12,50	2,50	10,00	
		10.3		Fabricação de conservas de frutas, legumes e outros vegetais	t matéria-prima	18,75	3,75	15,00	
		10.4		Fabricação de óleos e gorduras vegetais e animais	t matéria-prima	0,2-14	-	0,2-14	Dados referentes a óleos e gorduras vegetais.
		10.5		Laticínios	m^3 de leite	1,1-2,0	-	1,6-2,2	O efluente apresentado é superior ao de captação uma vez que há produção de soro.

Continua...

Tabela 13. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Coeficientes Técnicos de Uso da Água (m^3/unidade da atividade)				Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		Unidade	Retirada	Consumo	Efluente	
		10.6		Moagem, fabricação de produtos amiláceos e de alimentos para animais	t produzida	1,7-3,0	0,3-1,2	1,4-1,8	
		10.7		Fabricação e refino de açúcar	t de açúcar	16,7	16,7	-	
					t de cana processada	2,0	2,0	-	
		10.9		Fabricação de outros produtos alimentícios	t produzido	1,8-30,0	0,36-6,0	1,44-24	
	11			FABRICAÇÃO DE BEBIDAS					
		11.1		Fabricação de bebidas alcoólicas					
			11.11-9	Fabricação de aguardentes e outras bebidas destiladas	m^3 produzido	1,24	0,47	0,77	
			11.12-7	Fabricação de vinho	t de uva	2,5	0,5	2,0	
			11.13-5	Fabricação de malte, cervejas e chopes	m^3 produzido	4,0-5,4	0,8 -1,2	3,2-4,3	Foi feita estimativa de efluente para o limite superior adotando-se a geração de efluente igual a 78% do coeficiente de retirada.
		11.2		Fabricação de bebidas não alcoólicas	m^3 produzido	1,6-2,1	0,6-0,7	1,1-1,4	
	12			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DO FUMO	t matéria-prima	31,25	6,25	25,00	
	13			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS TÊXTEIS					
		13.1		Preparação e fiação de fibras têxteis	t produzida	115 - 118	22-23	93 - 96	Intervalos apresentados para fiação integrada (fabricação de fios crus mais beneficiamento). Fabricação de fios crus o coeficiente de retirada, consumo e efluente são respectivamente: 11,56 – 14,57 m^3/ton, 1,41 – 2,01 m^3/ton e 10,15 – 12,55 m^3/ton. Beneficiamento de fios: 103,87, 20,47 e 83,39 m^3/ton.

Continua...

Tabela 13. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Coeficientes Técnicos de Uso da Água (m^3/unidade da atividade)				Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		Unidade	Retirada	Consumo	Efluente	
		13.2		Tecelagem, exceto malha	t produzida	42 - 48	7 - 8	35-40	Dados para tecelagem integrada (fabricação de tecidos planos crus mais processo de beneficiamento de tecidos planos). Fabricação de tecidos planos crus o coeficiente de retirada, consumo e efluente são respectivamente: 13,3 – 19,2, 1,7 – 2,9, 11,6 – 16,3 m^3/ton. Beneficiamento de tecidos beneficiado iguais a: 28,96, 5,5 e 23,4 m^3/ton.
		13.3		Fabricação de tecidos de malha	t produzida	36	6	30	Dados de malharia Integrada (processos de fabricação de tecidos de malha mais processo de beneficiamento de malhas). Os intervalos referentes à fabricação de malha crua o coeficiente de retirada, consumo e efluente são respectivamente: 17,5, 2,7 e 14,8 m^3/ton. Beneficiamento de malha: 18,9, 3,5 e 15,4 m^3/ton.
		13.4		Acabamentos em fios, tecidos e artefatos têxteis	t produzida	19 - 104	3,5-20	15-83	Dados para beneficiamento de fios, tecidos e malhas.
		13.5		Fabricação de artefatos têxteis, exceto vestuário	mil peças	2,1 - 8,2	1,80 - 6,90	0,30 - 1,30	Dados para linha lar e artigos técnicos.
	14			CONFECÇÃO DE ARTIGOS DO VESTUÁRIO E ACESSÓRIOS					
		14.1		Confecção de artigos do vestuário e acessórios	mil peças	11,9	2,2	9,8	
		14.2		Fabricação de artigos de malharia e tricotagem	mil peças	3,32	0,64	2,68	Dados para meias e acessórios.
	15			PREPARAÇÃO DE COUROS E FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE COURO, ARTIGOS PARA VIAGEM E CALÇADOS					
		15.1		Curtimento e outras preparações de couro	pele processada	0,47-1,0	-	0,47-1,0	
		15.3		Fabricação de calçados	par de calçados	0,0021	0,0004	0,0017	

Continua...

Tabela 13. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Coeficientes Técnicos de Uso da Água (m^3/unidade da atividade)				Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		Unidade	Retirada	Consumo	Efluente	
		15.4		Fabricação de partes para calçados, de qualquer material	par de calçados	0,0038	0,0008	0,003	
	16			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MADEIRA					
		16.2		Fabricação de produtos de madeira, cortiça e material trançado, exceto móveis	1000 m^3 madeira	3,2	0,84	2,36	
	17			FABRICAÇÃO DE CELULOSE, PAPEL E PRODUTOS DE PAPEL					
		17.1		Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	TSA - tonelada seca ao ar	25,9-46,8	3,2-5,8	22,7-41	
		17.2		Fabricação de papel, cartolina e papel-cartão	t papel	10-46,3	1,8-8,4	8,2-37,9	
		17.3		Fabricação de embalagens de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado	t papel	0,46	0,33	0,13	
		17.4		Fabricação de produtos diversos de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado	t papel	13 - 27	4 - 9	9,0 -18,0	
	18			IMPRESSÃO E REPRODUÇÃO DE GRAVAÇÕES	t material acabado	0,17-9	0,03-1,8	0,14-7,2	
	19			FABRICAÇÃO DE COQUE, DE PRODUTOS DERIVADOS DO PETRÓLEO E DE BIOCOMBUSTÍVEIS					
		19.1		Coquerias	t coque	12,4	2,5	9,9	
		19.2		Fabricação de produtos derivados do petróleo	barris petróleo	0,188	0,038	0,15	
		19.3		Fabricação de biocombustíveis	t cana processada	2,00	2,00	-	

Continua...

Tabela 13. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Coeficientes Técnicos de Uso da Água (m^3/unidade da atividade)				Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		Unidade	Retirada	Consumo	Efluente	
	20			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS					
		20.1		Fabricação de produtos químicos inorgânicos	t produzida	3 – 16	2 - 12	2- 4	
		20.2		Fabricação de produtos químicos orgânicos	t produzida	2 - 70	1 - 30	2 - 40	Adotou-se o intervalo apresentado para produtos químicos intermediários para plastificantes, resinas e fibras que apresenta a faixa mais ampla. Produtos químicos orgânicos não especificados (retirada = 2 - 15 m^3/ton, efluente = 1 - 11 m^3/ton) Produtos petroquímicos básicos (retirada = 4 - 17 m^3/ton, efluente= 2 – 13 m^3/ton).
		20.3		Fabricação de resinas e elastômeros	t produzida	2 - 15	1 - 11	1 - 4	
		20.4		Fabricação de fibras artificiais e sintéticas	t produzida	1,25	0,25	1,00	
		20.5		Fabricação de defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários	t produzida	10,3	3,3	7,0	
		20.6		Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	t produzida	1,2 - 1,7	0,6 - 0,8	0,6 - 0,9	
		20.7		Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins	t produzida	1	0,7	0,3	
		20.9		Fabricação de produtos e preparados químicos diversos	t produzida	0,50 - 60,0	0,00 - 10,0	0,50 - 50,0	
	21			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS FARMOQUÍMICOS E FARMACÊUTICOS	t produzida	312,5	62,5	250,0	
		22.1		Fabricação de produtos de borracha	t produzida	16,2	3,2	13,0	Foi adotado o valor de 20% do coeficiente de retirada para a estimativa do coeficiente de consumo.

Continua...

Tabela 13. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Coeficientes Técnicos de Uso da Água (m^3/unidade da atividade)				Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		Unidade	Retirada	Consumo	Efluente	
		22.2		Fabricação de produtos de material plástico	t produzida	0,23	0,05	0,18	Foi adotado o valor de 20% do coeficiente de retirada para a estimativa do coeficiente de consumo.
	23			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MINERAIS NÃO-METÁLICOS					
		23.1		Fabricação de vidro e de produtos do vidro	t produzida	0,3-10	0,1	0,2-9,9	
		23.1		Fabricação de vidro e de produtos do vidro	t produzida	0,3-10	0,1	0,2-9,9	
		23.2		Fabricação de cimento	t produzida	0,08-0,40	0,08-0,40	-	O limite inferior refere-se a processo de produção de cimento a seco.
		23.3		Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e materiais semelhantes	m^3 de concreto	0,25	0,25	-	Dados válidos para artefatos de concreto.
		23.4		Fabricação de produtos cerâmicos	peça (louça sanitária)	0,0471	0,01	0,0371	Foi adotado o valor de 20% do coeficiente de retirada para a estimativa do coeficiente de consumo.
		23.9		Aparelhamento de pedras e fabricação de outros produtos de minerais não-metálicos	t produzida	0,41-7,27	0,08-1,45	0,33-5,82	Limite inferior utilizado para fabricação de cal. Limite superior utilizado para aparelhamento de pedras. Foi adotado o valor de 20% do coeficiente de retirada para a estimativa do coeficiente de consumo.
	24			METALURGIA					
		24.1		Produção de ferro-gusa e de ferroligas	t produzida	1,25	0,25	1,00	
		24.2		Siderurgia	t aço bruto	33,6	8,7	24,7	Dados para valores médios. Limite mínimo para o coeficiente de retirada, consumo e efluente são iguais, respectivamente a: 1,37 m^3/t, 1,23 m^3/t, 0,08 m^3/t, e os limites superiores iguais a: 81,68 m^3/t, 26,93 m^3/t e 79,39 m^3/t.
		24.3		Produção de tubos de aço, exceto tubos sem costura	t produzida	1,25-52,5	0,25-10,5	1,0-42,0	

Continua...

Tabela 13. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Coeficientes Técnicos de Uso da Água (m^3/unidade da atividade)				Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		Unidade	Retirada	Consumo	Efluente	
		24.4		Metalurgia dos metais não-ferrosos	t produzida	1,24-3,5	0,25-0,7	0,99-2,8	
		24.5		Fundição	t produzida	5	1	4	Foi adotado o valor de 20% do captado para estimar o consumo.
	25			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE METAL, EXCETO MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	t produzida	2,65	1,24	1,41	
	26			FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA, PRODUTOS ELETRÔNICOS E ÓPTICOS	Unidade produzida	0,0985	0,0197	0,0788	Para estimar o coeficiente de geração de efluente utilizou-se 80% do coeficiente de retirada.
	28			FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	Unidade produzida	2,2-9,7	0,4-1,9	1,8 -7,8	Foi adotado o valor de 20% do coeficiente de retirada para estimar o consumo.
	29			FABRICAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES, REBOQUES E CARROCERIAS					
		29.1		Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários	Unidade produzida	2,6-5	0,47-0,9	2,13-4,1	
		29.2		Fabricação de caminhões e ônibus	Unidade produzida	9	1,6	7,3	
		29.4		Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	t produzida	1,39	0,53	0,87	
	30			FABRICAÇÃO DE OUTROS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE, EXCETO VEÍCULOS AUTOMOTORES					
		30.4		Fabricação de aeronaves	Unidade produzida	2484	309	2175	

Destaca-se que não foi possível representar todas as tipologias englobadas no estudo tendo-se em vista que não foram obtidas informações para todas as tipologias de atividades econômicas. Quando disponíveis, para complementar as lacunas existentes, foram utilizados os dados de outras metodologias, como a proposta por ANA (2002) e Integrated Pollution Prevention and Control – IPPC (IPPC, 2006).

A apresentação dos dados em forma de intervalo ou como número médio foi feita em função do modo como o dado foi fornecido ou publicado e da avaliação dos valores reportados. Quando houve grande variação dos coeficientes, optou-se por apresentar faixas.

Para as indústrias cuja produção contemplava dois ou mais produtos, sua classificação foi feita analisando qual destes produtos representava a maior produção da empresa, critério sugerido pela Comissão de Classificação Nacional (IBGE, 2010). Como exemplo da utilização deste critério foi o enquadramento da Companhia Vale do Rio Doce (Vale) na tipologia 07.1 - Extração de minério de ferro, uma vez que os dados disponíveis no relatório de sustentabilidade foram para a produção de diversos produtos como o manganês, cobre, bauxita, entre outros, porém, a maior parte da produção (85%) é referente à extração de minério de ferro.

Em outras situações, quando a diversificação de produtos era muito grande, como é o caso de empresas de grande e médio porte, a exemplo da Nestlé, embora tendo dados relativos aos coeficientes no relatório de responsabilidade social não foi possível cadastrá-los devido à impossibilidade de se definir qual seria a tipologia representativa da empresa.

Como mostrado na Tabela 13, a primeira tipologia com dados refere-se ao grupo 05.0 – Extração de carvão mineral, e que tem como fonte os coeficientes propostos pela ANA (2002) para esta classe. A utilização dos dados da ANA (2002) para fins de preenchimento da matriz ocorreu apenas quando estes eram os únicos valores reportados/disponíveis.

Observa-se que os dados apresentados pela ANA (2002), para esta tipologia e todas as outras da seção de indústrias extrativistas (B) são os mesmos valores do grupo. Os valores reportados por indústrias brasileiras por sua vez, apresentam grande diferença entre os coeficientes para estas tipologias. Os coeficientes de retirada apresentados pelas diferentes tipologias dentro da seção B variaram de 0,04 m^3/t produzida até 47,5 m^3/t produzida. Já o dado apresentado pela ANA (2002) é de 6,25 m^3/t produzida. Esta situação evidencia a necessidade de que a matriz proposta neste trabalho, apesar de inédita no Brasil, seja objeto de atualização.

Os coeficientes da classe 07.10-3 – Extração de minério de ferro foram classificados no grupo 07.1 - Extração de minério de ferro, pelo fato de neste grupo existir somente esta classe. Neste caso, o dado do classe torna-se representativo do grupo.

Os dados reportados pela indústria brasileira para esta tipologia, por exemplo, são muito menores dos que os valores reportados pela ANA (2002).

Os coeficientes fornecidos na matriz referentes ao limite inferior da tipologia 08.1 - Extração de pedra, areia e argila refere-se à extração de brita. Neste processo, a água é empregada principalmente para a umectação de estradas, abatimento de poeira do

processo e lavagem de equipamentos. Segundo dados reportados, não há geração de efluentes.

Outra observação a ser feita é que a soma dos coeficientes de retorno e consumo não é igual ao coeficiente de retirada em alguns casos. Isto se deve ao fato que as fontes de dados são compiladas de diversas unidades ou processos. No caso das indústrias individualmente, o coeficiente de retirada deve ser necessariamente igual à soma dos coeficientes de consumo e retorno.

Na seção indústrias de transformação, para as classes 10.11-2 - Abate de reses, exceto suínos, e 10.12-1 - Abate de suínos, aves e outros pequenos animais foi necessário converter a unidade de m^3 por animal abatido para m^3 por tonelada de animal vivo, de forma a permitir a comparação com os dados de outras fontes. Entre as informações obtidas de fontes internacionais, destacam-se os dados da ANA (2002) e do IPPC (2009), sendo que os dados da segunda fonte se aproximam mais dos valores reportados no Brasil para a classe 10.11-2. No entanto, mesmo assim são, em média, três vezes superiores ao da matriz para o coeficiente de retirada. Já os dados da ANA (2002) são 10 vezes maiores, mostrando claramente que os mesmos, apesar de muito utilizados, não refletem a realidade do setor industrial brasileiro.

As fontes dos dados da matriz para as tipologias citadas anteriormente referem-se aos guias técnicos da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), que têm o intuito de incentivar e orientar a adoção de tecnologias mais limpas nos diversos setores produtivos da indústria, além de fornecer uma ferramenta de auxilio para difusão e aplicação do conceito de produção mais limpa (P+L).

Para a tipologia 10.7, o coeficiente é apresentado tanto com a unidade de tonelada de açúcar (produto) como por tonelada de cana processada (matéria-prima), oferecendo maior flexibilidade às informações da referida tipologia, o que é fundamental para evitar erros nas conversões de unidades, caso seja necessário.

O setor de bebidas (divisão 11 – Fabricação de bebidas) é um dos que mais disponibilizam informações. As indústrias classificadas nestas tipologias são, na sua maioria, empresas de grande porte e disponibilizam estes dados nos relatórios anuais e de sustentabilidade. Os dados reportados pelo setor são muito próximos, indicando certa uniformidade quanto ao uso da água nesta tipologia.

Os dados referentes à fabricação de bebidas não-alcoólicas foram enquadrados no grupo 11.2, uma vez que das classes pertencentes a esse grupo (11.21-6 - Fabricação de águas envasadas e 11.22-4 - Fabricação de refrigerantes e de outras bebidas não-alcóolicas) dispunha-se de informações apenas para a fabricação de refrigerantes. Adotou-se que esta classe é representativa do grupo.

Para algumas tipologias não foi possível fazer a comparação com dados da ANA (2002) em razão das unidades apresentadas tornarem as conversões imprecisas, o que reflete a inconsistência das unidades. Exemplo é o dado apresentado para a divisão 26 - Fabricação de equipamentos de informática, na qual se tem produtos eletrônicos e ópticos, sendo que na matriz a unidade apresentada é m^3/unidade enquanto que os dados da ANA (2002) são em $m^3.1000\ m^{-2}$ e $m^3.t^{-1}$ de fluido. Ressalta-se que para esta tipologia o consumo de água na atividade industrial refere-se quase que exclusivamente à utilização para fins sanitários, motivo pelo qual adotou-se percentual de 80% para a

relação vazão efluente/vazão de retirada e de 20% para a relação vazão consumida/vazão de retirada.

Após a análise dos resultados da minuta da matriz de coeficientes técnicos de recursos hídricos para as tipologias de atividades econômicas do setor industrial brasileiro, verificou-se que, de modo geral, a adoção de metodologias/procedimentos baseados em dados internacionais superestima os coeficientes de retirada, consumo e efluentes associados às indústrias brasileiras.

Comprovou-se, também, que os dados apresentados pelo IPPC (IPPC 2009), comparado às outras fontes disponíveis, são os mais indicados para representar a realidade do setor industrial brasileiro quando da inexistência de dados específicos das indústrias nacionais.

II.4. Matriz de coeficientes técnicos de recursos hídricos

Após a estruturação e preenchimento da minuta da matriz de coeficientes técnicos de recursos hídricos para o setor industrial esta foi apresentada durante a oficina II, realizada no dia 13 de setembro de 2010, em São Paulo, na sede da Confederação Nacional da Indústria (CNI).

Entre os setores usuários de recursos hídricos representados na oficina II, destacam-se: papel e celulose (Associação Brasileira Técnica de Papel e Celulose - ABTCP), siderúrgico (Instituto Aço Brasil – IAB), setor de químicos (Associação Brasileira da Indústria Química - ABIQUIM), têxtil (Associação Brasileira da Indústria Têxtil – ABIT), alimentício (Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação – ABIA), bebidas (Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não - Alcoólicas – ABIR), petroquímico (Petrobrás), setor sucro–alcooleiro (União das Indústrias de Cana-de-Açúcar), setor energético (Associação Brasileira de Concessionárias de Energia Elétrica – ABCE), cimento (Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP), higiene (ABIHPEC – Associação Brasileira da Indústria da Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos), alumínio (ABAL – Associação Brasileira do Alumínio) e mineração (Ibram).

A preparação da oficina consistiu da compilação e revisão de todos os dados utilizados para compor a minuta da matriz de coeficientes técnicos de recursos hídricos para o setor industrial brasileiro. A revisão também contou com a consulta e participação dos membros de associações e empresas, o que permitiu estabelecer discussões a respeito da representatividade destes. A seguir foi feita uma contextualização do trabalho e apresentado os resultados obtidos.

É importante destacar que não foi desenvolvida uma metodologia de estimativa de consumo ou retirada de água para as diferentes atividades econômicas. Deste modo, a composição da matriz depende de dados divulgados em relatórios de sustentabilidade, sites de empresas e associações, publicações científicas ou outras fontes.

Durante a realização da oficina II, a Gerente de Meio Ambiente da CNI destacou a parceria do setor industrial com a SRHU/MMA para a elaboração do estudo de coeficientes técnicos e o papel da CNI como facilitadora do contato da equipe da FUNARBE com as Associações Setoriais para a busca de informações. Enfatizou que a reunião é o encerramento de um processo e a oportunidade de avaliar e calibrar a informação que será divulgada.

O Diretor de Recursos Hídricos da SRHU/MMA contextualizou o estudo no âmbito do Plano Nacional de Recursos Hídricos, colocando que os resultados serão encaminhados ao CNRH e poderão ser insumo para:

(i) Ações de planejamento do setor público, e

(ii) Para incentivar ações de melhoria na eficiência do uso da água do setor privado.

A FUNARBE apresentou os avanços alcançados até o momento, decorrentes das consultas aos dados primários e secundários destacando a interação com as associações setoriais. Entre os comentários gerais aportados, esteve a dificuldade na apropriação dos dados de outorga pelo uso dos recursos hídricos, tendo em vista que a outorga normalmente não é associada a dados de produção.

Foi distribuída uma minuta da matriz, apresentada na Tabela 13, para balizar a discussão. No documento apresentado, já estavam inseridas as contribuições dos setores decorrentes do diálogo entre a equipe da FUNARBE e as Associações Setoriais. Reiteradas vezes foi destacado que o esforço feito foi de sistematizar a informação existente, mas que é necessário dar seguimento a esse processo para criar bases de informação ajustadas a essa demanda e calibrar os resultados já alcançados.

Durante a discussão foram destacados pelos representantes do setor produtivo os seguintes aspectos:

A limitação da classificação CNAE para a realização desse tipo de estudo, tendo em vista que em diversas situações as unidades industriais produzem diferentes produtos, o que impossibilitou conformar uma boa base de referência. Entre os exemplos dados estão: o caso alumínio-bauxita, o caso das plantas integradas de papel e celulose, entre outros.

A necessidade de que, a partir dessa discussão, seja iniciado um diálogo com o Governo sobre a possibilidade de compatibilização do formato da CNAE com as demandas de informação para aferir a pressão sobre os recursos hídricos (e talvez demais recursos naturais). Para esse diálogo foi sugerida a participação do IBGE, que possui uma base de dados significativa. O IBGE utiliza dados por produto e os órgãos gestores utilizam dados por tipologia industrial, o que dificulta o uso e comparação dos dados.

A discussão sobre a utilização das médias ou de faixas (valores máximos e mínimos para os valores de retirada, consumo e lançamento) pautou-se pela preocupação de manter a qualidade da informação apresentada. A tendência foi pelo uso das faixas. Dados com grandes faixas de amplitude foram justificados nas notas explicativas. Na maior parte isso se deve à diversidade de processos produtivos e de processos agrupados em cada classe, padrões tecnológicos ou de gestão diferenciados.

O uso de faixas é mais indicado que o uso de médias, quando é possível fazer a associação do processo/tecnologia com os valores previstos na faixa. Este fato contribui para a qualidade dos estudos de cenários nos planos de recursos hídricos e possibilita uma referência mais clara para a avaliação das empresas sobre seu desempenho no uso dos recursos hídricos em seus processos. Por outro lado grandes faixas dificultam o uso dos dados agrupados, conforme classificação da CNAE.

A geração e divulgação de informações mais precisas sobre o uso da água nas unidades industriais são fundamentais, quer seja para a gestão publica, quer seja para os consumidores, acionistas e mercado em geral.

Por outro lado, o desenvolvimento e implementação de um banco de dados que permita a sua comparação em uma mesma base também é uma necessidade importante para os órgãos gestores e para as empresas.

Aspectos específicos e encaminhamentos feitos na oficina pelos representantes dos setores presentes foram os seguintes:

- Mineração: necessidade de achar um enquadramento para as águas de rebaixamento de lençol freático que, segundo os representantes do setor, não se enquadram em retirada, consumo ou lançamento.

- Papel e Celulose: necessidade de agregar informações sobre as unidades integradas papel-celulose. Essas informações serão repassadas pela ABCP, mantendo atenção para a unidade de referência.
- Indústria Química: programa de regulação voluntária da ABQUIM, sendo o exemplo de um setor que vem respondendo a pressão do mercado e que tem grande diversidade de produtos. Segundo as informações apresentadas, os dados do setor são rastreáveis. Entretanto é necessária uma revisão da ABQUIM sobre a compatibilização das informações enviadas e a classificação CNAE.
- Aço: necessidade de destacar com relação aos valores enviados, se possível, o uso da água do mar para refrigeração. Tais comentários e valores deverão ser apontados na coluna comentários da matriz.

Após as discussões apresentadas durante a oficina II e as contribuições enviadas pelos setores na Tabela 14 é apresentada a matriz de coeficientes técnicos de recursos hídricos para o setor industrial brasileiro. Enfatiza-se que todas as contribuições advindas da oficina II, após análise técnica e consolidação da equipe da Funarbe/UFV, foram incorporadas na matriz.

O ANEXO II apresenta as fontes de todos os dados da matriz de forma a permitir a rastreabilidade das informações.

Tabela 14. Matriz de Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos para o Setor Industrial Brasileiro.

Código CNAE 2.0				Denominação	Coeficientes Técnicos de Uso da Água (m^3/unidade da atividade)				Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		Unidade	Retirada	Consumo	Efluente	
B				INDÚSTRIAS EXTRATIVAS					
	05			EXTRAÇÃO DE CARVÃO MINERAL					
		05.0		Extração de carvão mineral	t produzida	6,25	1,25	5,00	
	07			EXTRAÇÃO DE MINERAIS METÁLICOS					
		07.1		Extração de minério de ferro	t produzida	1,05	0,18 - 1,00	0,87	
		07.2		Extração de minerais metálicos não-ferrosos					
			07.21-9	Extração de minério de alumínio	t produzida	3,42	2,91	0,51	Adotou-se para captação e efluente a mesma relação da classe de minerais metálicos não ferrosos.
			07.22-7	Extração de minério de estanho	t produzida	6,25	1,25	5,00	
			07.23-5	Extração de minério de manganês	t produzida	6,25	1,25	5,00	
			07.24-3	Extração de minério de metais preciosos	t produzida	0,14 - 1,78	0,05 – 1,67	0,14 – 0,37	Água adicional retirada devido a mineração: 0,11 a 2,49 m^3/tonelada
			07.25-1	Extração de minerais radioativos	t produzida	6,25	1,25	5,00	
			07.29-4	Extração de minerais metálicos não-ferrosos não especificados anteriormente	t produzida	1,86	1,58	0,28	
	08			EXTRAÇÃO DE MINERAIS NÃO-METÁLICOS					
		08.1		Extração de pedra, areia e argila	t produzida	0,04-7,64	0,03 – 7,42	0,01 – 0,22	Limite inferior do coeficiente de retirada refere-se à extração de brita e o limite superior do coeficiente de retirada refere-se à extração e beneficiamento de caulim.
		08.9		Extração de outros minerais não-metálicos					
			08.91-6	Extração de minerais para fabricação de adubos, fertilizantes e outros produtos químicos	t produzida	16,4 - 47,5	6,6-13,8	2,6 - 36,8	
			08.92-4	Extração e refino de sal marinho e sal-gema	t produzida	6,25	1,25	5,00	

Continua...

Tabela 14. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Coeficientes Técnicos de Uso da Água (m^3/unidade da atividade)				Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		Unidade	Retirada	Consumo	Efluente	
			08.93-2	Extração de gemas (pedras preciosas e semipreciosas)	t produzida	6,25	1,25	5,00	
			08.99-1	Extração de minerais não-metálicos não especificados anteriormente	t produzida	6,25	1,25	5,00	
C				INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO					
	10			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS					
		10.1		Abate e fabricação de produtos de carne					
			10.11-2	Abate de reses, exceto suínos	t animal vivo	2,00	0,25	1,75	Coeficiente de retirada igual a 1m^3 por animal abatido foi convertido adotando-se peso médio de 500 kg por animal (IBGE, 2010)
			10.12-1	Abate de suínos, aves e outros pequenos animais	t animal vivo	4,0-12,0	0,5 - 1,5	3,5 - 10,5	Coeficiente de retirada de 0,4 a1,2 m^3 por animal abatido foi convertido adotando-se peso médio de 100 kg por animal (IBGE, 2010). Para abate de aves deve-se adotar o limite inferior do intervalo apresentado.
			10.13-9	Fabricação de produtos de carne	t produzida	12,0	1,5	10,5	
		10.2		Preservação do pescado e fabricação de produtos do pescado	t produzida	12,5	2,5	10,0	
		10.3		Fabricação de conservas de frutas, legumes e outros vegetais	t matéria-prima	18,75	3,75	15,00	
		10.4		Fabricação de óleos e gorduras vegetais e animais	t matéria-prima	0,2-14	-	0,2-14	Dados referentes a óleos e gorduras vegetais.
		10.5		Laticínios	m^3 de leite	1,1-2,0	-	1,6-2,2	O efluente apresentado é superior ao de captação uma vez que há produção de soro.
		10.6		Moagem, fabricação de produtos amiláceos e de alimentos para animais	t produzida	1,7-3,0	0,3-1,2	1,4-1,8	
		10.7		Fabricação e refino de açúcar	t de açúcar	17,0	17,0	-	Valor médio
					t de cana processada	8,0 - 35,0	8,0 - 35,0	-	Usinas novas/modernas (limite inferior), e usinas antigas (limite superior).

Continua...

Tabela 14. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Coeficientes Técnicos de Uso da Água (m^3/unidade da atividade)				Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		Unidade	Retirada	Consumo	Efluente	
		10.9		Fabricação de outros produtos alimentícios	t produzido	4,72	0,95	3,78	
	11			FABRICAÇÃO DE BEBIDAS					
		11.1		Fabricação de bebidas alcoólicas					
			11.11-9	Fabricação de aguardentes e outras bebidas destiladas	m^3 produzido	1,24	0,47	0,77	
			11.12-7	Fabricação de vinho	t de uva	2,5	0,5	2,0	
			11.13-5	Fabricação de malte, cervejas e chopes	m^3 produzido	4,0-5,4	0,8 -1,2	3,2-4,3	Foi feita estimativa de efluente para o limite superior adotando-se a geração de efluente igual a 78% do coeficiente de retirada.
		11.2		Fabricação de bebidas não-alcoólicas	m^3 produzido	1,4 - 3,0	0,9	0,5 - 2,1	
	12			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DO FUMO	t matéria-prima	31,25	6,25	25,00	
	13			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS TÊXTEIS					
	13			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS TÊXTEIS					
		13.1		Preparação e fiação de fibras têxteis	t produzida	115 - 118	22-23	93 - 96	Intervalos apresentados para fiação integrada (fabricação de fios crus mais beneficiamento). Fabricação de fios crus o coeficiente de retirada, consumo e efluente são respectivamente: 11,56 – 14,57 m^3/ton, 1,41 – 2,01 m^3/ton e 10,15 – 12,55 m^3/ton. Beneficiamento de fios: 103,87, 20,47 e 83,39 m^3/ton.

Continua...

Tabela 14. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Coeficientes Técnicos de Uso da Água (m^3/unidade da atividade)				Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		Unidade	Retirada	Consumo	Efluente	
		13.2		Tecelagem, exceto malha	t produzida	42 - 48	7 - 8	35-40	Dados para tecelagem integrada (fabricação de tecidos planos crus mais processo de beneficiamento de tecidos planos). Fabricação de tecidos planos crus o coeficiente de retirada, consumo e efluente são respectivamente: 13,3 – 19,2, 1,7 – 2,9, 11,6 – 16,3 m^3/ton. Beneficiamento de tecidos beneficiado iguais a: 28,96, 5,5 e 23,4 m^3/ton.
		13.3		Fabricação de tecidos de malha	t produzida	36	6	30	Dados de malharia Integrada (processos de fabricação de tecidos de malha mais processo de beneficiamento de malhas). Os intervalos referentes à fabricação de malha crua o coeficiente de retirada, consumo e efluente são respectivamente: 17,5; 2,7 e 14,8 m^3/ton. Beneficiamento de malha: 18,9; 3,5 e 15,4 m^3/ton.
		13.4		Acabamentos em fios, tecidos e artefatos têxteis	t produzida	19 - 104	3,5-20	15-83	Dados para beneficiamento de fios, tecidos e malhas.
		13.5		Fabricação de artefatos têxteis, exceto vestuário	mil peças	2,1 - 8,2	1,8 - 6,9	0,3 - 1,3	Dados para linha lar e artigos técnicos.
	14			CONFECÇÃO DE ARTIGOS DO VESTUÁRIO E ACESSÓRIOS					
		14.1		Confecção de artigos do vestuário e acessórios	mil peças	11,9	2,2	9,8	
		14.2		Fabricação de artigos de malharia e tricotagem	mil peças	3,32	0,64	2,68	Dados para meias e acessórios.
	15			PREPARAÇÃO DE COUROS E FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE COURO, ARTIGOS PARA VIAGEM E CALÇADOS					
		15.1		Curtimento e outras preparações de couro	pele processada	0,47-1,0	-	0,47-1,0	

Continua...

Tabela 14. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Coeficientes Técnicos de Uso da Água (m^3/unidade da atividade)				Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		Unidade	Retirada	Consumo	Efluente	
		15.3		Fabricação de calçados	par de calçados	0,0021	0,0004	0,0017	
		15.4		Fabricação de partes para calçados, de qualquer material	par de calçados	0,0038	0,0008	0,003	
	16			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MADEIRA					
		16.2		Fabricação de produtos de madeira, cortiça e material trançado, exceto móveis	1000 m^3 madeira	3,2	0,84	2,36	
	17			FABRICAÇÃO DE CELULOSE, PAPEL E PRODUTOS DE PAPEL					
		17.1		Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	TSA - tonelada seca ao ar	25,9-46,8	3,2-5,8	22,7-41	
		17.2		Fabricação de papel, cartolina e papel-cartão	t papel	10-46,3	1,8-8,4	8,2-37,9	Para fábricas integradas (produção de celulose e papel) às faixas são: 38,0 - 63,0 m^3/t de papel, 4,0 -21,0 m^3/t de papel, 34 - 42,0 m^3/t de papel para os coeficientes de retirada, consumo e retorno respectivamente.
		17.3		Fabricação de embalagens de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado	t papel	0,46	0,33	0,13	
		17.4		Fabricação de produtos diversos de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado	t papel	13 - 27	4 - 9	9 -18	
	18			IMPRESSÃO E REPRODUÇÃO DE GRAVAÇÕES	t material acabado	0,17-9	0,03-1,8	0,14-7,2	
	19			FABRICAÇÃO DE COQUE, DE PRODUTOS DERIVADOS DO PETRÓLEO E DE BIOCOMBUSTÍVEIS					
		19.1		Coquerias	t coque	12,4	2,5	9,9	
		19.2		Fabricação de produtos derivados do petróleo	barris petróleo	0,188	0,038	0,15	

Continua...

Tabela 14. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Coeficientes Técnicos de Uso da Água (m^3/unidade da atividade)				Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		Unidade	Retirada	Consumo	Efluente	
		19.3		Fabricação de biocombustíveis	t cana processada	2	2	-	O valor apresentado é a média, e o intervalo pode variar de 1 a 5 m^3/t de cana.
	20			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS					
		20.1		Fabricação de produtos químicos inorgânicos	t produzida	3 – 16	2 - 4	2- 12	
		20.2		Fabricação de produtos químicos orgânicos	t produzida	2 - 70	1 - 40	1- 30	Adotou-se o intervalo apresentado para produtos químicos intermediários para plastificantes, resinas e fibras que apresenta a faixa mais ampla. Produtos químicos orgânicos não especificados (retirada = 2 - 15 m^3/ton, efluente = 1 - 11 m^3/ton) Produtos petroquímicos básicos (retirada = 4 - 17 m^3/ton, efluente= 2 – 13 m^3/ton).
		20.3		Fabricação de resinas e elastômeros	t produzida	2 - 15	1 - 4	1 - 11	
		20.4		Fabricação de fibras artificiais e sintéticas	t produzida	1,25	0,25	1,00	
		20.5		Fabricação de defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários	t produzida	10,3	3,3	7,0	
		20.6		Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	t produzida	1,2 - 1,7	0,6 - 0,8	0,6 - 0,9	
		20.7		Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins	t produzida	1	0,7	0,3	
		20.9		Fabricação de produtos e preparados químicos diversos	t produzida	0,5 - 60	0,0 - 10	0,5 - 50	
	21			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS FARMOQUÍMICOS E FARMACÊUTICOS	t produzida	312,5	62,5	250,0	

Continua...

Tabela 14. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Coeficientes Técnicos de Uso da Água (m^3/unidade da atividade)				Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		Unidade	Retirada	Consumo	Efluente	
	22			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE BORRACHA E DE MATERIAL PLÁSTICO					
		22.1		Fabricação de produtos de borracha	t produzida	16,2	3,2	13,0	Foi adotado o valor de 20% do coeficiente de retirada para a estimativa do coeficiente de consumo.
		22.2		Fabricação de produtos de material plástico	t produzida	0,23	0,05	0,18	Foi adotado o valor de 20% do coeficiente de retirada para a estimativa do coeficiente de consumo.
	23			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MINERAIS NÃO-METÁLICOS					
		23.1		Fabricação de vidro e de produtos do vidro	t produzida	0,3-10	0,1	0,2-9,9	
		23.2		Fabricação de cimento	t produzida	0,08-0,40	0,08-0,40	-	O limite inferior refere-se a processo de produção de cimento a seco.
		23.3		Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e materiais semelhantes	m^3 de concreto	0,25	0,25	-	Dados válidos para artefatos de concreto.
		23.4		Fabricação de produtos cerâmicos	peça (louça sanitária)	0,0471	0,01	0,0371	Foi adotado o valor de 20% do coeficiente de retirada para a estimativa do coeficiente de consumo.
		23.9		Aparelhamento de pedras e fabricação de outros produtos de minerais não-metálicos	t produzida	0,41-7,27	0,08-1,45	0,33-5,82	Limite inferior utilizado para fabricação de cal. Limite superior utilizado para aparelhamento de pedras. Foi adotado o valor de 20% do coeficiente de retirada para a estimativa do coeficiente de consumo.
	24			METALURGIA					
		24.1		Produção de ferro-gusa e de ferroligas	t produzida	1,25	0,25	1,00	
		24.2		Siderurgia	t aço bruto	33,6	8,7	24,9	Dados para valores médios. Limite mínimo para o coeficiente de retirada, consumo e efluente são iguais, respectivamente a: 1,37 m^3/t, 1,23 m^3/t, 0,08 m^3/t, e os limites superiores iguais a: 81,68 m^3/t, 26,93 m^3/t e 79,39 m^3/t.

Continua...

Tabela 14. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Coeficientes Técnicos de Uso da Água (m^3/unidade da atividade)				Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		Unidade	Retirada	Consumo	Efluente	
		24.3		Produção de tubos de aço, exceto tubos sem costura	t produzida	1,25-52,5	0,25-10,5	1,0-42,0	
		24.4		Metalurgia dos metais não-ferrosos	t produzida	1,24-3,5	0,25-0,7	0,99-2,8	
		24.5		Fundição	t produzida	5	1	4	Foi adotado o valor de 20% do captado para estimar o consumo.
	25			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE METAL, EXCETO MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	t produzida	2,65	1,24	1,41	
	26			FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA, PRODUTOS ELETRÔNICOS E ÓPTICOS	Unidade produzida	0,0985	0,0197	0,0788	Para estimar o coeficiente de geração de efluente utilizou-se 80% do coeficiente de retirada.
	28			FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	Unidade produzida	2,2-9,7	0,4-1,9	1,8 -7,8	Foi adotado o valor de 20% do coeficiente de retirada para estimar o consumo.
	29			FABRICAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES, REBOQUES E CARROCERIAS					
		29.1		Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários	Unidade produzida	2,6-5	0,47-0,9	2,13-4,1	
		29.2		Fabricação de caminhões e ônibus	Unidade produzida	9	1,6	7,4	
		29.4		Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	t produzida	1,39	0,53	0,87	
	30			FABRICAÇÃO DE OUTROS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE, EXCETO VEÍCULOS AUTOMOTORES					
		30.4		Fabricação de aeronaves	Unidade produzida	2484	309	2175	

Após as discussões sobre os dados presentes na minuta da matriz de coeficientes técnicos apresentada na oficina II, a representante da Associação Brasileira da Indústria de Alimentação (ABIA) disponibilizou informações referentes ao grupo 10.9 - Fabricação de outros produtos alimentícios. Para este grupo como não foram encontradas informações referentes a empresas brasileiras a fonte utilizada anteriormente, para o limite inferior do intervalo, foi o documento *Food & Beverage Manufacturing* (EPA-US, 2008) e o limite superior obtido pelo IPPC (2006), sendo adotado o valor de 20% do coeficiente de retirada para o coeficiente de consumo como proposto pela ANA (2002).

Porém, como o objetivo da matriz é o de retratar especificamente as condições brasileiras optou-se por utilizar o valor apresentado pela ABIA. Destaca-se, entretanto, que o coeficiente refere-se à fabricação de produtos como: barra de frutas, barra de cereais, cereais matinais, farinhas para alimentação infantil, refrescos em pó, sobremesas, sopas e vegetais desidratados, observação esta muito importante por se tratar de um grupo muito diversificado na produção e nos processos, o qual engloba todos os demais produtos não discriminados nos grupos anteriores.

Outra informação enviada pela mesma associação refere-se aos coeficientes para a classe 11.11-9 - Fabricação de aguardentes e outras bebidas destiladas, esclarecendo que os valores encaminhados foram estimados e englobam a atividade de engarrafadora e de destilaria, embora o consumo de água seja diferente em cada uma dessas atividades.

Para o grupo 11.2 - Fabricação de bebidas não-alcoólicas, o intervalo apresentado na minuta da matriz para o coeficiente de retirada foi de 1,6 a 2,1 $m^3.m^{-3}$ produzido, tendo sido substituído pelos intervalos disponibilizados pela ABIA, sendo estes de 1,4 a 3,0 $m^3.m^{-3}$ produzido aumentando com isso a representatividade do dado, pois segundo a fonte os valores de retirada variam de acordo com fatores como uso de embalagens retornáveis que demandam mais água ou, ainda, em função do estágio de evolução que se encontra a indústria quanto ao trato do uso da água. Já para o coeficiente de consumo utilizou-se apenas de um valor, pois de acordo com a ABIA de 1,0 m^3 de bebida produzida no mínimo 0,9 m^3 é incorporado ao produto.

Outras contribuições, advindas da oficina, para a matriz de coeficientes técnicos foram disponibilizadas pelo representante do Centro de Tecnologia Canavieira. Os coeficientes de recursos hídricos do grupo 10.7 - Fabricação e refino de açúcar está representado por uma média do setor, porém um intervalo foi acrescentado para englobar a utilização da água pelas usinas com tecnologias mais antigas, limite superior do intervalo, assim como mais modernas (limite inferior). Para o grupo 19.3 - Fabricação de bicombustíveis também foi disponibilizado pela mesma fonte citada anteriormente um intervalo, sendo este bem próximo ao apresentado anteriormente na minuta da matriz.

No setor de celulose e papel foi necessário apresentar intervalos referentes às fábricas integradas, ou seja, aquelas que produzem tanto celulose quanto papel na mesma unidade de produção, pois a captação é feita de forma a atender todo o setor. A justificativa para tal modificação faz referência a estrutura da CNAE 2.0, pois esta não possui uma classe específica para produção de celulose e papel em conjunto.

No setor químico destaca-se que, diferentemente da maioria dos segmentos industriais, os fabricantes produzem vários produtos em um mesmo "site". Assim fica muito difícil fazer a correlação com os valores de retirada ou de lançamento (captação e

lançamento único) com os diferentes produtos e processos. Há, portanto, que se evoluir na compatibilização desses processos para que seja possível no futuro fazer estas correlações. Além disso, no caso da indústria química, que detêm uma grande diversidade de produtos químicos produzidos por processos industriais diferenciados, a agregação pode não ser interessante. Neste caso, a melhor alternativa é que se reportem os dados por "atividade" – que é uma subdivisão da subclasse do CNAE 2.0.

Observa-se que as modificações citadas e feitas na matriz de coeficientes técnicos após a oficina II ficou dependente das respostas recebidas pelos setores usuários presentes.

Por fim, destaca-se que embora a matriz de coeficientes apresente uma grande evolução em termos de base de dados no Brasil sobre uso da água na indústria, ela reflete as deficiências existentes quanto à apropriação de dados e de sua divulgação tanto no âmbito da iniciativa pública quanto privada.

Estas fragilidades impedem, por exemplo, que os dados reportados na matriz possam ser usados como subsídios à outorga, em especial, para setores, como o da indústria química, com grandes faixas de variação dos coeficientes em cada grupo.

Além de ampliar a base de dados é preciso também revisar e ampliar os bancos de dados governamentais de forma que se possam correlacionar dados econômicos e de produção com dados ambientais.

O desenvolvimento de normas e metodologias de quantificação do uso de água em produtos, bem como padrões relacionados ao uso racional da água em corporações devem atuar como fortes indutores para que empresas contabilizem, divulguem e gerenciem melhor o uso da água. Cita-se como exemplo a determinação de "pegada hídrica".

II.5. Considerações finais e recomendações

O desenvolvimento deste trabalho em paralelo com as contribuições das oficinas setoriais indica que é preciso evoluir bastante para que se amplie e consolide a base de dados de uso da água no setor produtivo brasileiro.

Como já foi mencionado anteriormente, os mercados e a sociedade pressionam as corporações para que adotem comportamentos mais proativos e transparentes quanto ao uso dos recursos naturais, a exemplo de iniciativas como avaliação do ciclo de vida, selos verdes, pegada de carbono e pegada hídrica.

Adicionalmente, o setor público pode atuar como indutor para que se viabilizem banco de dados compatíveis. Implantação, revisão e integração de bancos de dados de outorga e licenciamento podem contribuir.

A classificação de tipologias CNAE deve ser avaliada no sentido de verificar se a mesma pode ser usada como referência para a indexação de dados ambientais – como, por exemplo, o uso da água. A classificação existente para tipologias muito complexas, como o caso da indústria química, precisa ser revista. Além de ajustes em termos de tipologias, como para a indústria de tecelagem e fiação, há que avaliar a necessidade de se criar um nível extra, além da subclasse, para as atividades listadas neste modelo. Neste caso, cada atividade listada é um processo/produto.

II.6. Referências Bibliográficas

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Manual de Procedimentos para Outorga de uso da Água na Indústria e Mineração.* Brasília, 2002. 105p.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. *Memorial descritivo do cálculo da demanda industrial de água contidas no documento "Base de Referência do Plano Nacional de Recursos Hídricos"*. Nota Técnica 013/SPR/2003. Brasília, 2003. 4p.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil.* Cadernos de Recursos Hídricos. Brasília, 2005. 124p.

AMANCO BRASIL. Relatório de Sustentabilidade 2008. Disponível em: <http://www.amanco.com.br/web/image/texto/RelatorioFINAL.pdf>. Acesso em novembro de 2009.

ARACRUZ CELULOSE. Relatório Anual e de Sustentabilidade 2008. Disponível em: <http://www.aracruz.com.br/minisites/ra2008/section/home/>. Acesso em novembro de 2009.

BARTH, F.T.; POMPEU, C.T.; FILL, H.D.; TUCCI, C.E.M.; KELMAN, J.; BRAGA JR, B.P.F. *Modelos para gerenciamento de recursos hídricos*. São Paulo, Nobel/ABRH, 1987. 525p.

BAUMANN, D.D; BOLAND, J; HANEMANN, W.M; *Urban water demand management and planning*. USA, 1997. 350p.

BEECKMAN, G.B. Water Conservation, recycling and reuse. *Water Resources Development*. Oxford, v14, n. 3, 1998.

BRASKEN S.A. Relatório de Sustentabilidade 2008. Disponível em: <http://www.braskem.com.br/upload/rao/2008/pt.htm>. Acesso em outubro de 2008.

CBH - PCJ, COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ; IRRIGART, IRRIGART - Engenharia e Consultoria em Recursos Hídricos e Meio Ambiente Ltda. *Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivarí e Jundiaí 2002/2003*, 2004.

CBH - PCJ, COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ; IRRIGART, IRRIGART - Engenharia e Consultoria em Recursos Hídricos e Meio Ambiente Ltda. *Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2004 – 2006*. 2007.

CELULOSE IRANI. Relatório de Sustentabilidade 2008. Disponível em: <http://www.irani.com.br/midia/relatorio2008/>. Acesso: novembro de 2009.

CENIBRA. Relatório de Sustentabilidade 2008. Disponível em: <http://www.cenibra.com.br/cenibra/Cenibra/pdf/RelatorioSustentabilidade.pdf>. Acesso em novembro de 2009.

COCA-COLA BRASIL. Disponível em: <http://www.cocacolabrasil.com.br/conteudos.asp?item=1&secao=48&conteudo=140&qtd_conteudos=8&chave=%E1gua>. Acesso em novembro de 2009.

COLGATE PALMOLIVE INDUSTRIAL. key performance indicators. Disponível em: <http://www.colgate.com/app/Colgate/US/Corp/LivingOurValues/Sustainability/HomePage.cvsp>. Acesso novembro de 2009.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO – CBHSF. *Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco*, Módulo 1 Resumo Executivo, Proposta para Apreciação pelo Plenário do CBHSF, Salvador, 28 de junho de 2004.

COMPANHIA SIDERURGICA NACIONAL (CSN). Relatório de Sustentabilidade 2008. Disponível em: <http://www.csn.com.br/CSN/result/responsabilidade%20ambiental/responsabilidadeAmbiental.htm>. Acesso em outubro de 2009.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Guia Técnico Ambiental de Abate (Bovino e Suíno) – Série P+L. 2008. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao_limpa/documentos/abate.pdf>. Acesso em novembro de 2009.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Cervejas e Refrigerantes – Série P+L. 2005. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao_limpa/documentos/cervejas_refrigerantes.pdf>. Acesso em novembro de 2009.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Guia Técnico Ambiental da Indústria Gráfica – Série P+L. 2008. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao_limpa/documentos/guia_ambiental2.pdf>. Acesso em novembro de 2009.

COMPANHIA DE BEBIDAS DAS AMERICAS (AMBEV). Relatório de Sustentabilidade 2008. Disponível em: <http://www.ambev.com.br/Responsabilidade_Social/relatorio_de_sustentabilidade.aspx>. Acesso em novembro de 2009.

COMPANHIA VALE DO RIO DOCE. Relatório de Sustentabilidade 2008. Disponível em:<http://www.observatoriosocial.org.br/portal/images/stories/9pea/relatorio_sustentabilidade_vale2008.pdf>. Acesso em outubro de 2009.

DURATEX. Relatório Anual 2008. Disponível em: <http://www.duratex.com.br/RAO/2008/port/>. Acesso em novembro de 2009.

ENGENHARIA E CONSULTORIA EM RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE LTDA (IRRIGART) – *Relatório de Situação 2004-2006*. Piracicaba. 2007. 377p

FIAT . 2010. Disponível em: <http://www.fiat.com.br/mundo-fiat/sustentabilidade/meio-ambiente/iso-14001.jsp>. Acesso em novembro de 2010.

FIESP – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO SÃO PAULO. *Conservação e reuso de água: Manual de orientações para o setor industrial*. Volume 1.São Paulo. 2004. 90p.

FÉRES, J. G.; THOMAS, A.; REYNAUD, A.; SEROA DA MOTTA, R. Demanda por Água e Custo de Controle da Poluição Hídrica em Indústrias da Bacia do Rio Paraíba do Sul. In: José Nilson B. Campos. (Org.). *Recursos Hídricos: Prêmio Jovem Pesquisador 2005*. 1 ed. Fortaleza: ABRH, 2005, v., p. 277-304.

FUNDAÇÃO COORDENAÇÃO DE PROJETOS, PESQUISAS E ESTUDOS TECNOLÓGICOS (COPPETEC) - *Plano de Recursos Hídricos Consolidado* – 2007. 147p. Disponível em: <http://ceivap.org.br/downloads/PSR-RE-012-R1.pdf>. Acesso em outubro de 2009.

FUNDAÇÃO COORDENAÇÃO DE PROJETOS, PESQUISAS E ESTUDOS TECNOLÓGICOS (COPPETEC) **–** *Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Diagnóstico dos Recursos Hídricos (Relatório Final).* 2006. 201p. Disponível em: <http://ceivap.org.br/downloads/PSR-010-R0.pdf>. Acesso em outubro de 2009.

FORD MOTOR COMPANY BRASIL LTDA. Relatório de Sustentabilidade 2007. Disponível em: <http://www.fordtransit.com.br/images/inst_relatorio_ambiental.pdf>. Acesso em novembro de 2009.

GRI - Global Reporting Initiative (2010). http://www.globalreporting.org/AboutGRI/ Acessado em 24/09/10.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Superintendência Regional de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. *Parecer Único SUPRAM – ASF*. Protocolo n 614366/2009.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Superintendência Regional de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. *Parecer Único SUPRAM – ASF*. Protocolo n 614378/2009.

HARTMAN, R.S; WHEELER, D; SINGH, M; *The cost air pollution abatement*. Washington, D.C; World Bank, 1994. 31p.

HETTIGE, H; MARTIN, P; SINGH, M; WHEELER, D; *The Industrial Pollution Projection System.* Washington, D.C; World Bank, 1995. 90p.

HOLCIM BRASIL. Relatório de Sustentabilidade 2007. Disponível em: <http://www.holcim.com.br/BR/PT/id/1610645697/mod/7/page/channel.html>. Acesso em novembro de 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Introdução a Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE 2.0. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/concla/pub/revisao2007/PropCNAE20/CNAE20_Introducao.pdf>. Acesso janeiro de 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERACAO (IBRAM). Gestão dos Recursos Hídricos e Mineração. 2006. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/arquivos/A%20gest%E3o%20dos%20recursos%20h%EDdricos%20e%20a%20minera%E7%E3o.pdf>. Acesso em julho de 2009.

INSTITUTE FOR PROSPECTIVE TECHNOLOGICAL STUDIES. Reference Documents. Disponível em:< http://eippcb.jrc.es/reference/>. Acesso em novembro de 2009.

INTEGRATED POLLUITION PREVENTION AND CONTROL. Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Glass Manufacturing Industry. 2008. Disponível em: <http://eippcb.jrc.es/reference/gls.html>. Acesso em novembro de 2009.

INTEGRATED POLLUITION PREVENTION AND CONTROL.Reference. Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Non-ferrous Metal. 2008. Disponível em:< http://eippcb.jrc.es/reference/nfm.html>. Acesso novembro de 2009.

INTEGRATED POLLUITION PREVENTION AND CONTROL. Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries. 2006. Disponível em: <http://eippcb.jrc.es/reference/fdm.html>. Acesso novembro de 2009.

INTEGRATED POLLUITION PREVENTION AND CONTROL. Reference Document on Best Available Techniques in the Organic Fine Chemicals. 2006. Disponível em:< http://eippcb.jrc.es/reference/lvoc.html>. Acesso novembro de 2009.

INTEGRATED POLLUITION PREVENTION AND CONTROL. Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry. 2001. Disponível em:< http://eippcb.jrc.es/reference/pp.html>. Acesso novembro de 2009

INTEGRATED POLLUITION PREVENTION AND CONTROL. Reference Document on Best Available Techniques in the Tanning of Hides and Skins. 2009. Disponível em:< http://eippcb.jrc.es/reference/tan.html>. Acesso novembro de 2009.

INTEGRATED POLLUITION PREVENTION AND CONTROL. Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries. 2005. Disponível em:<http://eippcb.jrc.es/reference/sa.html>. Acesso novembro de 2009.

ITAUTEC. Relatório Anual e de Sustentabilidade 2009. Disponível em: <http://www.itautec.com.br/iPortal/pt-BR/b34256db-ec75-482e-b68f-2b6c69eb1284.htm>. Acesso em novembro de 2009.

KLABIM. Relatório de Sustentabilidade 2007. Disponível em: <http://www.klabin.com.br/pt-br/investidores/informacoesFinanceiras_relatoriosAnuais.aspx>. Acesso em novembro de 2009.

KIMBERLY – CLARK. Relatório de Sustentabilidade 2008, ano base 2007. Disponível em: <http://www.kimberly-clark.com.br/download/relatorio_2007.pdf>. Acesso em novembro de 2009.

KRIEGER, E. I. F. *Avaliação do Consumo de Água, Racionalização do Uso e Reúso do Efluente Líquido de Um Frigorífico de Suínos na Busca da Sustentabilidade Socioambiental da Empresa.* Porto Alegre, RS: UFRGS, 2007. 130 f. Tese (Doutorado em Ciências, com enfâse em Ecologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

LAFARGE BRASIL S.A. Relatório Social e Ambiental 2004. Disponível em: <http://www.lafarge.com.br/wps/portal/br/6_10-Sustainability_Report>. Acesso: novembro de 2009.

MATA, H. T. C; *Impacto da Poluição Industrial na Economia Brasileira*. Viçosa, MG: UFV, 2001. 194p. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MAYS, L. W.; TUNG, Y. K. - *Hydrosystems Engineering and Management*. McGraw-Hill, 1991. 550p.

MIERZWA, J. C. *et al. O uso racional e o reúso como ferramentas para o gerenciamento de águas e efluentes na indústria – estudo de caso da KODAK Brasileira.* São Paulo, SP: EPUSP, 2002. Tese de doutorado – Universidade de São Paulo.

MIERZWA, J.C., HESPANHOL, I. *Água na indústria: uso racional e reúso*. São Paulo, Oficina de Textos, 2005. 143 p.

MMA - Ministério do Meio Ambiente, Secretária de Recursos Hídricos. *Caderno setorial de recursos hídricos: indústria e turismo*. Brasília - DF: MMA, 2006. 80p.

MORAN, J. M.;MORGAN, D. M.; WIERSMA, J.H. *Introduction to environmental science*. 2. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 1985.

NORDELL, E. *Water treatment for industrial and other uses*. 2. ed. New York: Reinhold Publishing Co., 1961.

OLIVEIRA, H. L; ANDRADE, L. I. F; MELLO, R. C; VILLAÇA, V. G; MELO, J. L. N; COSTA, W. S. Relatório Técnico de Implementação de Programa de Produção Mais Limpa no Setor de Fundição do Centro-Oeste Mineiro. Convênio IEL/MDIC. Relatório Técnico Final. 2005. Disponível em:<http://www.fiemg.org.br/admin/BibliotecaDeArquivos/Image.aspx?ImgId=9521&TabId=5670&portalid=130&mid=14567>. Acesso em janeiro de 2010.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. *Estimativas das Vazões para as Atividades de Uso Consuntivo da Água nas principais Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN*. Brasília: ONS; FAHMA-DREER; ANA; ANEEL; MME, 2003. 201p.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. *Estimativas das Vazões para as Atividades de Uso Consuntivo da Água em Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN*. Brasília: ONS; FAHMA-DZETA; ANA; ANEEL; MME, 2005. 205p.

OPTIZ, E.M.; STRUS, C.A. - *Urban Water Demand Analysis Software (IWR-MAIN).* PLANNING AND MANAGEMENT CONSULTANTS, LTD. Disponível no site: <http://www.waterplan.water.ca.gov/docs/tools/descriptions/IWRMAIN-description.pdf>.Acesso em outubro de 2009.

PETROBRÁS. Relatório Social e Ambiental 2007. Disponível em: <www.petrobras/relatoriosocialeambiental2007>. Acesso em novembro de 2009.

PEREIRA, G. C*. Análise preliminar de indústrias do setor coureiro do vale do rio dos Sinos em relação ao gerenciamento ambiental: Estudo de caso em indústrias exportadoras*. Porto Alegre, RS: UFRGS, 1997. 164 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre

PIRELLI. Sustainability Report 2008. Disponível em: <http://www.pirelli.com/web/sustainability/official_reports/default.page>. Acesso em novembro de 2009.

PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. *Panorama e Estado dos Recursos Hídricos no Brasil – Volume1*. Ministério do Meio Ambiente; Secretaria de Recursos Hídricos, MMA, 2006. 352p.

PPG-RE-007-R0 Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul – RJ. *Disposição de Resíduos Industriais na Bacia do Rio Paraíba do Sul.* Rio de Janeiro. Outubro, 1999

PRIMO SCHINCARIOL. Relatório Anual 2006. Disponível em: <http://www.schincariol.com.br/docs/relatorioanualde2006_01.pdf>. Acesso em novembro de 2009.

PS-RE-30-R1 Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – RJ *Controle da Poluição Hídrica Industrial na Bacia do Rio Paraíba do Sul* - Sub-Regiões A, B e C Rio de Janeiro. Janeiro, 1999

RIBEIRO, M. M. R, SILVA, S. C. Enquadramento dos Corpos d'água e Cobrança pelo uso da Água na Bacia do Rio Pirapama – PE. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*. Vol.11 - Nº 4 - out/dez 2006, 371-379.

SADIA. Relatório Anual 2008. Disponível em: <http://ri.sadia.com.br/ptb/1632/sadia_ra2008.pd>. Acesso em novembro de 2009.

SCHNEIDER, G. Índice de água é criado para ajudar investidor. *Folha de São Paulo*, São Paulo. p. B5. 17 de junho de 2010.

SHS - CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA S/S LTDA - Plano de Bacias Hidrográficas 2004-2007 dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. 2006. 803p.

STS – ENGENHARIA LTDA - Plano de Bacias Hidrográficas 2004-2007 dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2008-2011. 2008. 664p

SILVA, D. D.; D'ANGIOLELLA, G. L. B.; FREITAS, P. M.; LANA, A. M. Q.; GOMES, M. P.; RUBERT, O. A. V.; TEIXEIRA, A. F.; PIOTTO, Z. C.; LISBOA, L.; SILVA, B. M. B. PELINSON, N. S.; ASSEMANY, P. P. *Água nas Atividades Econômicas: Construindo um Referencial para o Consumo Sustentável*. In: Oficina "Uso da Água nas Atividades Econômicas: Definindo uma Base de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil". Brasília-DF, 9 e 10 de setembro de 2009. p 141.

US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Food & beverage manufacturing 2008. Disponível em: <http://www.epa.gov/sectors/pdf/2008/2008-sector-report-508-full.pdf>. Acesso em novembro de 2009.

VAN DER LEEDEN F; TROISE, F; TODD D; *The Water Encyclopedia*. 2a Edição.1990. 808p

WORLD BANK**.** *Decision Support System for Integrated Pollution Control. A software for Education and Analysis in Pollution Management. User Guide.* Washigton DC, USA, 1999. 84p.

WORLD HEATH ORGANIZATION (WHO) - *Rapid Assessement of Sources of Air, Water and Land Pollution*. Inglaterra, 1982. 114p.

WRI (World Resources Institute). *World resourses 2002-2004 decisions for the Earth: balance, voice, and power*. Washington DC, 2003. Disponível em: <http://www.wri.org>. Acesso outubro de 2009.

WURBUR, R. A; *Computer Models for Water-Resources Planning and Management: National Study.* US ARMY CORPS OF ENGINEER. IWR Report 94-NDS-7, 1997. 218p.

ANEXO I. Fontes e observações referentes à base de dados utilizada para a composição da minuta da matriz de coeficientes técnicos de recursos hídricos para o setor industrial brasileiro.

Código CNAE 2.0				Denominação	Fonte / Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		
B				INDÚSTRIAS EXTRATIVAS	
	05			EXTRAÇÃO DE CARVÃO MINERAL	
		05.0		Extração de carvão mineral	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
	07			EXTRAÇÃO DE MINERAIS METÁLICOS	
		07.1		Extração de minério de ferro	Fonte: Dados enviados pelo Instituto Brasileiro de Mineração (2010).
		07.2		Extração de minerais metálicos não-ferrosos	
			07.21-9	Extração de minério de alumínio	Fonte: Dados enviados pelo Instituto Brasileiro de Mineração (2010).
			07.22-7	Extração de minério de estanho	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
			07.23-5	Extração de minério de manganês	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
			07.24-3	Extração de minério de metais preciosos	Fonte: Dados enviados pelo Instituto Brasileiro de Mineração (2010). Água adicional retirada devido à mineração: 0,11 a 2,49 m^3/tonelada
			07.25-1	Extração de minerais radioativos	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
			07.29-4	Extração de minerais metálicos não-ferrosos não especificados anteriormente	Fonte: Dados enviados pelo Instituto Brasileiro de Mineração (2010).
	08			EXTRAÇÃO DE MINERAIS NÃO-METÁLICOS	
		08.1		Extração de pedra, areia e argila	Fonte: Para este grupo utilizou-se duas fontes de dados. A primeira para o limite inferior do intervalo os dados apresentados no Relatório de Sustentabilidade (2007) da Holcim Brasil S.A, refere-se à extração de brita. Já para o limite superior do intervalo utilizou-se dados enviados pelo Instituto Brasileiro de Mineração (2010) referente à extração e beneficiamento de caulim.
		08.9		Extração de outros minerais não-metálicos	
			08.91-6	Extração de minerais para fabricação de adubos, fertilizantes e outros produtos químicos	Fonte: Dados enviados pelo Instituto Brasileiro de Mineração (2010).
			08.92-4	Extração e refino de sal marinho e sal-gema	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
			08.93-2	Extração de gemas (pedras preciosas e semipreciosas)	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
			08.99-1	Extração de minerais não-metálicos não especificados anteriormente	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.

Continua...

ANEXO I. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Fonte / Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		
C				INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO	
	10			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS	
			10.11-2	Abate de reses, exceto suínos	Fonte: CETESB (2008). Dados apresentados para bovinos no documento Guia Técnico Ambiental de Abate (Bovino e Suíno) – Série P+L. O coeficiente de retirada igual a $1m^3$ por animal abatido foi convertido adotando-se que peso médio de 500 kg (IBGE, 2010) Como foi apresentado apenas o valor de retirada, considerou para o calculo do coeficiente de consumo e efluente a mesma proporção apresentada para o abate de suínos (classe 10.12-1). Dado de 2003.
			10.12-1	Abate de suínos, aves e outros pequenos animais	Fonte: CETESB (2008). O dado apresentado pela CETESB no documento Guia Técnico Ambiental de Abate (Bovino e Suíno) – Série P+L refere-se apenas ao coeficiente de retirada. Coeficiente de retirada de 0,4 a 1,2 m3 por animal abatido por animal abatido foi convertido adotando-se que peso médio de 100 kg (IBGE, 2010). O coeficiente de retirada de 0,4 a 1,2 m3 por animal abatido por animal abatido foi convertido adotando-se que peso médio de 100 kg (IBGE, 2010). A determinação do coeficiente de consumo e efluente utilizou a proporção apresentada em: KRIEGER, E. I. F. Avaliação do Consumo de Água, Racionalização do Uso e Reúso do Efluente Líquido de Um Frigorífico de Suínos na Busca da Sustentabilidade Socioambiental da Empresa. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2007. 130 f. Tese (Doutorado em Ciências, com enfâse em Ecologia) - Universidade federal do rio Grande do Sul, Porto Alegre. A fração de água que retorna como efluente é de 87,5%, segundo esta fonte. A diferença entre o total retirado e efluente gerado foi considerado como consumo. Para abate de aves deve-se adotar o limite inferior do intervalo apresentado. Dado de 1993.
			10.13-9	Fabricação de produtos de carne	Fonte: Relatório Anual da Sadia (2008). O dado apresentado pela Sadia é o coeficiente de retirada, e para a determinação do coeficiente de consumo e efluente utilizou a proporção apresentada em: KRIEGER, E. I. F. Avaliação do Consumo de Água, Racionalização do Uso e Reúso do Efluente Líquido de Um Frigorífico de Suínos na Busca da Sustentabilidade Socioambiental da Empresa. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2007. 130 f. Tese (Doutorado em Ciências, com enfâse em Ecologia) - Universidade federal do rio Grande do Sul, Porto Alegre. Sendo esta proporção de 87,5% do que é retirado se torna efluente. Segundo a fonte apresentada, a fração de água que retorna como efluente é de 87,5%. A diferença entre o total retirado e efluente gerado é o que foi consumido no processo.
		10.2		Preservação do pescado e fabricação de produtos do pescado	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.

Continua...

ANEXO I. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Fonte / Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		
		10.3		Fabricação de conservas de frutas, legumes e outros vegetais	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
		10.4		Fabricação de óleos e gorduras vegetais e animais	Fonte: IPPC (2006). Para este grupo não obtivemos dados de empresas brasileiras, nem dados apresentados pela ANA (2002). Dados referentes a óleos e gorduras vegetais.
		10.5		Laticínios	Fonte: Limite superior enviado pelo Laticínios Godan e o limite inferior pela Cooperativa (2010). O efluente apresentado é superior ao de captação uma vez que há produção de soro.
		10.6		Moagem, fabricação de produtos amiláceos e de alimentos para animais	Fonte: IPPC (2006).
		10.7		Fabricação e refino de açúcar	Fonte: Dados enviados pela União das Indústrias de Cana-de-açúcar (ÚNICA, (2010). A unidade de produção apresentada foi tanto a tonelada de açúcar, quanto tonelada de cana processada.
		10.9		Fabricação de outros produtos alimentícios	Fonte: O limite inferior do intervalo apresentado foi obtido do documento Food & beverage manufacturing (EPA-US, 2008) e o limite superior obtido pelo IPPC (2006). Foi adotado o valor de 20% do coeficiente de retirada para o coeficiente de consumo como proposto pela ANA (2002).
	11			FABRICAÇÃO DE BEBIDAS	
		11.1		Fabricação de bebidas alcoólicas	
			11.11-9	Fabricação de aguardentes e outras bebidas destiladas	Fonte: Dado enviado pela Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA, 2010).
			11.12-7	Fabricação de vinho	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
			11.13-5	Fabricação de malte, cervejas e chopes	Fonte: Para esta tipologia os intervalos adotados para os coeficientes, foram de duas fontes diferentes. O limite inferior do coeficiente de retirada obtido do Relatório de Sustentabilidade (2006), da Primo Schincariol. O limite superior foi oriundo dos dados fornecidos pela Cervejarias Kaiser Brasil S.A (2009). Para a determinação dos coeficientes de consumo e efluente adotou-se a proporção apresentada nos dados da Kaiser 78% do que é retirado torna-se efluente gerado e 22% é consumido), uma vez que esta indústria forneceu os dados para os três coeficientes.
		11.2		Fabricação de bebidas não-alcoólicas	Fonte: Para esta tipologia utilizou-se como limite inferior para o coeficiente de retirada o dado obtido do Relatório de sustentabilidade (2007) da Companhia de Bebidas das Américas (AMBEV) e para o limite superior o dado da empresa Coca-Cola Brasil, encontrado em seu site. Para a determinação dos coeficientes de consumo e efluente, utilizou-se a proporção apresentada para o limite superior, dos dados apresentados no documento Cervejas e Refrigerantes - P+L. (CETESB, 2005). Levantamento realizado junto às grandes cervejarias instaladas no Estado de São Paulo.

Continua...

ANEXO I. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Fonte / Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		
	12			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DO FUMO	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
	13			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS TÊXTEIS	
		13.1		Preparação e fiação de fibras têxteis	Fonte: Intervalos apresentados pela Associação Brasileira das Indústrias Têxteis (ABIT, 2010). Intervalos apresentados para fiação integrada (fabricação de fios crus mais beneficiamento). Fabricação de fios crus o coeficiente de retirada, consumo e efluente são respectivamente: 11,56 – 14,57 m^3/ton, 1,41 – 2,01 m^3/ton e 10,15 – 12,55 m^3/ton. Beneficiamento de fios: 103,87, 20,47 e 83,39 m^3/ton.
		13.2		Tecelagem, exceto malha	Fonte: Dado apresentado pela Associação Brasileira das Indústrias Têxteis (ABIT, 2010). Dados para tecelagem integrada (fabricação de tecidos planos crus mais processo de beneficiamento de tecidos planos). Fabricação de tecidos planos crus o coeficiente de retirada, consumo e efluente são respectivamente: 13,3 – 19,2, 1,7 – 2,9, 11,6 – 16,3 m3/ton. Beneficiamento de tecidos beneficiado iguais a: 28,96, 5,5 e 23,4 m3/ton.
		13.3		Fabricação de tecidos de malha	Fonte: Dado apresentado pela Associação Brasileira das Indústrias Têxteis (ABIT, 2010). Dados de malharia Integrada (processos de fabricação de tecidos de malha mais processo de beneficiamento de malhas). Os intervalos referentes à fabricação de malha crua o coeficiente de retirada, consumo e efluente são respectivamente: 17,5, 2,7 e 14,8 m^3/ton. Beneficiamento de malha: 18,9, 3,5 e 15,4 m^3/ton.
		13.4		Acabamentos em fios, tecidos e artefatos têxteis	Fonte: Intervalo apresentado pela Associação Brasileira das Indústrias Têxteis (ABIT, 2010). Dados para beneficiamento de fios, tecidos e malhas.
		13.5		Fabricação de artefatos têxteis, exceto vestuário	Fonte: Dado apresentado pela Associação Brasileira das Indústrias Têxteis (ABIT, 2010), para linha lar e artigos técnicos.
	14			CONFECÇÃO DE ARTIGOS DO VESTUÁRIO E ACESSÓRIOS	
		14.1		Confecção de artigos do vestuário e acessórios	Fonte: Dado apresentado pela Associação Brasileira das Indústrias Têxteis (ABIT, 2010), para meias e acessórios.
		14.2		Fabricação de artigos de malharia e tricotagem	Fonte: Dado apresentado pela Associação Brasileira das Indústrias Têxteis (ABIT, 2010).
	15			PREPARAÇÃO DE COUROS E FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE COURO, ARTIGOS PARA VIAGEM E CALÇADOS	
		15.1		Curtimento e outras preparações de couro	Fonte: Dado apresentado em: PEREIRA, G. C. Análise preliminar de indústrias do setor coureiro do vale do rio dos Sinos em relação ao gerenciamento ambiental: Estudo de caso em indústrias exportadoras. Porto Alegre, RS: UFRGS, 1997. 164 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Continua...

ANEXO I. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Fonte / Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		
		15.3		Fabricação de calçados	Fonte: Dado retirado do PARECER ÚNICO SUPRAM -ASF. PROTOCOLO Nº 614366/2009. Utilizou-se 80% do coeficiente de retirada como sendo o efluente, uma vez que esta empresa utiliza grande número de empregados.
		15.4		Fabricação de partes para calçados, de qualquer material	Fonte: Dado retirado do PARECER ÚNICO SUPRAM -ASF PROTOCOLO Nº 614378/2009. Adotou-se 80% do coeficiente de retirada como sendo o efluente, uma vez que esta empresa utiliza grande número de empregados, e deste modo, a maior parte do que é retirado torna-se efluente doméstico.
	16			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MADEIRA	
		16.2		Fabricação de produtos de madeira, cortiça e material trançado, exceto móveis	Fonte: Relatório Anual (2008) da Duratex.
	17			FABRICAÇÃO DE CELULOSE, PAPEL E PRODUTOS DE PAPEL	
		17.1		Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	Fonte: Intervalo apresentado por diferentes indústrias, sendo o limite superior obtido do Relatório de Sustentabilidade (2008) da Celulose Nipo Brasileira S.A Cenibra, e o limite inferior pelos dados apresentadas no Relatório de Sustentabilidade do ano de 2008, pela Aracruz Celulose S.A. Para a determinação dos coeficientes de consumo e efluente, utilizou-se a proporção dos coeficientes da Aracruz Celulose.
		17.2		Fabricação de papel, cartolina e papel-cartão	Fonte: Para o limite superior do intervalo apresentado, utilizou-se o dado do Relatório de Sustentabilidade (2008) da empresa Klabim. Como a maioria dos dados obtidos foram o coeficiente de retirada, adotou-se a mesma proporção dos coeficientes apresentados no Relatório de Sustentabilidade (2008) da Celulose Irani.
		17.3		Fabricação de embalagens de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado	Fonte: Relatório de Sustentabilidade (2008) da Celulose Irani.
		17.4		Fabricação de produtos diversos de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado	Fonte: Relatório de Sustentabilidade (2007) da Kimberly-Clark Brasil.
	18			IMPRESSÃO E REPRODUÇÃO DE GRAVAÇÕES	Fonte: CETESB (2009). Dado apresentado no Guia Técnico Ambiental da Indústria Gráfica - Série P+L. Foi adotado o valor de 20% do coeficiente de retirada para determinar o coeficiente de consumo conforme proposto por ANA (2002).
	19			FABRICAÇÃO DE COQUE, DE PRODUTOS DERIVADOS DO PETRÓLEO E DE BIOCOMBUSTÍVEIS	
		19.1		Coquerias	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
		19.2		Fabricação de produtos derivados do petróleo	Fonte: Petrobrás - Balanço Social e Ambiental (2007).

Continua...

ANEXO I. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Fonte / Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		
		19.3		Fabricação de biocombustíveis	Fonte: Dado enviado pela União das Indústrias de Cana-de-açúcar (UNICA, 2010).
	20			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS	
		20.1		Fabricação de produtos químicos inorgânicos	Fonte: Dado enviado pela ABIQUIM (2010).
		20.2		Fabricação de produtos químicos orgânicos	Fonte: Dado enviado pela ABIQUIM (2010). Adotou-se o intervalo apresentado para produtos químicos intermediários para plastificantes, resinas e fibras que apresenta a faixa mais ampla. Produtos químicos orgânicos não especificados (retirada = 2 - 15 m^3/ton, efluente = 1- 11 m^3/ton) Produtos petroquímicos básicos (retirada = 4 - 17 m^3/ton, efluente= 2 – 13 m^3/ton).
		20.3		Fabricação de resinas e elastômeros	Fonte: Dado enviado pela ABIQUIM (2010).
		20.4		Fabricação de fibras artificiais e sintéticas	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
		20.5		Fabricação de defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários	Fonte: Dado enviado pela Dow Agroscience DAS (2010).
		20.6		Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	Fonte: O limite inferior do coeficiente de retirada foi obtido no site da Colgate-Palmolive Industrial Ltda (key performance indicators). Para o limite superior utilizou-se os dados enviados por outra indústria. Na determinação dos coeficientes de consumo e efluente adotou-se a mesma proporção apresentada pelos dados enviados por uma indústria (53% do que é captado torna efluente gerado e 47% é consumido).
		20.7		Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins	Fonte: Dado enviado pela Basf S.A. (2010).
		20.9		Fabricação de produtos e preparados químicos diversos	Fonte: Dado enviado pela ABIQUIM (2010).
	21			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS FARMOQUÍMICOS E FARMACÊUTICOS	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras..
	22			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE BORRACHA E DE MATERIAL PLÁSTICO	
		22.1		Fabricação de produtos de borracha	Fonte: Sustainability Report (2008) da Pirelli Pneus Ltda., válidos para produtos pneumáticos. Foi adotado o valor de 20% do coeficiente de retirada para a estimativa do coeficiente de consumo.
		22.2		Fabricação de produtos de material plástico	Fonte: Relatório de Sustentabilidade (2008) da Amanco Brasil Ltda. e válidos para fabricação de tubos. Foi adotado o valor de 20% do coeficiente de retirada para a estimativa do coeficiente de consumo.
	23			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MINERAIS NÃO-METÁLICOS	
		23.1		Fabricação de vidro e de produtos do vidro	Fonte: IPPC (2008).

Continua...

ANEXO I. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Fonte / Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		
		23.2		Fabricação de cimento	Fonte: O limite inferior do intervalo apresentado foi obtido no Relatório Social e Ambiental (2004) da Lafarge Brasil S.A. O limite superior foi obtido do Relatório de Sustentabilidade de 2007 da Holcim Brasil S.A., assim como a proporção dos coeficientes, para determinar a fração de consumo e de efluente. O limite inferior refere-se a processo de circuito fechado, que não gera efluentes líquidos (processo de produção de cimento a seco).
		23.3		Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e materiais semelhantes	Fonte: Relatório de Sustentabilidade de 2007 da Holcim Brasil S.A. Dados válidos para artefatos de concreto.
		23.4		Fabricação de produtos cerâmicos	Fonte: Dado enviado pela Duratex S.A. (2010). Foi adotado o valor de 20% do coeficiente de retirada para a estimativa do coeficiente de consumo.
		23.9		Aparelhamento de pedras e fabricação de outros produtos de minerais não-metálicos	Fonte: O limite superior foi retirado do relatório Gestão dos Recursos hídricos e a Mineração (IBRAM, 2006). Limite inferior utilizado para fabricação de cal. Limite superior utilizado para aparelhamento de pedras.
	24			METALURGIA	
		24.1		Produção de ferro-gusa e de ferroligas	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
		24.2		Siderurgia	Fonte: Dado enviado pelo Instituto Aço Brasil (2010). Dados para valores médios. Limite mínimo para o coeficiente de retirada, consumo e efluente são iguais, respectivamente a: 1,37 m^3/t, 1,23 m^3/t, 0,08 m^3/t, e os limites superiores iguais a: 81,68 m^3/t, 26,93 m^3/t e 79,39 m^3/t.
		24.3		Produção de tubos de aço, exceto tubos sem costura	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
		24.4		Metalurgia dos metais não-ferrosos	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
		24.5		Fundição	Fonte: Coeficiente de retirada obtido do Relatório Técnico de Implementação de Programa de Produção mais Limpa no Setor de Fundição do Centro-Oeste Mineiro (2005) enviado pelo setor (2010). Foi adotado o valor de 20% do captado para estimar o consumo.
	25			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE METAL, EXCETO MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	Fonte: Dado enviado pela Tekno S.A. Indústria e Comércio (2009).
	26			FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA, PRODUTOS ELETRÔNICOS E ÓPTICOS	Fonte: O coeficiente de retirada foi obtido no Relatório Anual e de Sustentabilidade 2009 da Itautec S.A. e adotou-se como coeficiente de retorno 80% do coeficiente de retirada.
	27			FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS E MATERIAIS ELÉTRICOS	

Continua...

ANEXO I. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Fonte / Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		
	28			FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	Fonte: Dados enviados para o limite superior pela New Holland Latino Americana Ltda (2010), e para o limite inferior o enviado pela Agco do Brasil Comércio e Indústria Ltda (2010). Válidos para fabricação de tratores agrícolas. Foi adotado o valor de 20% do coeficiente de retirada para estimar o consumo.
	29			FABRICAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES, REBOQUES E CARROCERIAS	
		29.1		Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários	Fonte: Para o intervalo apresentado, o limite inferior foi obtido no site da Fiat Automóveis S.A. (2009) e o limite superior enviado pela General Motors do Brasil Ltda (2009). Para a determinação dos limites inferiores dos coeficientes de consumo e efluente, utilizou-se a mesma proporção do limite superior, uma vez que para o limite inferior só foi apresentado o coeficiente de retirada.
		29.2		Fabricação de caminhões e ônibus	Fonte: Dado enviado pela SCANIA LATIN AMERICA LTDA (2009), porém como só foi apresentado o coeficiente de retirada, utilizou-se a mesma proporção utilizada para o grupo 29.1.
		29.4		Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	Fonte: Dado enviado pela CIE Autometal (2009).
	30			FABRICAÇÃO DE OUTROS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE, EXCETO VEÍCULOS AUTOMOTORES	
		30.4		Fabricação de aeronaves	Fonte: Dado enviado pela EMBRAER (2009).

ANEXO II. Fontes e observações referentes à base de dados utilizada para a composição da matriz de coeficientes técnicos de recursos hídricos para o setor industrial brasileiro

Código CNAE 2.0				Denominação	Fonte / Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		
B				INDÚSTRIAS EXTRATIVAS	
	05			EXTRAÇÃO DE CARVÃO MINERAL	
		05.0		Extração de carvão mineral	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
	07			EXTRAÇÃO DE MINERAIS METÁLICOS	
		07.1		Extração de minério de ferro	Fonte: Dados enviados pelo Instituto Brasileiro de Mineração (2010).
		07.2		Extração de minerais metálicos não-ferrosos	
			07.21-9	Extração de minério de alumínio	Fonte: Dados enviados pelo Instituto Brasileiro de Mineração (2010). Adotou-se para captação e efluente a mesma relação da classe de minerais metálicos não ferrosos.
			07.22-7	Extração de minério de estanho	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
			07.23-5	Extração de minério de manganês	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
			07.24-3	Extração de minério de metais preciosos	Fonte: Dados enviados pelo Instituto Brasileiro de Mineração (2010). Água adicional retirada devido à mineração: 0,11 a 2,49 m^3/tonelada
			07.25-1	Extração de minerais radioativos	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
			07.29-4	Extração de minerais metálicos não-ferrosos não especificados anteriormente	Fonte: Dados enviados pelo Instituto Brasileiro de Mineração (2010).
	08			EXTRAÇÃO DE MINERAIS NÃO-METÁLICOS	
		08.1		Extração de pedra, areia e argila	Fonte: Para este grupo utilizou-se duas fontes de dados. A primeira para o limite inferior do intervalo os dados apresentados no Relatório de Sustentabilidade (2007) da Holcim Brasil S.A, refere-se à extração de brita. Já para o limite superior do intervalo utilizou-se dados enviados pelo Instituto Brasileiro de Mineração (2010)referente à extração e beneficiamento de caulim.
		08.9		Extração de outros minerais não-metálicos	
			08.91-6	Extração de minerais para fabricação de adubos, fertilizantes e outros produtos químicos	Fonte: Dados enviados pelo Instituto Brasileiro de Mineração (2010).
			08.92-4	Extração e refino de sal marinho e sal-gema	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
			08.93-2	Extração de gemas (pedras preciosas e semipreciosas)	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
			08.99-1	Extração de minerais não-metálicos não especificados anteriormente	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.

Continua...

ANEXO II. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Fonte / Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		
C				INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO	
	10			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS	
			10.11-2	Abate de reses, exceto suínos	Fonte: CETESB (2008). Dados apresentados para bovinos no documento Guia Técnico Ambiental de Abate (Bovino e Suíno) – Série P+L. O coeficiente de retirada igual a 1m^3 por animal abatido foi convertido adotando-se que peso médio de 500 kg (IBGE, 2010). Como foi apresentado apenas o valor de retirada, considerou para o calculo do coeficiente de consumo e efluente a mesma proporção apresentada para o abate de suínos (classe 10.12-1). Dado de 2003.
			10.12-1	Abate de suínos, aves e outros pequenos animais	Fonte: CETESB (2008). O dado apresentado pela CETESB no documento Guia Técnico Ambiental de Abate (Bovino e Suíno) – Série P+L refere-se apenas ao coeficiente de retirada.Coeficiente de retirada de 0,4 a1,2 m^3 por animal abatido por animal abatido foi convertido adotando-se que peso médio de 100 kg (IBGE, 2010). O coeficiente de retirada de 0,4 a1,2 m^3 por animal abatido por animal abatido foi convertido adotando-se que peso médio de 100 kg (IBGE, 2010). A determinação do coeficiente de consumo e efluente utilizou a proporção apresentada em: KRIEGER, E. I. F. Avaliação do Consumo de Água, Racionalização do Uso e Reúso do Efluente Líquido de Um Frigorífico de Suínos na Busca da Sustentabilidade Socioambiental da Empresa. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2007. 130 f. Tese (Doutorado em Ciências, com ênfase em Ecologia) - Universidade federal do rio Grande do Sul, Porto Alegre. A fração de água que retorna como efluente é em média 87,5%, segundo esta fonte. A diferença entre o total retirado e efluente gerado foi considerado como consumo. Para abate de aves deve-se adotar o limite inferior do intervalo apresentado. Dado de 1993.
			10.13-9	Fabricação de produtos de carne	Fonte: Relatório Anual da Sadia (2008). O dado apresentado pela Sadia é o coeficiente de retirada, e para a determinação do coeficiente de consumo e efluente utilizou a proporção apresentada em: KRIEGER, E. I. F. Avaliação do Consumo de Água, Racionalização do Uso e Reúso do Efluente Líquido de Um Frigorífico de Suínos na Busca da Sustentabilidade Socioambiental da Empresa. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2007. 130 f. Tese (Doutorado em Ciências, com ênfase em Ecologia) - Universidade federal do rio Grande do Sul, Porto Alegre. Sendo esta proporção de 87,5% do que é retirado se torna efluente. Segundo a fonte apresentada, a fração de água que retorna como efluente é de 87,5%. A diferença entre o total retirado e efluente gerado é o que foi consumido no processo.
		10.2		Preservação do pescado e fabricação de produtos do pescado	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.

Continua...

ANEXO II. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Fonte / Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		
		10.3		Fabricação de conservas de frutas, legumes e outros vegetais	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
		10.4		Fabricação de óleos e gorduras vegetais e animais	Fonte: IPPC (2006). Para este grupo não obtivemos dados de empresas brasileiras, nem dados apresentados pela ANA (2002). Dados referentes a óleos e gorduras vegetais.
		10.5		Laticínios	Fonte: Limite superior enviado pelo Laticínios Godan e o limite inferior pela Cooperativa (2010). O efluente apresentado é superior ao de captação uma vez que há produção de soro.
		10.6		Moagem, fabricação de produtos amiláceos e de alimentos para animais	Fonte: IPPC (2006).
		10.7		Fabricação e refino de açúcar	Fonte: Dados enviados pelo Centro de Tecnologia Canavieira (2010).
		10.9		Fabricação de outros produtos alimentícios	Fonte: Dado enviado pela Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA, 2010) para o coeficiente de retorno. Foi adotado o valor de 20% do coeficiente de retirada para o coeficiente de consumo como proposto pela ANA (2002).
	11			FABRICAÇÃO DE BEBIDAS	
		11.1		Fabricação de bebidas alcoólicas	
			11.11-9	Fabricação de aguardentes e outras bebidas destiladas	Fonte: Dado enviado pela Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA, 2010).
			11.12-7	Fabricação de vinho	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
			11.13-5	Fabricação de malte, cervejas e chopes	Fonte: Para esta tipologia os intervalos adotados para os coeficientes, foram de duas fontes diferentes. O limite inferior do coeficiente de retirada obtido do Relatório de Sustentabilidade (2006), da Primo Schincariol. O limite superior foi oriundo dos dados fornecidos pela Cervejarias Kaiser Brasil S.A (2009). Para a determinação dos coeficientes de consumo e efluente adotou-se a proporção apresentada nos dados da Kaiser 78% do que é retirado torna-se efluente gerado e 22% é consumido), uma vez que esta indústria forneceu os dados para os três coeficientes.
		11.2		Fabricação de bebidas não-alcoólicas	Fonte: Dado enviado pela Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA, 2010).
	12			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DO FUMO	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
	13			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS TÊXTEIS	

Continua...

ANEXO II Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Fonte / Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		
		13.1		Preparação e fiação de fibras têxteis	Fonte: Intervalos apresentados pela Associação Brasileira das Indústrias Têxteis (ABIT, 2010). Intervalos apresentados para fiação integrada (fabricação de fios crus mais beneficiamento). Fabricação de fios crus o coeficiente de retirada, consumo e efluente são respectivamente: 11,56 – 14,57 m^3/ton, 1,41 – 2,01 m^3/ton e 10,15 – 12,55 m^3/ton. Beneficiamento de fios: 103,87, 20,47 e 83,39 m^3/ton.
		13.2		Tecelagem, exceto malha	Fonte: Dado apresentado pela Associação Brasileira das Indústrias Têxteis (ABIT, 2010).Dados para tecelagem integrada (fabricação de tecidos planos crus mais processo de beneficiamento de tecidos planos). Fabricação de tecidos planos crus o coeficiente de retirada, consumo e efluente são respectivamente: 13,3 – 19,2, 1,7 – 2,9, 11,6 – 16,3 m3/ton. Beneficiamento de tecidos beneficiado iguais a: 28,96, 5,5 e 23,4 m3/ton.
		13.3		Fabricação de tecidos de malha	Fonte: Dado apresentado pela Associação Brasileira das Indústrias Têxteis (ABIT, 2010).Dados de malharia Integrada (processos de fabricação de tecidos de malha mais processo de beneficiamento de malhas). Os intervalos referentes à fabricação de malha crua o coeficiente de retirada, consumo e efluente são respectivamente: 17,5, 2,7 e 14,8 m^3/ton. Beneficiamento de malha: 18,9, 3,5 e 15,4 m^3/ton.
		13.4		Acabamentos em fios, tecidos e artefatos têxteis	Fonte: Intervalo apresentado pela Associação Brasileira das Indústrias Têxteis (ABIT, 2010). Dados para beneficiamento de fios, tecidos e malhas.
		13.5		Fabricação de artefatos têxteis, exceto vestuário	Fonte: Dado apresentado pela Associação Brasileira das Indústrias Têxteis (ABIT, 2010), para linha lar e artigos técnicos.
	14			CONFECÇÃO DE ARTIGOS DO VESTUÁRIO E ACESSÓRIOS	
		14.1		Confecção de artigos do vestuário e acessórios	Fonte: Dado apresentado pela Associação Brasileira das Indústrias Têxteis (ABIT, 2010), para meias e acessórios.
		14.2		Fabricação de artigos de malharia e tricotagem	Fonte: Dado apresentado pela Associação Brasileira das Indústrias Têxteis (ABIT, 2010).
	15			PREPARAÇÃO DE COUROS E FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE COURO, ARTIGOS PARA VIAGEM E CALÇADOS	
		15.1		Curtimento e outras preparações de couro	Fonte: Dado apresentado em: PEREIRA, G. C. Análise preliminar de indústrias do setor coureiro do vale do rio dos Sinos em relação ao gerenciamento ambiental: Estudo de caso em indústrias exportadoras. Porto Alegre, RS: UFRGS, 1997. 164 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Continua...

ANEXO II. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Fonte / Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		
		15.3		Fabricação de calçados	Fonte: Dado retirado do PARECER ÚNICO SUPRAM - ASF. PROTOCOLO Nº 614366/2009. Utilizou-se 80% do coeficiente de retirada como sendo o efluente, uma vez que esta empresa utiliza grande número de empregados.
		15.4		Fabricação de partes para calçados, de qualquer material	Fonte: Dado retirado do PARECER ÚNICO SUPRAM -ASF PROTOCOLO Nº 614378/2009. Adotou-se 80% do coeficiente de retirada como sendo o efluente, uma vez que esta empresa utiliza grande número de empregados, e deste modo, a maior parte do que é retirado torna-se efluente doméstico.
	16			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MADEIRA	
		16.2		Fabricação de produtos de madeira, cortiça e material trançado, exceto móveis	Fonte: Relatório Anual (2008) da Duratex.
	17			FABRICAÇÃO DE CELULOSE, PAPEL E PRODUTOS DE PAPEL	
		17.1		Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	Fonte: Intervalo apresentado por diferentes indústrias, sendo o limite superior obtido do Relatório de Sustentabilidade (2008) da Celulose Nipo Brasileira S.A Cenibra, e o limite inferior pelos dados apresentadas no Relatório de Sustentabilidade do ano de 2008, pela Aracruz Celulose S.A. Para a determinação dos coeficientes de consumo e efluente, utilizou-se a proporção dos coeficientes da Aracruz Celulose. Os intervalos apresentados para fábricas integradas são: 30 - 60 m^3/TSA, 7,3 - 19 m^3/TSA, 22,7 - 41,0 m^3/TSA, para os coeficientes de retirada, consumo e retorno respectivamente.
		17.2		Fabricação de papel, cartolina e papel-cartão	Fonte: Para o limite superior do intervalo apresentado, utilizou-se o dado do Relatório de Sustentabilidade (2008) da empresa Klabim. Como a maioria dos dados obtidos foram o coeficiente de retirada, adotou-se a mesma proporção dos coeficientes apresentados no Relatório de Sustentabilidade (2008) da Celulose Irani.
		17.3		Fabricação de embalagens de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado	Fonte: Relatório de Sustentabilidade (2008) da Celulose Irani.
		17.4		Fabricação de produtos diversos de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado	Fonte: Relatório de Sustentabilidade (2007) da Kimberly-Clark Brasil.
	18			IMPRESSÃO E REPRODUÇÃO DE GRAVAÇÕES	Fonte: CETESB (2009). Dado apresentado no Guia Técnico Ambiental da Indústria Gráfica - Série P+L. Foi adotado o valor de 20% do coeficiente de retirada para determinar o coeficiente de consumo conforme proposto por ANA (2002).

Continua...

ANEXO II. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Fonte / Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		
	19			FABRICAÇÃO DE COQUE, DE PRODUTOS DERIVADOS DO PETRÓLEO E DE BIOCOMBUSTÍVEIS	
		19.1		Coquerias	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
		19.2		Fabricação de produtos derivados do petróleo	Fonte: Petrobrás - Balanço Social e Ambiental (2007).
		19.3		Fabricação de biocombustíveis	Fonte: Dados enviados pelo Centro de Tecnologia Canavieira (2010).
	20			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS	
		20.1		Fabricação de produtos químicos inorgânicos	Fonte: Dado enviado pela ABIQUIM (2010).
		20.2		Fabricação de produtos químicos orgânicos	Fonte: Dado enviado pela ABIQUIM (2010). Adotou-se o intervalo apresentado para produtos químicos intermediários para plastificantes, resinas e fibras que apresenta a faixa mais ampla. Produtos químicos orgânicos não especificados (retirada = 2 - 15 m^3/ton, efluente = 1- 11 m^3/ton) Produtos petroquímicos básicos (retirada = 4 - 17 m^3/ton, efluente= 2 – 13 m^3/ton).
		20.3		Fabricação de resinas e elastômeros	Fonte: Dado enviado pela ABIQUIM (2010).
		20.4		Fabricação de fibras artificiais e sintéticas	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
		20.5		Fabricação de defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários	Fonte: Dado enviado pela Dow Agroscience DAS (2010).
		20.6		Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	Fonte: O limite inferior do coeficiente de retirada foi obtido no site da Colgate-Palmolive Industrial Ltda (key performance indicators). Para o limite superior utilizou-se os dados enviados por outra indústria. Na determinação dos coeficientes de consumo e efluente adotou-se a mesma proporção apresentada pelos dados enviados por uma indústria (53% do que é captado torna efluente gerado e 47% é consumido).
		20.7		Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins	Fonte: Dado enviado pela Basf S.A. (2010).
		20.9		Fabricação de produtos e preparados químicos diversos	Fonte: Dado enviado pela ABIQUIM (2010).
	21			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS FARMOQUÍMICOS E FARMACÊUTICOS	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras..
	22			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE BORRACHA E DE MATERIAL PLÁSTICO	
		22.1		Fabricação de produtos de borracha	Fonte: SustainabilityReport (2008) da Pirelli Pneus Ltda., válidos para produtos pneumáticos.Foi adotado o valor de 20% do coeficiente de retirada para a estimativa do coeficiente de consumo.

Continua...

ANEXO II. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Fonte / Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		
		22.2		Fabricação de produtos de material plástico	Fonte: Relatório de Sustentabilidade (2008) da Amanco Brasil Ltda. e válidos para fabricação de tubos. Foi adotado o valor de 20% do coeficiente de retirada para a estimativa do coeficiente de consumo.
	23			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MINERAIS NÃO-METÁLICOS	
		23.1		Fabricação de vidro e de produtos do vidro	Fonte: IPPC (2008).
		23.2		Fabricação de cimento	Fonte: O limite inferior do intervalo apresentado foi obtido no Relatório Social e Ambiental (2004) da Lafarge Brasil S.A. O limite superior foi obtido do Relatório de Sustentabilidade de 2007 da Holcim Brasil S.A., assim como a proporção dos coeficientes, para determinar a fração de consumo e de efluente.O limite inferior refere-se a processo de circuito fechado, que não gera efluentes líquidos (processo de produção de cimento a seco).
		23.3		Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e materiais semelhantes	Fonte: Relatório de Sustentabilidade de 2007 da Holcim Brasil S.A. Dados válidos para artefatos de concreto.
		23.4		Fabricação de produtos cerâmicos	Fonte: Dado enviado pela Duratex S.A. (2010). Foi adotado o valor de 20% do coeficiente de retirada para a estimativa do coeficiente de consumo.
		23.9		Aparelhamento de pedras e fabricação de outros produtos de minerais não-metálicos	Fonte: O limite superior foi retirado do relatório Gestão dos Recursos hídricos e a Mineração (IBRAM, 2006). Limite inferior utilizado para fabricação de cal. Limite superior utilizado para aparelhamento de pedras.
	24			METALURGIA	
		24.1		Produção de ferro-gusa e de ferroligas	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
		24.2		Siderurgia	Fonte: Dado enviado pelo Instituto Aço Brasil (2010). Dados para valores médios. Limite mínimo para o coeficiente de retirada, consumo e efluente são iguais, respectivamente a: 1,37 m^3/t, 1,23 m^3/t, 0,08 m^3/t, e os limites superiores iguais a: 81,68 m^3/t, 26,93 m^3/t e 79,39 m^3/t.
		24.3		Produção de tubos de aço, exceto tubos sem costura	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
		24.4		Metalurgia dos metais não-ferrosos	Fonte: ANA (2002). Não foram obtidos dados de indústrias brasileiras.
		24.5		Fundição	Fonte: Coeficiente de retirada obtido do Relatório Técnico de Implementação de Programa de Produção mais Limpa no Setor de Fundição do Centro-Oeste Mineiro (2005) enviado pelo setor (2010). Foi adotado o valor de 20% do captado para estimar o consumo.
	25			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE METAL, EXCETO MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	Fonte: Dado enviado pela Tekno S.A. Indústria e Comércio (2009).
	26			FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA, PRODUTOS ELETRÔNICOS E ÓPTICOS	Fonte: O coeficiente de retirada foi obtido no Relatório Anual e de Sustentabilidade 2009 da Itautec S.A. e adotou-se como coeficiente de retorno 80% do coeficiente de retirada.

Continua...

ANEXO II. Continuação...

Código CNAE 2.0				Denominação	Fonte / Observações
Seção	Divisão	Grupo	Classe		
	28			FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	Fonte: Dados enviados para o limite superior pela New Holland Latino Americana Ltda (2010), e para o limite inferior o enviado pela Agco do Brasil Comércio e Indústria Ltda (2010). Válidos para fabricação de tratores agrícolas. Foi adotado o valor de 20% do coeficiente de retirada para estimar o consumo.
	29			FABRICAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES, REBOQUES E CARROCERIAS	
		29.1		Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários	Fonte: Para o intervalo apresentado, o limite inferior foi obtido no site da Fiat Automóveis S.A. (2009) e o limite superior enviado pela General Motors do Brasil Ltda (2009). Para a determinação dos limites inferiores dos coeficientes de consumo e efluente, utilizou-se a mesma proporção do limite superior, uma vez que para o limite inferior só foi apresentado o coeficiente de retirada.
		29.2		Fabricação de caminhões e ônibus	Fonte: Dado enviado pela SCANIA LATIN AMERICA LTDA (2009), porém como só foi apresentado o coeficiente de retirada, utilizou-se a mesma proporção utilizada para o grupo 29.1.
		29.4		Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	Fonte: Dado enviado pela CIE Autometal (2009).
	30			FABRICAÇÃO DE OUTROS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE, EXCETO VEÍCULOS AUTOMOTORES	
		30.4		Fabricação de aeronaves	Fonte: Dado enviado pela EMBRAER (2009).

Tomo II - Agricultura Irrigada

III. AGRICULTURA IRRIGADA

III.1. Metodologias e procedimentos disponíveis para a determinação dos coeficientes técnicos no uso agropecuário

Para a estimativa das vazões consumidas no uso agropecuário (criação animal e irrigação), diversas foram as metodologias e procedimentos levantados neste trabalho, dentre as quais destacam-se:

III.1.1. Metodologia do "Manual de Outorga" (ENGECORPS, 1998)

1. CRIAÇÃO ANIMAL

Metodologia para estimativa das vazões para criação animal é descrita no "Manual de Outorga" desenvolvido pela ENGECORPS (1998) para a Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal.

A Tabela 1 fornece valores médios básicos de consumo de água por animal. Além das condições climáticas locais e da alimentação, o consumo de água de um animal varia em função de uma série de outros fatores: tipo, raça, porte físico e fase de desenvolvimento.

Tabela 1. Consumo de água por animal.

ANIMAL	**CONSUMO DIÁRIO** (Litros)
Cavalo	30
Vaca leiteira (apenas bebida)	45
Vaca leiteira (bebida e asseio do estábulo)	100
Ovelha	8
Cabra	8
Por 100 galinhas	15
Por 100 perus	25
Porco (bebida e asseio da pocilga)	15
Suíno com 25 quilos	5,5
Suíno com 45 quilos	6,6
Suíno com 70 quilos	9
Suíno com 90 quilos	11
Porcas em gestação e cachaços	18

Fonte: GALETI (1983)

Para o cálculo do consumo de água para criação de animais foi adotada a metodologia do Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil (PLIRHINE), que se baseia no conceito de que 1 (um) BEDA (Bovinos Equivalentes para a Demanda de Água) consome 50 litros de água por dia. A seguinte expressão é utilizada para o cálculo do número de BEDAs de uma propriedade:

$$BEDA = bov + equ + asi + (cap + ovi)/5 + sui/4 \quad (1)$$

em que: BEDA = número de BEDAs;
bov = número de bovinos;
equ = número de eqüinos;
asi = número de asininos;
cap = número de caprinos;
ovi = número de ovinos; e
sui = número de suínos.

2. IRRIGAÇÃO

2.1. Necessidade hídrica dos cultivos

A água consumida por uma cultura, ou seja, seu uso consuntivo (C), corresponde à soma da água evaporada do solo com a evapotranspirada pela planta. Pesquisas demonstram que, aproximadamente, 98% da água retirada do solo pela cultura é transferida para a atmosfera e que apenas os restantes 2 % são absorvidos pelas plantas. Por isto que se considera o valor do uso consuntivo igual à evapotranspiração da cultura (ETc).

$$ETc = C \qquad (1)$$

Em lugares onde há dificuldades de obtenção de medidas obtidas diretamente no campo ou na inexistência delas, como é o caso do Brasil, com exceções localizadas, a FAO recomenda que a determinação das necessidades hídricas das culturas deve ser feita através de métodos climatológicos usando a Equação 2:

$$ETc = Kc.ETp \qquad (2)$$

em que: Kc = coeficiente da cultura considerando diferentes estágios de desenvolvimento.

a) Valores recomendados para Kc

Os valores de Kc devem ser pesquisados regionalmente. A publicação no 24 da FAO fornece tabelas com valores de Kc, internacionalmente adotados na ausência de dados locais. Os valores de Kc variam em função da cultura, do estágio de desenvolvimento vegetativo e das condições climáticas regionais.

b) Determinação dos valores de Kc para o grupo dos vegetais e culturas de campo

Para o grupo de culturas, no qual se encontram as principais culturas irrigadas no Brasil, são considerados 4 (quatro) estágios de desenvolvimento:

- estágio inicial: desde a germinação e desenvolvimento inicial até uma situação de cobertura vegetal do solo inferior a 10%.
- estágio de desenvolvimento vegetativo: desde o estágio inicial até pleno desenvolvimento vegetativo, equivalente a uma cobertura de 70 a 80% do solo.

- estágio de plena estação: período da frutificação/enchimento dos grãos, até o início da maturação que é indicado pelo amarelamento das folhas (grãos) ou sua queda (algodão). Para algumas culturas é estendido até próximo da colheita.
- estágio final: até maturação ou colheita.

Desta forma, com o conhecimento da evapotranspiração potencial (Etp) e dos valores de Kc para os quatro estágios pode se obter as demandas de água para cada um dos estágios do ciclo da cultura.

Na determinação das demandas máximas para fins de outorga, deve prevalecer o valor de Kc de maior valor. Em empreendimentos em que estejam fixados os cronogramas de plantio e haja preocupação com a racionalização do uso da água deverão ser considerados os valores de Kc de cada estágio.

c) Determinação da Evapotranspiração Potencial (ETp)

O método de Blaney-Criddle, apesar de suas limitações, é o adotado por este MANUAL, na determinação de ETp, tendo em vista sua restrita exigência de dados

Este método deve ser utilizado, em períodos mensais, em áreas onde apenas dados climáticos de temperatura do ar são disponíveis. Baseia-se em valores da temperatura e do comprimento do dia. Usa também, conhecimentos de níveis de umidade do ar, da insolação e da velocidade do vento. O valor de ETp é calculado através da Equação 3:

$$ETp = C\left[p.\left(0{,}46.T + 8\right)\right] \qquad (3)$$

em que: ETP = evapotranspiração potencial, para um dado mês, $mm.dia^{-1}$;

C = fator de ajuste que depende da umidade relativa mínima do ar, do número efetivo de horas de sol e de estimativas de vento;

P = porcentagem média diária de horas de luz do sol sobre o total anual, tabelado em função do mês e da latitude do local; e

T = temperatura média diária, durante o mês considerado, °C.

Já as questões associadas ao método de irrigação escolhido e a eficiência esperada na aplicação do mesmo, são os pontos críticos na determinação da demanda hídrica para irrigação. Considerando que a concessão de outorga é uma das ferramentas de gestão hídrica capaz de disciplinar e melhorar a eficiência na utilização de recursos hídricos, o poder público, no ato da outorga, deve priorizar a melhoria na eficiência, sinalizando para os usuários a necessidade de diminuir perdas e melhorar as técnicas de irrigação. Este processo deve ser de caráter pedagógico e não deve criar empecilhos que inviabilizem ou prejudiquem a exploração hidroagrícola local.

A determinação da vazão específica demandada pela irrigação (q) pode ser calculada pela Equação 4:

$$q = \frac{\left(Kc.ETp - Pef\right)10}{3{,}6.D.Ef.h} \qquad (4)$$

em que: q = vazão específica demandada por hectare irrigado, $L.s^{-1}$;

Kc = coeficiente cultural. Quando se tratar de mais de uma cultura adotar valor médio ponderado;

ETP = Evapotranspiração potencial do mês de pico da área ou região, mm;

Pef = Chuva efetiva mensal do mês de pico de ETp, mm. Verificar condições mais desfavoráveis;

D = número de dias do mês considerado de pico;

Ef = eficiência da irrigação, decimal; e

h = número de horas de bombeamento diário.

A chuva efetiva é elemento básico para a determinação da real demanda de água no processo de irrigação. É parâmetro de difícil determinação e conhecimento. Blaney e Criddle propuseram um método rudimentar para o cálculo da chuva efetiva mensal (Pef), que pode ser adotado em situações de indisponibilidade de valores locais confiáveis. O método consiste em aplicar coeficientes decrescentes por cada 25 mm de incremento de chuva mensal total (P).

A determinação da vazão total demandada para irrigação (Q) será calculada pela Equação 5:

$$Q = q.A \qquad (5)$$

em que: Q = vazão total demandada $L.s^{-1}$;

q = vazão específica demandada por hectare irrigado, $L.s^{-1}.ha^{-1}$; e

A = área irrigada, ha.

III.1.2. Metodologia apresentada por Christofidis (1999)

Este trabalho apresenta uma estimativa de demanda de água para irrigação no Brasil por regiões e Estados conforme apresentado na Tabela 1.

Para o cálculo da vazão de captação basta multiplicar a área irrigada pelo indicador de água derivada dos mananciais do respectivo estado da federação. Para o cálculo da vazão de consumo multiplica-se a área irrigada pelo indicador de água consumida pelos cultivos, do respectivo estado da federação.

Tabela 1. Demanda anual de água para irrigação no Brasil por regiões e Estados.

Região/Estado	Área irrigada (hectares)	Água derivada dos mananciais (mil m³.ano⁻¹)	Água consumida pelos cultivos (mil m³.ano⁻¹)	Água derivada dos mananciais (mil m³.ano⁻¹)	Água consumida pelos cultivos (mil m³.ano⁻¹)	Eficiência de irrigação (%)
Norte	**86.660**	**836.900**	**461.320**	**9.657**	**5.323**	**55,1**
Rondônia	2.230	20.168	11.536	9.044	5.173	57,2
Acre	660	6.137	3.332	9.298	5.049	54,3
Amazonas	1.710	21.466	12.107	12.553	7.080	56,4
Roraima	5.480	63.966	35.428	11.545	6.465	56,0
Pará	6.850	86.461	46.169	12.622	6.740	53,4
Amapá	1.840	18.799	10.922	10.217	5.936	58,1
Tocantins	67.890	619.903	341.826	9.131	5.035	55,1
Nordeste	**495.370**	**8.114.586**	**5.340.146**	**16.380**	**10.780**	**65,8**
Maranhão	44.200	815.446	499.283	18.449	11.296	61,2
Piauí	24.300	445.929	272.257	18.351	11.204	61,1
Ceará	82.400	1.426.014	922.633	17.306	11.197	64,7
Rio Grande do Norte	19.780	310.961	221.556	15.721	11.201	71,2
Paraíba	32.690	471.521	333.798	14.424	10.211	70,8
Pernambuco	89.000	1.619.355	1.046.640	18.195	11.760	64,6
Alagoas	8.950	155.014	102.495	17.320	11.452	66,1
Sergipe	25.840	427.600	293.026	16.548	11.340	68,5
Bahia	168.210	2.442.746	1.648.458	14.522	9.800	67,5
Sudeste	**890.974**	**9.497.223**	**6.223.402**	**10.659**	**6.985**	**65,5**
Minas Gerais	293.400	3.429.553	2.055.560	11.689	7.006	59,9
Espírito Santo	65.774	620.775	411.088	9.438	6.250	66,2
Rio de Janeiro	76.800	1.121.050	639.974	14.597	8.333	57,1
São Paulo	445.000	4.325.845	3.116.780	9.721	7.004	72,1
Sul	**1.195.440**	**13.696.405**	**8.521.624**	**11.457**	**7.128**	**62,2**
Paraná	62.300	615.088	411.180	9.873	6.600	66,9
Santa Catarina	134.340	1.660.039	934.066	12.357	6.953	56,3
Rio Grande do Sul	998.800	11.421.278	7.176.378	11.435	7.185	62,8
Centro-Oeste	**201.760**	**1.602.183**	**492.667**	**7.941**	**2.442**	**30,8**
Mato Grosso do Sul	61.400	505.322	303.009	8.230	4.935	60,0
Mato Grosso	12.180	89.620	58.647	7.358	4.815	65,4
Goiás	116.500	914.525	62.741	7.850	5.354	68,2
Distrito Federal	11.680	92.716	68.270	7.938	5.845	73,6
BRASIL	**2.870.204**	**33.777.297**	**21.039.159**	**11.768**	**7.330**	**62,3**

III.1.3. Metodologia proposta pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico no trabalho "Estimativas das Vazões para as Atividades de Uso Consuntivo da Água em Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN" (ONS, 2003)

1. CRIAÇÃO ANIMAL

Neste trabalho a estimativa das vazões destinadas para a criação animal foi feita utilizado o número de cabeças, disponível nos Censos Agropecuários do IBGE dos anos de 1940, 1950, 1960, 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995/1996. Foram processados os dados censitários com a determinação, para os municípios contidos em cada uma das áreas de drenagem, da população correspondente aos principais rebanhos nacionais.

Na Tabela 1 estão apresentados os coeficientes per capitas para diferentes espécies animais utilizados no cálculo.

Tabela 1. Coeficientes per capita para diferentes espécies animais.

Espécie Animal	**Retirada** (Litros.dia^{-1})
Bovino	50
Suíno	12,5
Bubalino	50
Eqüino	50
Asinino	50
Muar	50
Ovino	10
Caprino	10
Aves*	0,36

Fonte: TELLES (2002) e *SRH/BA (2003).

A estimativa das vazões retiradas foi realizada, portanto, para cada um dos municípios pertencentes à bacia de drenagem, multiplicando o coeficiente per capita de cada espécie animal pelo seu efetivo do rebanho.

Em relação à estimativa da vazão de retorno para o abastecimento animal, optou-se inicialmente por considerá-la nula. Isto se deveu fundamentalmente à inexistência de informações que permitissem embasar uma metodologia consistente e a insignificância do seu valor (uma fração do volume captado) ante os demais valores calculados no trabalho. No entanto, durante as reuniões realizadas com a Comissão de Acompanhamento, e em função de observações feitas pelos Agentes de Geração, foi discutida a adoção de uma taxa de retorno de 20% do volume captado, tendo sido este o valor utilizado.

2. IRRIGAÇÃO

A metodologia a seguir apresentada trata da estimativa das vazões de retirada, consumo e retorno relacionadas à irrigação dos cultivos. Essas vazões são função do balanço hídrico das áreas irrigadas, dos aspectos inerentes à espécie cultivada e ao tipo de irrigação e das condições de manejo aplicadas.

Os parâmetros necessários para a obtenção da vazão de retirada para irrigação, conforme metodologia empregada neste trabalho são:

- Evapotranspiração real das culturas (ETrc);
- Precipitação efetiva (Pef);
- Área Irrigada (Ai); e
- Eficiência de Aplicação (Ea) dos sistemas de irrigação.

O processo tem início com a reunião dos dados necessários ao cálculo da evapotranspiração mensal de referência e à caracterização das áreas exploradas nos municípios. No primeiro caso, os dados são parâmetros meteorológicos necessários à estimativa da evapotranspiração mensal segundo o método de Penman–Monteith–FAO. Na caracterização das áreas são utilizados basicamente dados dos Censos Agropecuários do IBGE, tais como áreas cultivadas municipais e estaduais com cada cultura e áreas irrigadas municipais e estaduais.

Foram utilizados nestes estudos os Censos Agropecuários dos anos de 1940, 1950, 1960, 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995/1996. Para os anos anteriores a 1940 adotou-se, para as varáveis de interesse, uma extrapolação com a tendência observada entre os censos de 1940 e 1950. Nos anos posteriores a 1996, para a variável área irrigada por município, extrapolou-se a tendência observada entre 1985 e 1996 e, para as demais variáveis, repetiram-se os valores médios de 1996.

De posse de todos os dados foi possível estimar o padrão médio mensal de cultivo de cada município (cultura média), por processo detalhado mais adiante, e realizar os cálculos para obtenção das vazões. Elas foram inicialmente obtidas para cada município e, em outro passo, somadas para as bacias dos aproveitamentos considerados.

Conhecer a parcela de água exigida pela evapotranspiração nos cultivos é, então, o passo inicial. A evapotranspiração é um processo extremamente complexo e envolve variáveis físicas e fisiológicas.

2.1 Estimativa da evapotranspiração

As séries de vazões para a irrigação obtidas no presente trabalho tiveram como base a ETrc (evapotranspiração real da cultura), com a ETo estimada por Penman–Monteith–FAO. Para isso foram utilizados os seguintes parâmetros meteorológicos:

- Temperatura média (ºC);
- Umidade relativa (%);
- Velocidade do vento ($m.s^{-1}$); e
- Insolação (h).

Os parâmetros foram obtidos das Normais Climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, dos períodos 1931 a 1960 e 1961 a 1990. Como a irrigação passou a ser relevante a partir da década de 60, as Normais do período 1961 a 1990 foram as adotadas nas estações em que estavam disponíveis. As do período 1931 a 1960, foram utilizadas nas estações em que não se dispunha de normais calculadas para 1961 – 1990. Além dos dados das Normais, e tendo como objetivo adensar a malha de estações foram selecionadas algumas estações dentre aquelas cujos dados estão disponíveis na ANA (com dados do período 1961 – 1978) e calculou-se a média de longo período dos parâmetros necessários.

Para a utilização das Normais neste trabalho foram feitos dois tipos de análises: uma regional e outra temporal. Na análise regional foi avaliado se o número de estações disponíveis para um determinado período era suficiente para representar a região em estudo. Na análise temporal avaliou-se se existiriam diferenças significativas entre os períodos considerados.

Visando a melhorar a qualidade do cálculo da evapotranspiração e a da extrapolação dos seus resultados, foram tomadas como área de interesse as bacias consideradas e uma área do seu entorno, denominada "área tampão". Define-se "área tampão" como uma faixa que circunscreve todo o conjunto de bacias.

O conjunto de estações assim definido (bacias + área tampão) foi utilizado para todo o período do estudo.

A estimativa da evapotranspiração de referência utilizando o método de Penman–Monteith–FAO foi realizada por meio da equação abaixo, escrita conforme Allen et al. (1998):

$$ETo = \frac{0.408s(Rn - G) + \gamma\left(\frac{900}{T + 273}\right)U_2(e_s - e_a)}{s + \gamma(1 + 0{,}34U_2)} \qquad (1)$$

em que: ETo = evapotranspiração de referência (mm.d^{-1});

s = declividade da curva de pressão de vapor (kPa.°C^{-1});

R_n = saldo da radiação (MJ.m^{-2}.d^{-1});

G = fluxo de calor no solo (MJ.m^{-2}.d^{-1});

γ = constante psicrométrica (kPa.°C^{-1});

T = temperatura média (°C);

U_2 = velocidade do vento a 2.0m (m.s^{-1});

e_s = pressão de saturação de vapor d'água à temperatura do ar (kPa); e

e_a = pressão atual de vapor da água (kPa).

2.2 Estimativa da precipitação efetiva

Neste trabalho, ao invés das médias de precipitação das Normais Climatológicas, foram utilizadas as médias mensais observadas de todas as estações disponíveis na base de dados da ANA para a área do estudo. A utilização desses dados, mesmo com um número de estações variável entre os anos, permitiu que o balanço hídrico mensal se aproximasse mais da condição verificada na prática.

A precipitação efetiva foi obtida por uma ferramenta computacional desenvolvida com base na metodologia estabelecida pelo USDA, descrita por DOORENBOS & PRUIT (1992) no Boletim FAO n°. 24 (Tabela 1), a qual incorpora alterações no comportamento da infiltração, em função da quantidade de água disponível no solo no momento da irrigação. Os parâmetros de entrada são: precipitação e evapotranspiração potencial da cultura.

No projeto adotou um valor de armazenamento (ΔS) médio de 75 mm. Cabe destacar que a adoção de um valor médio para ΔS é uma simplificação que não representa erro significativo. Como pode ser observado na Tabela 2, variações da

ordem de 30% para mais ou para menos no valor de ΔS – o que abrange a maioria dos solos sob irrigação – implicam em correções na precipitação efetiva que não ultrapassam os 7%. Tal magnitude de correção é, em muitos casos, inferior ao erro embutido na totalização mensal dos valores lidos de precipitação.

Assim como feito para a evapotranspiração de referência, os valores de precipitação total foram espacializados pelo inverso do quadrado da distância para a área do estudo. Com isso foi possível a obtenção da precipitação efetiva para cada município das bacias de interesse.

Tabela 1. Valores de precipitação efetiva em função da evapotranspiração potencial mensal da cultura e da precipitação mensal.

Precipitação mensal (mm)		12,5	25	37,5	50	62,5	75	87,5	100	112,5	125	137,5	150	162,5	175	187,5	200
Precipitação efetiva mensal																	
ETpc mensal (mm)	25	8	16	24													
	50	8	17	25	32	39	46										
	75	9	18	27	34	41	48	56	62	69							
	100	9	19	28	35	43	52	59	66	73	80	87	94	100			
	125	10	20	30	37	46	54	62	70	76	85	92	98	107	116	120	
	150	10	21	31	39	49	57	66	74	81	89	97	104	112	119	127	133
	175	11	23	32	42	52	61	69	78	86	95	103	111	118	126	134	141
	200	11	24	33	44	54	64	73	82	91	100	109	117	125	134	142	150
	225	12	25	35	47	57	68	78	87	96	106	115	124	132	141	150	159
	250	13	25	38	50	61	72	84	92	102	112	121	132	140	150	158	167

Fonte: USDA, Soil Cons. Serv., 1969, citado por DOORENBOS & PRUITT (1992). (FAO Irrigação e Drenagem, 24).

Tabela 2. Fator de correção da precipitação efetiva em função variação da umidade inicial do solo.

ΔS (mm)	**Fator**	**ΔS (mm)**	**Fator**	**ΔS (mm)**	**Fator**
10,00	0,620	31,25	0,818	70,00	0,990
12,50	0,650	32,50	0,826	75,00	1,000
15,00	0,676	35,00	0,842	80,00	1,004
17,50	0,703	37,50	0,860	85,00	1,008
18,75	0,720	40,00	0,876	90,00	1,012
20,00	0,728	45,00	0,905	95,00	1,016
22,50	0,749	50,00	0,930	100,00	1,020
25,00	0,770	55,00	0,947	125,00	1,040
27,50	0,790	60,00	0,963	150,00	1,060
30,00	0,808	65,00	0,977	175,00	1,070

Fonte: USDA, Soil Cons. Serv., 1969, citado por DOORENBOS & PRUITT (1992). (FAO Irrigação e Drenagem, 24).

2.3 Estimativa da área irrigada

A determinação das áreas irrigadas exigiu uma metodologia específica. O único cadastro de irrigantes, realizado nos tempos do PRONI, não foi completamente processado e ressente-se da idade.

Utilizou-se como fonte principal de informação os Censos Agropecuários do IBGE, que disponibilizam a área total irrigada por município a partir de 1960, período que coincide com o início da expansão da prática da irrigação no Brasil.

Os dados a respeito de outorgas da ANA e das instituições estaduais de recursos hídricos, ainda não completos, serviram apenas como informação complementar. Eles foram utilizados basicamente para análise dos valores de área irrigada dos municípios sede dos grandes perímetros públicos de irrigação e, posteriormente, já na fase de cálculo das vazões, para comparação dos resultados obtidos com as vazões outorgadas.

Como os dados constantes nos censos referem-se apenas à área total irrigada e à área cultivada com cada cultura no município, ou seja, uma vez que não existe no censo informação específica de área irrigada por cultura no nível de desagregação municipal, foi necessário estimá-la. Para isso, partiu-se da informação de área irrigada por cultura que os censos disponibilizam para os Estados. Admitiu-se que, em cada município, a proporção entre área colhida e área irrigada com uma determinada cultura é a mesma verificada no Estado ao qual pertence o município. Considerou-se, portanto, que, na média, os municípios têm a mesma relação área irrigada/área colhida, para cada cultura, que os Estados a que pertencem.

O processo de obtenção da área irrigada no município foi então dividido em duas etapas. Na primeira, um valor inicial da área irrigada de cada cultura no município foi obtido pela equação:

$$Ai_{m,c,a,vi} = \frac{Ac_{m,c,a}}{Ac_{e,c,c,a}} Ai_{e,c,a} \qquad (2)$$

em que: $Ai_{m,c,a,vi}$ = valor inicial (vi) da área irrigada no município (m) para a cultura (c) e ano (a), ha;

Aie,c,a = área irrigada no Estado (e) para a cultura (c) e ano (a), ha, obtida no censo do IBGE;

Ace,c,a = área colhida no Estado (e) para a cultura (c) e ano (a), ha, obtida no censo do IBGE; e

Acm,c,a = área colhida no município (m) para a cultura (c) e ano (a), ha, obtida no censo do IBGE.

Na segunda etapa, procurou-se garantir que o valor de área irrigada total do município, obtido do IBGE, fosse preservado. Ou seja, buscou-se evitar que a soma dos valores iniciais de cada cultura obtidos na etapa anterior para um determinado município, fosse diferente do valor de área irrigada total fornecido pelos censos para esse município. Garantiu-se, em outras palavras, que os valores de área irrigada por cultura fossem, no total, iguais ao valor da área irrigada total do município obtida do IBGE. Esta segunda etapa consistiu em aplicar um fator de proporção (fp) de área adimensional dado por:

$$fp = \frac{\sum_{i=1}^{n} Ai_{m,c,a,vi}}{Ai_{t,m,a}} \qquad (3)$$

em que: $Ai_{t,m,a}$ = área total (t) irrigada no município (m) no ano (a), ha, obtida nos censos agropecuários do IBGE.

Assim, o valor da área anual irrigada por cultura no município (Aim,c), no anos dos censos agropecuários, foi obtido por:

$$Ai_{m,c} = Ai_{m,c,a,vi}\ fp \qquad (4)$$

Até então se trabalhou com valores anuais de área. Porém, todos os demais passos da rotina até a estimativa das vazões foram realizados em base mensal.

Para converter os valores de área irrigada por cultura de cada município em valores mensais foi utilizado o calendário de colheita do Censo Agropecuário 1995-1996. O calendário de colheita representa a divisão da área total colhida no Estado com cada cultura nele presente, nos meses nos quais ocorre a colheita (Tabela 3).

Tabela 3. Exemplo de calendário de colheita estadual, para uma cultura qualquer, tal como apresentado no Censo Agropecuário do IBGE.

Principais meses da colheita	Área (ha)
Agosto	1.123
Setembro	911
Outubro	450
Novembro	875
Dezembro	561
Janeiro	624
Fevereiro	1.116
Março	2.262
Abril	8.435
Maio	10.433
Junho	3.438
Julho	1.493

A sua aplicação no nível municipal exigiu a conversão dos valores apresentados em percentuais do total colhido (Tabela 4). Com isso, foi possível estabelecer, para cada município, um calendário de colheitas multiplicando-se a área colhida no município com uma determinada cultura pelos valores percentuais do calendário estadual.

Tabela 4. Exemplo de calendário de colheita convertido para percentuais do total colhido no Estado (obtido da Tabela 3).

Principais meses da colheita	% da Área
Agosto	3,54
Setembro	2,87
Outubro	1,42
Novembro	2,76
Dezembro	1,77
Janeiro	1,97
Fevereiro	3,52
Março	7,13
Abril	26,59
Maio	32,89
Junho	10,84
Julho	4,71

Assim, iniciando da menor área colhida com uma determinada cultura (mês de outubro na Tabela 4), estabelece-se o calendário da irrigação dessa cultura no município. Como exemplo, e em relação à Tabela 4, a Figura 1 apresenta um calendário fictício para uma Cultura A, que foi colhida em 700 ha sob irrigação, num município qualquer.

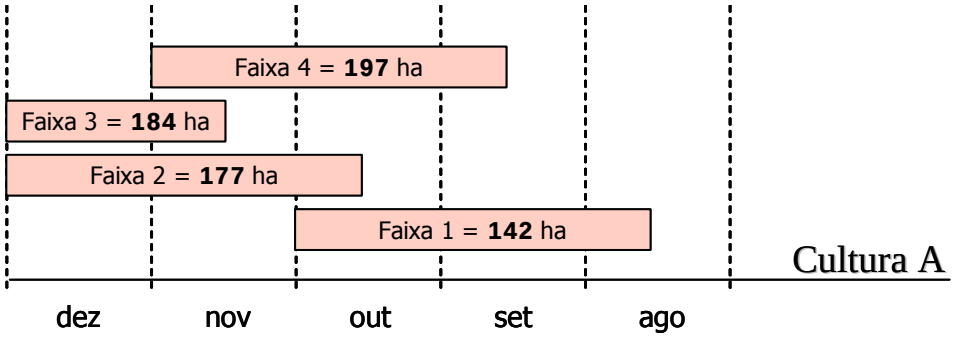


Figura 1. Exemplo de calendário de colheita para um município qualquer, onde foram colhidos 700 ha sob irrigação de uma cultura A fictícia.

O procedimento descrito acima foi repetido para todas as culturas presentes em cada um dos municípios contidos nas bacias estudadas. A área irrigada num determinado mês é a soma de todas as faixas presentes nesse mês. Nos demais meses, quando não há faixas, Ai recebe valor zero (Ai = 0).

2.4 Cálculo das vazões para irrigação

A estimativa da vazão de retirada para a irrigação teve como base, para os municípios pertencentes a cada bacia, o balanço hídrico mensal dado pela equação:

$$Q_{m,i} = \sum_{m=1}^{n} Ai_{m,m} \left[\frac{ETrc_{m,m} - Pef_{m,m}}{Ea_{m,m}} \right] .10 \qquad (5)$$

em que: $Q_{m,i}$ = Vazão de retirada para irrigação (i) no município (m), em $m^3.mês^{-1}$;

$Ai_{t,m,m}$ = área irrigada no município (m) no mês (m), em ha;

$ETrc_{m,m}$ = evapotranspiração real da cultura no município (m) para o mês (m), em $mm.mês^{-1}$;

$Pef_{m,m}$ = precipitação efetiva no município (m) para o mês (m), $mm.mês^{-1}$; e

$Ea_{m,m}$ = eficiência de aplicação no município (m) para o mês (m), adimensional.

Dos parâmetros envolvidos, a Ai, ETrc e a Pef já tiveram a sua obtenção descrita anteriormente, restando apresentar os parâmetros de eficiência de aplicação utilizados.

Os métodos de irrigação podem apresentar diferentes níveis de eficiência a depender da uniformidade de distribuição das lâminas de irrigação, da condição de localização de aplicação dessas lâminas, das características dos emissores e da interferência das condições climáticas (perdas nos sistemas e por evaporação), entre outros fatores.

O uso da correção da lâmina aplicada em função da eficiência tem implicação direta na estimativa das vazões de retorno.

A eficiência de aplicação adotada neste trabalho foi obtida dos resultados de ANA/GEF/PNUMA/OEA (2002), a saber:

- Irrigação por aspersão: Ea = 0,71; e
- Irrigação localizada: Ea = 0,79.

No presente trabalho considerou-se que os métodos de irrigação por aspersão e localizada são representativos de toda a área. Entendeu-se que a irrigação por superfície, ainda muito presente no sul do País, vem sendo substituída com muita rapidez na região estudada, sendo a irrigação por aspersão responsável hoje pela maior área irrigada.

Ao definir o calendário das culturas pôde-se associar a cada uma delas o método de irrigação mais frequente e os respectivos valores de Kc, Ks, e Ea. O passo seguinte foi, então, definir uma "cultura média" para cada município, que represente, em cada mês, todo o conjunto de culturas presente.

Define-se cultura média como sendo uma cultura fictícia representada pela média ponderada dos parâmetros Kc, Ks e Ea (respectivamente Kc_m, Ks_m e Ea_m) que, ocupando a área irrigada total (Ai_t) do município, leva a uma vazão de irrigação mensal igual ao somatório das vazões mensais demandadas individualmente por cada cultura. As equações utilizadas na obtenção dos parâmetros da cultura média são:

$$Ai_t = (Ai_1 + Ai_2 + ... + Ai_n) \tag{6}$$

em que: Ai_t = área total irrigada no município, ha;
Ai_1 = área irrigada da cultura 1, ha;
Ai_2 = área irrigada da cultura 2, ha;
Ai_n = área irrigada da cultura n, ha;

$$Kc_m = \frac{(Ai_1.Kc_1 + Ai_2.Kc_2 + ... + Ai_n.Kc_n)}{Ai_t} \tag{7}$$

em que: Kcm = Kc da cultura média, adimensional;
Kc1 = Kc da cultura 1, adimensional;
Kc2 = Kc da cultura 2, adimensional;
Kcn = Kc da cultura n, adimensional;

O cálculo dos Kc_1, Kc_2 até Kc_n exige que se avalie previamente se, em função do calendário de colheitas, há mudança nos valores de Kc ao longo do mês. Conforme dito anteriormente o valor de Kc é função do estágio de desenvolvimento da cultura. Caso ocorra tal mudança, deve-se obter, com base na equação 8, o Kc_i mensal (com i variando de 1 a n culturas).

$$Kc_i = \frac{(n^o\ dias.Kc_{inicial} + n^o\ dias.Kc_{desenv} + n^o\ dias.Kc_{pleno} + n^o\ dias.Kc_{final})}{n^o\ dias\ do\ mês} \tag{8}$$

em que: $Kc_{inicial}$ = Kc da fase inicial da cultura;
Kc_{desenv} = Kc da fase de desenvolvimento da cultura;
Kc_{pleno} = Kc da fase de estabelecimento pleno da cultura; e
Kc_{final} = Kc da fase final do ciclo da cultura.

Na tabela de Kc utilizada neste trabalho os valores fornecidos são apenas três. No entanto, na equação 8 aparecem quatro parcelas, cada uma delas correspondendo a um valor de Kc. Isso se deve à existência de um fase intermediária às fases inicial e plena, a de desenvolvimento da cultura, cujo valor de Kc (Kc_{desenv}) cresce linearmente de uma ($Kc_{inicial}$) à outra (Kc_{plena}) (Figura 2). Neste trabalho o Kc_{desenv} adotado corresponde à média entre $Kc_{inicial}$ e Kc_{plena} e o Kc_{final}, à média entre Kc_{pleno} e o Kc_{final} da tabela.

$$Ks_m = \frac{(Ai_1.Ks_1 + Ai_2.Ks_2 + ... + Ai_n.Ks_n)}{Ai_t} \quad (9)$$

em que: Ks_m = Ks da cultura média, adimensional;
Ks1 = Ks da cultura 1, adimensional;
Ks2 = Ks da cultura 2, adimensional; e
Ksn = Ks da cultura n, adimensional.

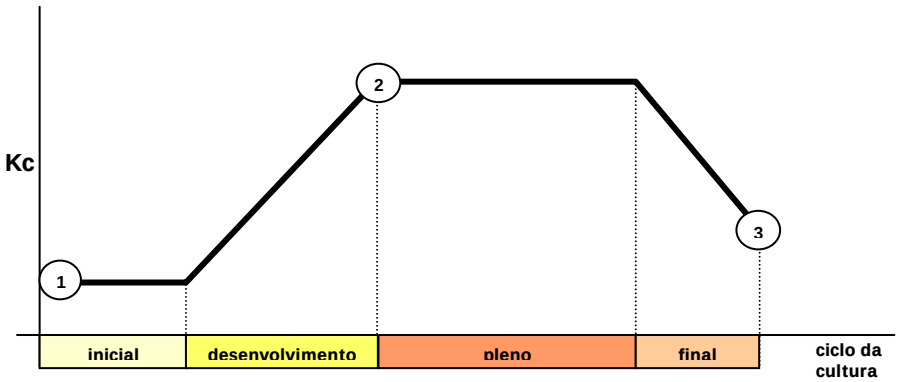


Figura 2. Curva típica dos coeficientes de cultura em função dos estágios de desenvolvimento da planta. Os números 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, aos valores de Kcinicial, Kcpleoa e Kcfinal tabelados.

$$Ea_m = \frac{(Ai_1.Ea_1 + Ai_2.Ea_2 + ... + Ai_n.Ea_n)}{Ai_t} \quad (10)$$

em que: Ea_m = Ea da cultura média, adimensional;
Ea_1 = Ea da cultura 1, adimensional;
Ea_2 = Ea da cultura 2, adimensional; e
Ea_n = Ea da cultura n, adimensional.

Uma vez estabelecida a cultura média de cada município, em cada um dos anos correspondentes aos Censos Agropecuários, foi feita uma interpolação linear de cada um dos quatro parâmetros que a definem (Ai_t, Kc_m, Ks_m, e Ea_m), mês a mês, entre os censos. Em outras palavras, os quatro parâmetros de janeiro de um ano de censo são

interpolados aos valores de janeiro do censo seguinte. O mesmo foi feito para os demais meses do ano e para todos os intervalos entre os censos utilizados. Assim, tem-se disponível, em cada mês dos anos intercensos, os parâmetros necessários para o cálculo das vazões.

A estimativa da vazão de retirada pela irrigação foi realizada, para cada um dos municípios pertencentes à bacia de drenagem, pela equação:

$$Q_{m,i} = \sum_{m=1}^{n} Ai_{t,m,m} \cdot \left[\frac{(ETo_{m,m} . Kc_{m,m,m} . Ks_{m,m,m}) - Pef_{m,m}}{Ea_{m,m,m}} \right] .10 \qquad (11)$$

em que: $Q_{m,i}$ = Vazão de retirada para irrigação (i) no município (m), em $m^3.mês^{-1}$;

$Ai_{t,m,m}$ = área irrigada total no município (m) no mês (m), em ha;

$ETo_{m,m}$ = evapotranspiração de referência no município (m) para o mês (m), em $mm.mês^{-1}$;

$Kc_{m,m,m}$ = coeficiente da cultura para a cultura média no município (m) para o mês (m), adimensional;

$Ks_{m,m,m}$ = coeficiente de umidade da cultura média no município (m) para o mês (m), adimensional;

$Pef_{m,m}$ = precipitação efetiva no município (m) para o mês (m), $mm.mês^{-1}$; e

$Ea_{m,m,m}$ = eficiência de aplicação da cultura média no município (m) para o mês (m), adimensional.

Utilizou-se para os sistemas de irrigação por aspersão uma perda de 10,9% (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2002). Para os sistemas de irrigação localizada as perdas por evaporação foram consideradas iguais a zero.

De posse dos valores de eficiência de aplicação e perda por evaporação para cada um dos sistemas de irrigação, estimou-se as perdas por percolação e por escoamento pela equação:

$$P_p + P_{es} = 1 - P_{ev} - Ea \qquad (12)$$

em que: P_p = perdas de água por percolação, adimensional;

P_{esc} = perdas de água por escoamento, adimensional;

P_{ev} = perdas por evaporação e arraste, adimensional; e

Ea = eficiência de aplicação, adimensional.

As vazões de retorno foram obtidas conforme o método de irrigação considerado. Para o método de irrigação localizada foi considerada vazão de retorno a correspondente às perdas por percolação, enquanto para o método de irrigação por aspersão, as vazões de retorno correspondem às perdas por percolação e por escoamento. Em ambos os casos foi utilizada a seguinte equação:

$$Q_{m,i,r} = Q_{m,i} \left(P_p + P_{esc} \right) \qquad (13)$$

em que: $Q_{m,i,r}$ = vazão de retorno (r) da irrigação (i) no município (m), $m^3.mês^{-1}$;

P_p = perdas de água por percolação, adimensional; e

P_{esc} = perdas por escoamento, adimensional.

A vazão consumida foi, então, obtida por:

$$Q_{m,i,c} = Q_{m,i} - Q_{m,i,r} \quad (14)$$

em que: $Q_{m,i,c}$ = vazão consumida (c) pela irrigação (i) no município (m), $m^3.mês^{-1}$.

Todas as vazões, obtidas em $m^3.mês^{-1}$, foram transformadas para $m^3.s^{-1}$ em função do número de dias do mês.

Após se ter estimado as vazões para os municípios, inicia-se o processo de agregação desses valores para cada bacia considerada. Utilizou-se para isso o critério de proporcionalidade da área dos municípios localizada na área de drenagem considerada (obtida de arquivos digitais fornecidos pelo ONS), com base na malha municipal reconstituída de cada censo.

III.1.4. Metodologia apresentada no Memorial Descritivo da Estimativa de Demanda de Irrigação Contida no Documento "Plano Nacional de Recursos Hídricos – Documento Base de Referência, Minuta" NOTA TÉCNICA 007 / SPR / 2003 – (ANA, 2003)

Os dados apresentados no referido documento representam uma evolução dos trabalhos apresentados anteriormente em três documentos. O primeiro foi "A Evolução da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil" publicado no Dia Mundial da Água, em 22 de março de 2002. O segundo deles foi o "Panorama das Regiões Hidrográficas Brasileiras", realizado em co-autoria com a Secretaria de Recursos Hídricos do Meio Ambiente, que foi divulgado na XII Reunião da Câmara Técnica do Plano Nacional de Recursos Hídricos, em Brasília, em 20 de junho de 2002. O terceiro foi o "Overview of Hydrographic Regions in Brazil", apresentado na Cúpula Mundial de Desenvolvimento Sustentável, a Rio +10, em Johanesburgo, África do Sul, no período de 26 de agosto a 4 de setembro de 2002.

Esta nota técnica visa registrar a memória de cálculo dos dados de demanda irrigação apresentados no documento.

As estimativas de demandas de água para irrigação não têm sido satisfatoriamente atualizadas no Brasil em decorrência de dois aspectos principais. Primeiramente, em termos práticos, a dinâmica das modificações no meio rural no que se refere à implantação de novas áreas irrigadas e à utilização de novos métodos de irrigação, bem como a substituição das culturas tradicionalmente exploradas, fazem com que informações dos cadastros de usuários disponíveis tenham sua aplicabilidade relativamente comprometida na estimação de demandas atuais. Além disso, em termos teóricos, o País carece de estudos que forneçam parâmetros para cálculo das demandas reais de água pelas culturas, e de conhecimento das características dos solos e dos sistemas de irrigação em pregados.O Censo Agropecuário 1995-96, embora forneça o número de estabelecimentos rurais com irrigação e a área total irrigada por município, não traz informações sobre a utilização de água pelos agricultores.

Considerando a dificuldade em se definir com precisão as demandas de irrigação para o País, em função da ausência de um cadastro de usuários, da própria variabilidade espacial e temporal da demanda devido a fatores como tipo de cultura e condição fisioclimática local, e da carência de estudos sobre a atividade na escala de trabalho, decidiu-se empregar uma metodologia alternativa para estimação das demandas médias anuais de água para irrigação nas bacias hidrográficas nacionais e suas subdivisões. Essa metodologia consiste do estabelecimento de isolinhas de déficit hídrico sobre o espaço brasileiro, de modo a definir 10 classes de déficit para serem associadas às dotações unitárias de água para irrigação normalmente empregadas no País.

As etapas utilizadas na metodologia foram:

1. Aquisição das informações municipais sobre área irrigada do Censo Agropecuário 1995-96 no site do IBGE. Este Censo apresenta a informação mais atualizada sobre o assunto com abrangência nacional.

2. Aquisição dos dados das normais de 1961-1990 de precipitação e temperatura das 204 estações climatológicas operadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).
3. Cálculo de valores mensais de evapotranspiração potencial (ETp) para cada uma das 204 estações, pelo método de Thornthwaite, que considera a temperatura média do período e a latitude.
4. Cálculo do déficit hídrico mensal para as estações do INMET considerando as diferenças entre evapotranspiração potencial, calculada pelo método de Thornthwaite, e a precipitação. O déficit hídrico anual para cada estação climatológica é o somatório dos valores positivos dos balanços mensais.
5. Elaboração, com a utilização do programa SURFER 7.0, de um mapa de isolinhas para o País a partir dos valores de déficit hídrico anual calculados para cada estação do INMET (Figura 1).

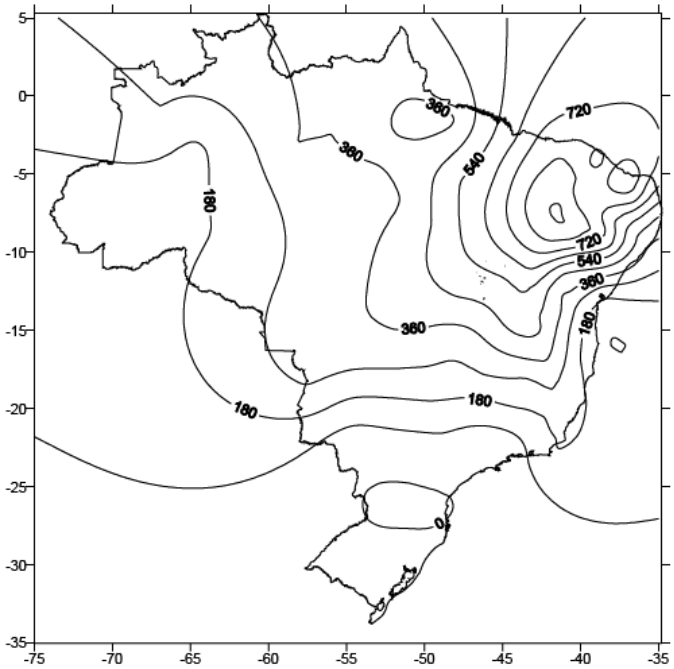


Figura 1. Mapa de isolinhas de déficit hídrico para o país com as estações do INMET.

A interpolação dos pontos foi realizada por krigagem, baseada no ajuste do variograma experimental a um modelo que considera o efeito pepita. O mapa de isolinhas de déficit hídricos foi construído adotando 10 faixas de valores compreendidas no intervalo de 0 a900 mm, que abrange a variação observada nos valores obtidos pela interpolação.

6. Sobreposição dos mapas de linhas de isodéficit hídrico e da base municipal do país com o Sistema de Informações Geográficas (SIG) Arc View 3.2 gerando uma tabela que relaciona município e déficit hídrico.
7. Estabelecimento, numa primeira aproximação, de uma tabela de demandas (dotações e uso efetivo) de água para irrigação, representativas para os tipos de cultura e as condições climáticas do País, associadas às classes de déficit obtidas (Tabela 1).

Como a rizicultura (cultivo de arroz) ocupa uma grande área no País e representa, no caso do arroz irrigado, a cultura que mais demanda água, na primeira aproximação para estimativa de demanda considerou-se que em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul, que toda a área irrigada é para arroz, com dotação de 16.500 $m^3.ha^{-1}.ano^{-1}$. Nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, a irrigação de arroz representava respectivamente, 86% e 69% da área irrigada total, de acordo com o Censo Agropecuário 1995-1996. A soma das áreas irrigadas por arroz nestes estados representa 87% do total da área irrigada para arroz no País.

O valor de demanda adotado foi escolhido não somente por ser a maior dotação utilizada para o restante do País, conforme Tabela 1, mas também por ser bastante aceitável para a rizicultura irrigada nacional, que no cultivo tradicional carece de 1,5 a 2,5 $L.s^{-1}.ha^{-1}$ em 80–100 dias.

Tabela 1. Intervalos de déficit hídrico e valores relacionados para demanda anual de água para irrigação.

Faixa	**Intervalos de Déficit Hídrico** (mm)	**Dotação e Utilização Anual Efetiva de Água** ($m^3.ha^{-1}.ano^{-1}$)		
		Dotação (captação/derivação)	**Retorno Esperado**	**Utilização Efetiva** (dotação/retorno)
1	0—90	7.500	1.500	6.000
2	90—180	8.500	1.700	6.800
3	180—270	9.500	1.900	7.600
4	270—360	10.500	2.100	8.400
5	360—450	11.500	2.300	9.200
6	450—540	12.500	2.500	10.000
7	540—630	13.500	2.700	10.800
8	630—720	14.500	2.900	11.600
9	720—810	15.500	3.100	12.400
10	810—900	16.500	3.300	13.200

8. Substituição, com base na tabela gerada pelo Arc View 3.2, dos valores de déficit hídrico por município por valores de demanda de água para irrigação, conforme a Tabela 1. Os valores de demanda de água foram multiplicados pelas áreas irrigadas por município fornecendo a demanda de irrigação média anual (m3.s-1). Os valores de demanda utilizados foram baseados nas dotações, ou seja, nas captações/derivações, desprezando os retornos (Procedimento de mesma forma adotado pelos técnicos da SPR-ANA para o estabelecimento das demandas de outros setores usuários.) e supondo captação/derivação concomitante pelos usuários.
9. Conversão de dados municipais de demanda de irrigação média anual para Estados, bacias e subdivisões através do Sistema de Informações desenvolvido em EXCEL pela SPR-ANA (Tabela 2 e Tabela 3).
10. Estabelecimento de valores indicativos de limites de demanda de água de irrigação referentes aos meses menos e mais críticos, tomando por base relações normalmente observadas no País entre as dotações anuais e as referidas dotações mensais.

Dotação no mês menos crítico = 1/2 dotação média anual (para valores em $L.s^{-1}.ha^{-1}$).
= 1/24 dotação anual (para valores em $m^3.ha^{-1}.mês^{-1}$).

Dotação no mês mais crítico = 5/2 dotação média anual (para valores em $L.s^{-1}.ha^{-1}$).
= 5/24 dotação anual (para valores em $m^3.ha^{-1}.mês^{-1}$).

Para o arroz, a dotação mínima é nula (área em descanso) e a máxima é 5.500 $m^3.ha^{-1}.mês^{-1}$ nos 90 dias de aplicação, o que equivale a 2,12 $L.s^{-1}.ha^{-1}$ no período de irrigação.

Cabe ressaltar que esses valores servem apenas como indicativos, pois estimativas mais precisas careceriam de detalhamento do padrão de exploração agrícola de cada região.

Com base nas informações anteriores, apresentam-se as tabelas 4 a 6.

Tabela 2. Primeira aproximação de demandas de água para irrigação para os diferentes Estados do Brasil – 1995-1996.

Estado	Área irrigada (ha)	Captação / Derivação		
		($m^3.s^{-1}$)	($m^3.ha^{-1}.ano^{-1}$)	($L.s^{-1}.ha^{-1}$)
RO	1.041	0,30	9.500	0,300
AC	728	0,20	8.500	0,270
AM	209	0,10	10.526	0,330
RR	5.660	1,90	10.532	0,330
PA	4.797	1,80	11.629	0,370
AP	9.119	3,30	11.500	0,360
TO	61.469	24,40	12.502	0,400
MA	16.607	7,60	14.526	0,460
PI	18.254	9,30	16.013	0,510
CE	108.998	54,40	15.729	0,500
RN	45.778	21,70	14.978	0,470
PB	63.306	27,30	13.615	0,430
PE	118.400	51,80	13.806	0,440
AL	157.235	57,50	11.524	0,370
SE	13.600	5,10	11.792	0,370
BA	209.705	83,90	12.615	0,400
MG	323.239	98,40	9.597	0,300
ES	92.695	27,90	9.500	0,300
RJ	74.761	21,30	8.973	0,280
SP	438.996	108,90	7.823	0,250
PR	46.846	11,10	7.500	0,240
SC	114.116	59,70	16.500	0,520
RS	935.677	489,60	16.500	0,520
MS	73.228	19,70	8.503	0,270
MT	59.226	19,80	10.531	0,330
GO	115.364	38,00	10.380	0,330
DF	12.591	4,20	10.500	0,330
BRASIL	**3.121.642**	**1249,00**	**12.619**	**0,400**

Tabela 3. Primeira aproximação de demandas de água para irrigação para as bacias hidrográficas do Brasil – 1995-1996, em comparação com dados da FGV (1998).

Bacia	Demanda ($m^3.s^{-1}$)	
	FGV	SPR - ANA
Amazonas	190	23,78
Costeira Norte	0	0,01
Tocantins	93	40,87
Costeira do Nordeste Ocidental	5	2,83
Parnaíba	32	15,35
Costeira do Nordeste Oriental	117	173,6
Costeira Leste		34,65
São Francisco	160	138,18
Costeira Sudeste	29	72,09
Costeira Sul	309	320,82
Uruguai	157	227,82
Paraná	253	191,14
Paraguai	41	7,96
Brasil	**1.386**	**1.249,10**

Tabela 4. Distribuição de áreas com arroz irrigado na primeira aproximação.

Estado	Área Irrigada Total Calculada (A)	Área de Arroz Irrigado Censo Agropecuário (B)	% B/A	Área de Arroz Irrigado na 1ª Aproximação (C)	% C/A
TO	61.469,0	49.500	80,5	0	0
MS	73.228,0	20.000	27,3	0	0
SC	114.116,1	78.800	69,1	114.116,1	100,0
RS	935.677,1	800.000	85,5	935.677,1	100,0
Subtotal	**1.184.490,2**	**948.300**	**80,1**	**1.049.793,2**	**88,6**
Brasil	**3.121.608,0**	**1.002.132,0**	**32,1**	**1.049.793,2**	**33,6**

As Tabelas 5 e 6 apresentam as estimativas de demanda de irrigação para os meses mais e menos críticos nas regiões hidrográficas brasileiras e nos estados, respectivamente.

Tabela 5. Estimativas dos limites de demanda de água para irrigação para os meses menos e mais críticos nas bacias brasileiras – Primeira aproximação.

Bacia	Média do Ano		Mês menos crítico		Mês mais crítico	
	($m^3.s^{-1}$)	($L.s^{-1}.ha^{-1}$)	($m^3.s^{-1}$)	($L.s^{-1}.ha^{-1}$)	($m^3.s^{-1}$)	($L.s^{-1}.ha^{-1}$)
Amazonas	23,78	0,34	11,89	0,17	59,45	0,84
Costeira Norte	0,012	0,36	0,006	0,18	0,03	0,91
Tocantins	40,87	0,38	20,44	0,19	102,18	0,94
Costeira do Nordeste Ocidental	2,83	0,46	1,42	0,23	7,08	1,16
Parnaíba	15,35	0,50	7,68	0,25	38,38	1,25
Costeira do Nordeste Oriental	173,6	0,42	86,80	0,21	434,00	1,06
Costeira Leste	34,65	0,34	17,33	0,17	86,63	0,85
São Francisco	138,18	0,40	69,09	0,20	345,45	1,01
Costeira Sudeste	72,09	0,28	36,05	0,14	180,23	0,71
Costeira Sul	320,82	0,52	0,20	0,00	1.299,32	2,12
Uruguai	227,82	0,52	0,00	0,00	923,09	2,12
Paraná	191,14	0,26	95,06	0,13	477,44	0,66
Paraguai	7,96	0,31	3,98	0,15	19,90	0,77
Brasil	**1.249,10**	**0,40**	**349,95**	**0,11**	**3.973,18**	**1,27**

Comentários sobre os resultados da primeira aproximação

Sobre as tabelas e os dados nelas contidos podem ser observados os seguintes aspectos:

a) As estimativas de demanda da FGV (1998) são apresentadas apenas a título de ilustração, uma vez que o trabalho daquela Instituição não apresentou uma metodologia padronizada por região hidrográfica, além do fato das áreas irrigadas adotadas terem sido obtidas de diversas fontes de informação. Por exemplo, a demanda para a região do rio Amazonas apresentada pela FGV considera que no ano de 1994 existiriam 500.203 ha de arroz irrigado. De acordo com os dados do Censo Agropecuário 1995-1996 a área irrigada total na região é de 70.416 ha. Daí, provavelmente, a diferença de valores de demanda apresentados.

Tabela 6. Estimativas dos limites de demanda de água para irrigação para os meses menos e mais críticos nos estados brasileiros – Primeira aproximação.

Estado	Demanda					
	Anual		Mês menos crítico		Mês mais crítico	
	($m^3.ha^{-1}.ano^{-1}$)	($L.s^{-1}.ha^{-1}$)	($m^3.ha^{-1}.mês^{-1}$)	($L.s^{-1}.ha^{-1}$)	($m^3.ha^{-1}.mês^{-1}$)	($L.s^{-1}.ha^{-1}$)
RO	9.500	0,30	396	0,15	1.979	0,75
AC	8.500	0,27	354	0,13	1.771	0,67
AM	10.526	0,33	439	0,17	2.193	0,83
RR	10.532	0,33	439	0,17	2.194	0,83
PA	11.629	0,37	485	0,18	2.423	0,92
AP	11.500	0,36	479	0,18	2.396	0,91
TO	12.502	0,40	521	0,20	2.605	0,99
MA	14.526	0,46	605	0,23	3.026	1,15
PI	16.013	0,51	667	0,25	3.336	1,27
CE	15.729	0,50	655	0,25	3.277	1,25
RN	14.978	0,47	624	0,24	3.120	1,19
PB	13.615	0,43	567	0,22	2.836	1,08
PE	13.806	0,44	575	0,22	2.876	1,09
AL	11.524	0,37	480	0,18	2.401	0,91
SE	11.792	0,37	491	0,19	2.457	0,93
BA	12.615	0,40	526	0,20	2.628	1,00
MG	9.597	0,30	400	0,15	1.999	0,76
ES	9.500	0,30	396	0,15	1.979	0,75
RJ	8.973	0,28	374	0,14	1.869	0,71
SP	7.823	0,25	326	0,12	1.630	0,62
PR	7.500	0,24	313	0,12	1.563	0,59
SC	16.500*	0,52	0*	0,00	5.500*	2,12
RS	16.500*	0,52	0*	0,00	5.500*	2,12
MS	8.503	0,27	354	0,13	1.771	0,67
MT	10.531	0,33	439	0,17	2.194	0,83
GO	10.380	0,33	433	0,16	2.163	0,82
DF	10.500	0,33	438	0,17	2.188	0,83
Brasil	**12.619**	**0,40**	**291**	**0,11**	**3.299**	**1,27**

* Valores obtidos a partir das recomendações para cultivo tradicional de arroz irrigado. Neste tipo de cultivo a demanda anual está concentrada, em média, em três meses.

b) É importante também destacar que eram esperadas as diferenças entre as estimativas das regiões hidrográficas do Uruguai e Costeira do Sul – regiões que incluem a maior parte dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina –, e as da FGV, pois nestes estados foi considerada na primeira aproximação que toda a área irrigada era utilizada para o cultivo de arroz, produzindo uma superestimativa das demandas. Do mesmo modo são esperados valores subestimados nesta aproximação inicial para regiões hidrográficas que englobam estados produtores de arroz, como Tocantins e Mato Grosso do Sul, principalmente, além do Maranhão e Piauí;

c) Nas regiões hidrográficas Costeira do Sudeste e Leste e em parte da Costeira do Nordeste Oriental, onde os trechos litorâneos do nordeste têm seus climas influenciados pela proximidade de planaltos e serras, em função da forma de traçado das linhas de isodéficit hídrico obtidas para a região (Figura 1) era de se esperar a obtenção de superestimativas de demandas. As isolinhas de déficit hídrico obtidas sugerem que o método de Thornthwaite superestima a evapotranspiração potencial em alguns trechos do litoral brasileiro. Possivelmente para esses trechos a variação de temperatura, parâmetro hidrometeorológico considerado no método, não possibilite, de per si, o cálculo preciso da ETp nessas regiões2.

A fim de refinar os resultados da 1a aproximação, foi realizada uma segunda aproximação para as estimativas de demanda. Para tal foram definidas:

- as regiões do Rio Grande do Sul e Santa Catarina que irrigam arroz através de informações do Censo de 1995-96. Como o Censo não especifica as áreas irrigadas de arroz por município, foram selecionados os municípios destes dois estados que apresentavam o predomínio amplo da irrigação por inundação e infiltração (métodos mais empregados em irrigação de arroz) sobre a aspersão, pois o Censo traz o número de estabelecimentos por município envolvidos com a irrigação nos métodos citados. Não custa lembrar que na primeira abordagem toda a área irrigada destes estados havia sido considerada como utilizada para arroz;
- as regiões de Formoso do Araguaia (bacia do rio Formoso, Estado do Tocantins) e de Dourados (Estado do Mato Grosso do Sul), que apresentam importantes áreas de irrigação de arroz em operação.

Com base na escala de trabalho proposta, foi considerado que nestas regiões toda a área irrigada por município seria utilizada para arroz, tendo sido adotado um valor de demanda de irrigação de 16.500 $m^3.ha^{-1}.ano^{-1}$.

Após a realização dos ajustes na demanda de irrigação converteu-se os dados municipais para regiões hidrográficas e sub-bacias através do Sistema de Informações da SPR.

Para a segunda aproximação, apresentam-se as Tabelas 7 e 8.

Tabela 7. Segunda aproximação de demandas de água para irrigação para as bacias hidrográficas do Brasil – 1995-1996, em comparação com dados da FGV (1998).

Bacia	Demanda ($m^3.s^{-1}$)	
	FGV	SPR - ANA
Amazonas	190	23,78
Costeira Norte	0	0,01
Tocantins	93	47,70
Costeira do Nordeste Ocidental	5	2,83
Parnaíba	32	15,35
Costeira do Nordeste Oriental	117	173,60
Costeira Leste		34,65
São Francisco	160	138,18
Costeira Sudeste	29	72,09
Costeira Sul	309	292,68
Uruguai	157	221,13
Paraná	253	195,51
Paraguai	41	8,10
Brasil	**1.386**	**1225,60**

Tabela 8. Distribuição de áreas com arroz irrigado na segunda aproximação.

Estado	Área Irrigada Total Calculada (A)	Área de Arroz Irrigado Censo Agropecuário (B)	% B/A	Área de Arroz Irrigado na 2ª Aproximação (C)	% C/A
TO	61.469,0	49.500	80,5	53.907,8	87,7
MS	73.228,0	20.000	27,3	17.911,7	24,5
SC	114.116,1*	78.800	69,1	85.895,7	75,3
RS	935.677,1	800.000	85,5	836.120,1	89,4
Subtotal	**1.184.490,2**	**948.300**	**80,1**	**993.835,3**	**83,9**
Brasil	**3.121.608,0**	**1.002.132,0**	**32,1**	**993.835,3**	**31,8**

* 114.025 ha no Censo 1995-1996.

O cálculo dos limites de demanda mínima (mês menos crítico) e máxima (mês mais crítico) para os estados que cultivam arroz utilizou as seguintes fórmulas:

- Mês menos crítico:

$$= \frac{\%\,área\ de\ arroz}{100} \times 0 + \frac{\%\,outras}{100} \times \frac{0,5}{12} \times valor\ de\ demanda\ em\ m^3 / ha \cdot ano$$

$$= \frac{\%\,área\ de\ arroz}{100} \times 0 + \frac{\%\,outras}{100} \times 0,5 \times valor\ de\ demanda\ em\ L / s \cdot ha$$

- Mês mais crítico:

$$= \frac{\%\,área\ de\ arroz}{100} \times 5.500\ m^3 / ha \cdot ano + \frac{\%\,outras}{100} \times \frac{2,5}{12} \times valor\ de\ demanda\ em\ m^3 / ha \cdot ano$$

$$= \frac{\%\,área\ de\ arroz}{100} \times 2,12 + \frac{\%\,outras}{100} \times 2,5 \times valor\ de\ demanda\ em\ L / s \cdot ha$$

Os valores obtidos em $m^3.ha^{-1}.ano^{-1}$ foram convertidos para $L.s^{-1}.ha^{-1}$. Os valores de demanda obtidos são apresentados nas Tabelas 9 e 10.

Tabela 9. Estimativas dos limites de demanda de água para irrigação para os meses menos e mais críticos nas bacias brasileiras – Segunda aproximação.

Bacia	Média do ano		Mês menos crítico		Mês mais crítico	
	$m^3.s^{-1}$	$L.s^{-1}.ha^{-1}$	$m^3.s^{-1}$	$L.s^{-1}.ha^{-1}$	$m^3.s^{-1}$	$L.s^{-1}.ha^{-1}$
Amazonas	23,78	0,34	11,89	0,17	59,44	0,84
Costeira Norte	0,01	0,36	0,01	0,18	0,02	0,91
Tocantins	47,70	0,44	9,75	0,09	161,57	1,49
Costeira do Nordeste Ocidental	2,83	0,46	1,42	0,23	7,08	1,16
Parnaíba	15,35	0,50	7,68	0,25	38,38	1,25
Costeira do Nordeste Oriental	173,60	0,42	86,80	0,21	434,01	1,06
Costeira Leste	34,65	0,34	17,33	0,17	86,63	0,85
São Francisco	138,18	0,40	69,09	0,20	345,45	1,01
Costeira Sudeste	72,09	0,28	36,05	0,14	180,23	0,71
Costeira Sul	292,68	0,48	11,92	0,02	1135,44	1,85
Uruguai	221,13	0,51	2,79	0,01	876,18	2,01
Paraná	195,51	0,27	93,20	0,13	502,43	0,70
Paraguai	8,10	0,31	3,91	0,15	20,65	0,80
Brasil	**1225,61**	**0,39**	**351,84**	**0,11**	**3847,51**	**1,23**

Tabela 10. Estimativas dos limites de demanda de água para irrigação para os meses menos e mais críticos nos Estados brasileiros – Segunda aproximação.

Estado	Demanda					
	Anual		Mês menos crítico		Mês mais crítico	
	$m^3.ha^{-1}.ano^{-1}$	$L.s^{-1}.ha^{-1}$	$m^3.ha^{-1}.mês^{-1}$	$L.s^{-1}.ha^{-1}$	$m^3.ha^{-1}.mês^{-1}$	$L.s^{-1}.ha^{-1}$
RO	9.500	0,30	396	0,15	1.979	0,75
AC	8.500	0,27	354	0,13	1.771	0,67
AM	10.526	0,33	439	0,17	2.193	0,83
RR	10.532	0,33	439	0,17	2.194	0,83
PA	11.629	0,37	485	0,18	2.423	0,92
AP	11.500	0,36	479	0,18	2.396	0,91
TO	16.010	0,51	64	0,02	5.144	1,96
MA	14.526	0,46	605	0,23	3.026	1,15
PI	16.013	0,51	667	0,25	3.336	1,27
CE	15.729	0,50	655	0,25	3.277	1,25
RN	14.978	0,47	624	0,24	3.120	1,19
PB	13.615	0,43	567	0,22	2.836	1,08
PE	13.806	0,44	575	0,22	2.876	1,09
AL	11.524	0,37	480	0,18	2.401	0,91
SE	11.792	0,37	491	0,19	2.457	0,93
BA	12.615	0,40	526	0,20	2.628	1,00
MG	9.597	0,30	400	0,15	1.999	0,76
ES	9.500	0,30	396	0,15	1.979	0,75
RJ	8.973	0,28	374	0,14	1.869	0,71
SP	7.823	0,25	326	0,12	1.630	0,62
PR	7.500	0,24	313	0,12	1.563	0,59
SC	14.421	0,46	72	0,03	4.602	1,75
RS	15.561	0,49	33	0,01	5.089	1,94
MS	10.678	0,34	277	0,11	2.729	1,04
MT	10.531	0,33	439	0,17	2.194	0,83
GO	10.380	0,33	433	0,16	2.163	0,82
DF	10.500	0,33	438	0,17	2.188	0,83
Brasil	**12.382**	**0,39**	**292**	**0,11**	**3.195**	**1,23**

Comentários sobre os resultados da segunda aproximação

Sobre as tabelas e/ou em referência às informações anteriores, tem-se a comentar:

a) As demandas em bacias que englobam RS, SC, TO e MS se aproximaram mais da realidade nesta segunda aproximação;

b) Nas regiões hidrográficas Costeira do Sudeste e Leste e em parte da Costeira do Nordeste Oriental permanecem as superestimativas de demandas. Opção seria recalcular ETp no trecho de litoral brasileiro de clima muito úmido de acordo com recomendações da literatura;

c) Como informações adicionais sobre o cultivo de arroz irrigado, fontes dos governos estaduais dão conta de que:

- Projeto Formoso, em Tocantins, teria 32.279 ha de área de arroz irrigado em 1997;
- Santa Catarina teria 129.000 ha de área irrigada de arroz em 2002;
- Rio Grande do Sul teria 963.876 ha de área de arroz irrigado em 2001/2002.

III.1.5. Metodologia proposta pelo Comitê da bacia Hidrográfica do São Francisco no "Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do São Francisco" (CBHSF, 2004)

A estimativa de demanda de recursos hídricos na bacia do São Francisco foi baseada na metodologia apresentada no projeto "Estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo da água nas principais bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN" (ONS, 2003).

A demanda total de recursos hídricos na bacia do rio São Francisco no ano de 2000 (ano de referência) foi, em média, de 166 $m^3.s^{-1}$, sendo a vazão consumida de 105 $m^3.s^{-1}$ e a vazão de retorno de 60 $m^3.s^{-1}$.

A vazão de retirada (166 $m^3.s^{-1}$) é distribuída nos diferentes usos: 69% para irrigação, 16% para abastecimento urbano, 4% para uso animal, 9% para abastecimento industrial e 2 % para abastecimento rural. Por outro lado, a vazão consumida (105 $m^3.s^{-1}$) é assim distribuída: 86% para irrigação, 5% para abastecimento urbano, 5% para uso animal, 3% para abastecimento industrial e 1% para abastecimento rural.

As taxas de retorno na bacia são, em média, de 80% da vazão para abastecimento urbano, 50% da vazão para abastecimento rural, 20% da vazão destinada à irrigação, 20% da vazão para uso animal e 80% da vazão para abastecimento industrial.

III.1.6. Metodologia proposta pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico no trabalho "Estimativas das Vazões para as Atividades de Uso Consuntivo da Água em Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN" (ONS, 2005)

1. CRIAÇÃO ANIMAL

Adotou-se a mesma metodologia proposta em ONS (2003).

2. IRRIGAÇÃO

O estudo ONS (2005) utilizou como base a metodologia para o cálculo das vazões de irrigação do estudo ONS (2003).

Contudo, mereceu atenção especial o arroz cultivado sob irrigação por inundação dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina e na Bacia do Paraíba do Sul. Esse destaque foi necessário, pois esse tipo de irrigação envolve uma dinâmica de uso da água, sobretudo de retirada e retorno, diferente dos demais.

Para o cálculo da vazão de irrigação em bacias onde predomina o cultivo do arroz irrigado por inundação foi estabelecida uma rotina que complementa a anteriormente descrita e considera as condições particulares desse método de irrigação por superfície.

Essa rotina foi implementada no Sistema para Estimativa de Usos Consuntivos da Água – SEUCA e utilizada para o arroz irrigado nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Cataria e na Bacia do Paraíba do Sul. Nessas áreas, considerou-se que todo o arroz irrigado encontra-se sob irrigação por inundação e que, especificamente nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, a vazão de irrigação teve seu cálculo iniciado em 1920, devido às informações obtidas nos órgãos estaduais que essa atividade remonta ao início do século.

A vazão de irrigação nos municípios de tais áreas passa, então, a ser dada pela soma da vazão de irrigação por superfície com a dos outros dois métodos (irrigação por aspersão e irrigação localizada), calculada conforme descrito em ONS (2003).

A metodologia utilizada para o cálculo das séries de vazões para o arroz, adaptada de procedimento apresentado por AMARAL et al. (2005), abrangeu dois sistemas de cultivo praticados na Região Sul: o sistema convencional e o pré-germinado. No seu desenvolvimento, considerou-se a ocorrência de cinco diferentes vazões durante o período de irrigação:

- **Vazão de retirada:** vazão captada nos mananciais para abastecer as lavouras de arroz na área considerada;
- **Vazão unitária de enchimento:** vazão necessária, por unidade de área, para suprir a demanda hídrica da lavoura de arroz no período de enchimento dos quadros, incluindo as quantidades de água para saturação do solo, formação da lâmina d'água superficial, evaporação ou evapotranspiração da cultura e suprimento das perdas por infiltração lateral e percolação profunda;
- **Vazão unitária de manutenção:** vazão necessária, por unidade de área, para a manutenção da lâmina d'água superficial nos quadros, incluindo as

quantidades de água para evapotranspiração da cultura e suprimento das perdas por infiltração lateral e percolação profunda;

- **Vazão de consumo:** vazão efetivamente consumida pela lavoura de arroz, correspondente ao volume evaporado ou evapotranspirado durante o período de irrigação; e
- **Vazão de retorno:** parcela da vazão que chega à lavoura e não é consumida por evaporação ou evapotranspiração nem armazenada nos quadros, retornando aos mananciais da bacia considerada.

O manejo da água na lavoura de arroz irrigado por inundação apresenta algumas peculiaridades em relação a outras culturas irrigadas. Além da ocorrência de períodos com características distintas durante o ciclo da cultura, as práticas de manejo da água podem diferir em função do sistema de cultivo adotado pelo produtor. Assim, definiu-se diferentes períodos de irrigação para os sistemas convencional e pré-germinado, de acordo com as práticas de manejo mais comuns e com a duração média do ciclo das cultivares.

2.1 Sistema convencional

Nos sistemas de cultivo convencional, a semeadura é realizada em solo não inundado, e a inundação é iniciada alguns dias após a emergência das plantas. Durante os primeiros dias, a vazão necessária para o suprimento de água à lavoura é maior, devido à saturação do solo e à formação da lâmina d'água superficial.

Nesse estudo, o período compreendido entre o início da irrigação e a completa formação da lâmina superficial foi denominado período de enchimento dos quadros. O período seguinte, que se estende até poucos dias após a floração, no qual se procura manter a mesma altura da lâmina, foi denominado de período de demanda normal. O terceiro e último período, denominado período de esvaziamento dos quadros, compreendeu os dias entre a supressão da irrigação e o final da drenagem da lâmina d'água superficial.

a) Período de enchimento dos quadros

O início da inundação da lavoura depende das condições de umidade do solo e do controle das plantas daninhas, devendo ser iniciada entre 20 e 30 dias após a emergência (EMBRAPA, 2003; SOSBAI, 2003; WEBER et al, 2003). Dessa forma, objetivando-se utilizar um valor médio representativo, foi definido que o início da irrigação para o sistema convencional ocorreria 25 dias após a emergência das plantas.

A duração do período de enchimento dos quadros é bastante variável, dependendo de diversos fatores, tais como: capacidade do sistema de bombeamento, topografia e tipo de solo. Nesse estudo, considerou-se uma duração de 5 dias para o referido período, ou seja, do início do 25º dia até o final do 29º dia após a emergência.

A vazão de retirada no período de enchimento dos quadros foi calculada a partir da Equação 1:

$$Q_{retir} = \left[Q_{unit(ench)} - \left(\frac{P \cdot 10}{86.400} \right) \right] \cdot A \qquad (1)$$

em que: Q_{retir} = Vazão de retirada, $m^3.s^{-1}$;
$Q_{unit(ench)}$ = Vazão unitária de enchimento, $m^3.s^{-1}.ha^{-1}$;
P = Precipitação média diária, $mm.d^{-1}$; e
A = Área irrigada, ha.

A vazão unitária de enchimento foi calculada com base na Equação 2, desenvolvida a partir da consideração de que, no momento de início da inundação, o volume de água necessário para a saturação do perfil corresponderia ao volume dos macroporos do solo desde a superfície até a profundidade da camada impermeável.

$$Q_{unit(ench)} = \frac{10.000 \left[\left(u \cdot P_{imp} \right) + H_{lam} \right]}{86.400 \cdot T_{ench}} + \frac{\left(ET_0 \cdot K_C \right) \cdot 10}{86.400} \qquad (2)$$

em que: u = Macroporosidade média do solo, $m^3.m^{-3}$;
P_{imp}= Profundidade média da camada impermeável, m;
H_{lam}= Altura da lâmina d'água superficial, m;
T_{ench} = Duração do período de enchimento dos quadros, d;
ETo = Evapotranspiração de referência, $mm.d^{-1}$;
Kc = Coeficiente de cultura , adimensional.

O valor adotado para a macroporosidade média do solo foi de 0,051 $m^3.m^{-3}$, obtido para diversos solos de várzea cultivados com arroz no Sul do Brasil (MACHADO et al, 1996; VASCONCELLOS, 1995; COSTA, 1993; KONIG, 1983).

O valor adotado para a profundidade média da camada impermeável dos solos cultivados sob sistema convencional foi de 1,05 m, correspondente à média ponderada das profundidades da camada impermeável dos principais tipos de solo cultivados com arroz no Rio Grande do Sul. Os principais tipos de solo foram obtidos de PINTO et al. (2004) e STRECK et al. (2002). A profundidade média da camada impermeável desses solos foi obtida de BRASIL (1973), estabelecendo-se que a profundidade da camada impermeável corresponderia à soma das profundidades dos horizontes A e B. A área de abrangência de cada tipo de solo foi obtida de BRASIL (1978a).

Para a altura da lâmina d'água adotou-se o valor de 0,10 m, definido com base nos valores usualmente utilizados em lavouras comerciais e ensaios experimentais, tais como os experimentos conduzidos por WEBER et al (2003) e MARCHEZAN et al (2001).

A vazão de consumo durante o período de enchimento dos quadros foi obtida por meio da Equação 3:

$$Q_{cons} = \left[\frac{\left(ET_0 \cdot K_C \right) 10}{86.400} \right] \cdot A \qquad (3)$$

em que: Q_{cons} = Vazão de Consumo, $m^3.s^{-1}$.

A vazão de retorno foi considerada nula durante o período de enchimento dos quadros.

b) Período de demanda normal

A supressão do fornecimento de água via irrigação foi estabelecida de forma a ocorrer 10 dias após a floração. Assim sendo, como a floração foi arbitrada para ocorrer aos 88 dias após a emergência das plantas, definiu-se que o período de demanda normal se estenderia do 30° ao 97º dia após a emergência.

A vazão de retirada no período de demanda normal foi considerada nula quando $\left(\frac{P_U \cdot 10}{86.400}\right) \geq Q_{unit(manut)}$. Por outro lado, quando $\left(\frac{P_U \cdot 10}{86.400}\right) < Q_{unit(manut)}$, a vazão de retirada foi calculada com a seguinte equação:

$$Q_{retir} = \left[Q_{unit(manut)} - \left(\frac{P_U \cdot 10}{86.400}\right)\right] \cdot A \qquad (4)$$

em que: P_u = Precipitação útil diária, $mm.d^{-1}$;

$Q_{unit(manut)}$ = Vazão unitária de manutenção, $m^3.s^{-1}.ha^{-1}$.

Baseando-se nas recomendações de SOSBAI (2003), utilizou-se como vazão unitária de manutenção o valor de 0,00175 $m^3.s^{-1}.ha^{-1}$.

A variável precipitação útil diária foi criada para amenizar o efeito da utilização de precipitações médias diárias calculadas a partir da precipitação média mensal, já que sua utilização implica a obtenção de um valor constante de precipitação durante todos os dias do mês. A consideração de uma precipitação constante faria com que uma vazão também constante fosse subtraída da vazão de retirada em todos os dias do mês. Ou seja, toda a precipitação ocorrida no mês estaria sendo considerada como efetivamente aproveitada pelo irrigante, o que não ocorre na prática.

Em condições normais, a retirada de água é reduzida caso ocorra precipitação em um determinado dia, podendo até mesmo ser suprimida se o volume precipitado for suficiente para prover todo o volume de água necessário à lavoura. Quando a precipitação excede esse volume, o excesso de água não é aproveitado pelo irrigante. Assim, do total precipitado no mês, apenas uma parcela é aproveitada para suprir as necessidades da lavoura. A precipitação útil corresponde a essa parcela, e foi calculada com a Equação 5:

$$P_U = F_P \, P \qquad (5)$$

em que: Fp = Fator de ajuste da precipitação, adimensional.

O fator de ajuste da precipitação corresponde ao percentual da precipitação média mensal que é considerado como precipitação útil, ou seja, precipitação efetivamente aproveitada pelo irrigante. Nos dias em que o volume precipitado foi menor que o volume correspondente à vazão unitária de manutenção, toda a precipitação foi considerada como precipitação útil. Nos dias em que houve excesso de precipitação, somente o volume correspondente à vazão unitária de manutenção foi considerado como precipitação útil.

Devido às pequenas variações ocorridas no fator de ajuste da precipitação em

função do mês e do município considerado, e visando a simplificar o seu emprego na metodologia, adotou-se o mesmo valor em todos os meses do ano e em todos os municípios. O valor utilizado, correspondente à média de todos os valores obtidos, foi de 0,61 para as áreas irrigadas sob sistema convencional.

A vazão de consumo no período de demanda normal foi calculada com a Equação 3. Quando $Q_{retir} > Q_{cons}$, calculou-se a vazão de retorno com a Equação 6:

$$Q_{retorno} = Q_{retir} - Q_{cons} \tag{6}$$

em que: $Q_{retorno}$ = Vazão de retorno, $m^3.s^{-1}$.

Nos casos em que $Q_{retir} \leq Q_{cons}$, a vazão de retorno foi considerada nula.

c) Período de Esvaziamento dos Quadros

A duração do período de esvaziamento dos quadros incluiu o tempo decorrido desde a supressão do fornecimento de água à lavoura até a completa drenagem da lâmina d'água superficial. Assim, considerou-se que a duração do período de esvaziamento dos quadros seria de 12 dias, iniciando-se aos 98 dias, e estendendo-se até os 109 dias após a emergência das plantas.

Nesse período, a vazão de retirada foi considerada nula e a de consumo foi calculada pela Equação 3. A vazão de retorno foi computada da seguinte forma:

$$Q_{retorno} = \left[\left(\frac{10.000 \cdot H_{lam}}{86.400 \cdot T_{esvaz}} \right) \cdot A \right] - Q_{cons} \tag{7}$$

em que: T_{esvaz} = Duração do período de esvaziamento dos quadros, d.

2.2 Sistema pré-germinado

No sistema de cultivo pré-germinado a irrigação se inicia antes da semeadura, durante os procedimentos finais de preparo do solo. Após esta etapa, a altura da lâmina d'água é elevada até um determinado nível e mantida assim até a semeadura, que ocorre em solo inundado. Devido a essas peculiaridades, foram definidos dois períodos distintos desde o início da irrigação até a semeadura: o período de enchimento dos quadros e o período pré-semeadura, nos quais o consumo foi considerado igual à demanda evaporimétrica, já que a cultura ainda não está estabelecida.

Considerou-se como de demanda normal todo o período compreendido entre a semeadura e a supressão da irrigação. O quarto e último período, denominado período de esvaziamento dos quadros, compreende os dias entre a supressão da irrigação e o final da drenagem da lâmina d'água superficial.

a) Período de enchimento dos quadros

Com base nas referências consultadas (MARCHEZAN et al, 2004; EMBRAPA, 2003; SOSBAI, 2003; WEBER et al, 2003; GOMES e PAULETTO, 1999), considerou-se que o

início do período de enchimento dos quadros ocorreria 25 dias antes da semeadura e que a sua duração seria idêntica à do sistema convencional, ou seja, de 5 dias. A descontinuidade no enchimento dos quadros, devido ao preparo do solo, não foi considerada. Como no sistema pré-germinado as sementes são germinadas antes de chegarem à lavoura, considerou-se que a data de emergência das plantas coincidiria com a data da semeadura.

A vazão de retirada no período de enchimento dos quadros foi calculada com a Equação 1, e a vazão unitária de enchimento foi obtida mediante a seguinte equação:

$$Q_{unit(ench)} = \frac{10.000\left[\left(u \cdot P_{imp}\right) + H_{lam}\right]}{86.400 \cdot T_{ench}} + \frac{\left(\frac{ET_0}{K_T}\right) \cdot 10}{86.400} \qquad (8)$$

em que: K_T = Coeficiente do tanque classe A, adimensional.

A Equação 8 foi desenvolvida a partir da consideração de que a evaporação na lavoura seria igual àquela ocorrida em um tanque classe A, já que a profundidade da água nos quadros é relativamente pequena e os solos de várzea apresentam coloração tipicamente escurecida, resultando em um pequeno albedo. O Coeficiente do Tanque Classe A utilizado, de 0,80, foi obtido a partir das recomendações de ALLEN et al. (1998) para uma condição de umidade relativa alta, velocidade do vento moderada e bordadura de 1.000 m.

O valor de macroporosidade média do solo adotado foi de 0,051 $m^3.m^{-3}$, o mesmo utilizado no sistema convencional, já que esse valor é representativo de diversos solos de várzea cultivados com arroz na região Sul do Brasil.

Para a profundidade média da camada impermeável dos solos cultivados sob sistema pré-germinado foi adotado o valor de 0,77 m, obtido pelo mesmo procedimento utilizado no sistema convencional – média ponderada das profundidades da camada impermeável dos principais tipos de solo cultivados com arroz –, porém com informações relativas aos solos do Estado de Santa Catarina (PINTO et al., 2004; BRASIL, 1978b; SANTA CATARINA, 1973).

Considerou-se que a altura da lâmina d'água na lavoura no final do enchimento seria a mesma utilizada durante o período de demanda normal, de 0,10 m (MARCHEZAN et al,2004; EMBRAPA, 2003).

No período de enchimento dos quadros, a vazão de retorno foi considerada nula e a de consumo, calculada pela Equação 9 – também desenvolvida a partir da consideração de que a evaporação na lavoura seria igual à de um Tanque Classe A:

$$Q_{cons} = \frac{\left(\frac{ET_0}{K_T}\right) \cdot 10}{86.400} A \qquad (9)$$

b) Período pré-semeadura

O início do período pré-semeadura foi definido aos 20 dias antes da emergência das plantas e a duração adotada para esse período foi de 20 dias, ou seja, até o

momento da semeadura.

A vazão de retirada no período pré-semeadura foi considerada nula quando $\left(\frac{P_U \cdot 10}{86.400}\right) \geq Q_{unit(manut)}$. Por outro lado, quando $\left(\frac{P_U \cdot 10}{86.400}\right) < Q_{unit(manut)}$, a mesma foi obtida com a Equação 4.

A vazão unitária de manutenção utilizada foi de 0,001 $m^3.s^{-1}.ha^{-1}$, valor suficiente para a manutenção da lâmina d'água no sistema pré-germinado, tendo em vista a baixa percolação da água no solo devido à formação da lama (SOSBAI, 2003).

A precipitação útil foi calculada com a Equação 5, utilizando-se um fator de ajuste igual a 0,43. Este valor foi determinado pelo mesmo procedimento usado para o sistema convencional, porém com a utilização da vazão unitária de manutenção recomendada para o sistema pré-germinado.

A vazão de consumo foi calculada a partir da Equação 9. A vazão de retorno foi obtida pela Equação 6, quando $Q_{retir} > Q_{cons}$, e considerada nula, nos casos em que $Q_{retir} \leq Q_{cons}$.

c) Período de demanda normal

O período de demanda normal tem início a partir da data de emergência das plantas, e término 10 dias após a floração plena, da mesma forma que para o sistema convencional. Como a ocorrência da floração foi definida aos 88 dias após a emergência, considerou-se que o período de demanda normal se estenderia até os 97º dia.

A vazão de retirada no período de demanda normal foi calculada com a Equação 4 quando $\left(\frac{P_U.10}{86.400}\right) < Q_{unit(manut)}$ e considerada nula quando $\left(\frac{P_U \cdot 10}{86.400}\right) \geq Q_{unit(manut)}$.

Segundo GOMES et al. (2004a) a evaporação é o processo predominante no início do cultivo do arroz, pois a transpiração das plantas e a cobertura do dossel ainda são reduzidas, e decresce à medida que a cultura se desenvolve. Assim sendo, a vazão de consumo foi calculada pela Equação 9 até o 17º dia após a emergência e pela Equação 3 a partir do 18°.

A vazão de retorno foi calculada com a Equação 6 quando $Q_{retir} > Q_{cons}$. Nos casos em que $Q_{retir} \leq Q_{cons}$, a vazão de retorno foi considerada nula.

d) Período de esvaziamento dos quadros

Da mesma forma que para o sistema convencional, foi considerado um período de esvaziamento dos quadros (desde a supressão da irrigação até a drenagem completa) de 12 dias, iniciando-se aos 98 dias após a emergência das plantas, e estendendo-se até os 109 dias após a emergência. Nesse período, a vazão de retirada foi considerada nula e a de consumo computada pela Equação 3, enquanto a vazão de retorno foi calculada pela Equação 7.

e) Duração dos períodos de irrigação

A duração média do ciclo da cultura, desde a emergência até a maturação (colheita), foi definida em 122 dias, tanto para o sistema convencional quanto para o sistema pré-germinado. Esse valor foi obtido a partir da porcentagem de participação e da duração do ciclo das principais cultivares de arroz utilizadas no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina nas últimas safras (IRGA, 2005a; SOSBAI, 2003; TRONCHONI, 1995).

A duração dos diferentes períodos de irrigação, definida com base na duração média do ciclo da cultura e nas práticas de manejo da água adotadas nos dois sistemas de cultivo, é resumida na Tabela 1.

Tabela 1. Duração dos diferentes períodos de irrigação, em dias após a emergência, para os sistemas de cultivo convencional e pré-germinado.

Período	Sistema de cultivo	
	Convencional	Pré-germinado
Enchimento dos quadros	25 a 29	-25 a -21
Pré-semeadura*	-	-20 a -1
Demanda normal	30 a 97	1 a 97
Esvaziamento dos quadros	98 a 109	98 a 109

*apenas para o sistema pré-germinado.
Fontes: IRGA, 2005a; MARCHEZAN et al, 2004; PETRINI et al., 2004; GOMES et al, (2004a); EMBRAPA, 2003; SOSBAI, 2003; WEBER et al, 2003; GOMES e PAULETTO, 1999; TRONCHONI, 1995.

2.3. Coeficiente de Cultura

Como na metodologia convencional para cálculo da vazão de irrigação, na irrigação por superfície foi necessário utilizar o conceito de "cultura média". Neste caso ela representa todo o conjunto de cultivos de arroz irrigado em cada mês no município, onde as condições do método de irrigação por superfície são ponderadas para fornecer a vazão média mensal de irrigação. A utilização desta metodologia é importante para possibilitar a obtenção das vazões nos períodos entre censos agrícolas.

Os seguintes parâmetros ponderados formam a cultura média:

- **Kc1**: representa o Kc médio da cultura para a fase de enchimento dos quadros, no sistema convencional, e as fases de enchimento dos quadros e período de pré-semeadura no sistema pré-germinado;
- **Kc2**: representa o Kc médio da cultura para a fase de demanda normal, no sistema convencional e no sistema pré-germinado;
- **Kc3**: representa o Kc médio da cultura para a fase de esvaziamento dos quadros, no sistema convencional e no sistema pré-germinado;
- **E1**: representa a vazão unitária média para a fase de enchimento dos quadros, no sistema convencional e no sistema pré-germinado;
- **E2**: representa a vazão unitária média para o período de demanda normal, no sistema convencional, e o período de pré-semeadura e de demanda normal no sistema pré-germinado;

- **E3**: representa a vazão unitária média para a fase de esvaziamento dos quadros, no sistema convencional e no pré-germinado;
- **Percentual da área**: identifica o percentual da área total irrigada no município que é irrigada por inundação com a cultura do arroz;
- **A1**: representa o percentual da área irrigada com arroz no município que passa pela fase de enchimento dos quadros, no sistema convencional e no pré-germinado;
- **A2**: representa o percentual da área irrigada com arroz no município que passa pela fase de demanda normal, no sistema convencional, e o período de pré-semeadura e de demanda normal no sistema pré-germinado; e
- **A3**: representa o percentual da área irrigada com arroz no município que passa pela fase de esvaziamento dos quadros, no sistema convencional e no pré-germinado.

Todos os parâmetros (Kc1, Kc2, Kc3, E1, E2 e E3) são ponderados pela área e pelo número de dias no mês em que ocorre cada fase. Os parâmetros A1, A2 e A3 são ponderados somente pela área.

Para possibilitar a realização do cálculo da vazão de irrigação entre os anos de censo, os coeficientes gerados nos anos de censo são interpolados linearmente.

2.4. Parâmetros utilizados nas estimativas

Os parâmetros utilizados nas estimativas das vazões para o cultivo do arroz irrigado são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros utilizados na estimativa das vazões do cultivo do arroz irrigado, para os sistemas de cultivo convencional e pré-germinado.

Parâmetro	Sistema de cultivo	
	Convencional	Pré-germinado
Profundidade média da camada impermeável (m)	1,05	0,77
Macroporosidade média do solo ($m^3.m^{-3}$)	0,051	0,051
Duração do período de enchimento dos quadros (dias)	5	5
Duração do período de esvaziamento dos quadros (dias)	12	12
Altura da lâmina d'água superficial (m)	0,10	0,10
Coeficiente do Tanque Classe A - K_T(adimensional)	-	0,80
Fator de ajuste da precipitação (adimensional)	0,61	0,43

Fontes: GOMES et al., 2004a; MARCHEZAN et al., 2004; PINTO et al, 2004; EMBRAPA, 2003; GPRH, 2003; SOSBAI, 2003; WEBER et al, 2003; STRECK et al, 2002; MARCHEZAN et al, 2001; ALLEN et al., 1998; MACHADO et al, 1996; VASCONCELLOS, 1995; COSTA, 1993; KONIG, 1983; BRASIL, 1978a; BRASIL, 1978b; BRASIL, 1973; SANTA CATARINA, 1973.

III.1.7. Metodologia proposta pela Agência Nacional de Águas no documento: "Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil" (ANA, 2005)

Em 2004, a ANA aprovou as vazões de consumo estimadas no projeto "Estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo da água nas principais bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN. Relatório Final – Metodologia e Resultados Consolidados" (ONS 2003). Esse projeto forneceu a demanda de aproximadamente 2.240 municípios situados nas regiões hidrográficas do São Francisco, Tocantins/Araguaia e Paraná. Estas demandas foram adotadas no presente trabalho. Nos demais municípios, aproximadamente 3.270, utilizaram-se a metodologia descrita na Nota Técnica NT-007-SPR-03 (ANA 2003) e adaptada aos resultados obtidos pelo ONS (2003). As demandas foram calculadas para cada município, utilizando-se a base municipal do IBGE, referente ao Censo Demográfico de 2000. Posteriormente, estas informações municipais foram agregadas nas diversas unidades de gerenciamento de recursos hídricos do País.

III.1.8. Metodologia proposta no Plano Nacional de Recursos Hídricos (2006)

No Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH, 2006) a demanda de água no setor agropecuário foi estimada com base na metodologia apresentada por ANA (2005), sendo calculada para cada Município utilizando-se a base municipal do IBGE.

III.1.9. Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí para o Quadriênio 2008-2011 (STS, 2008)

O Relatório de Situação 2004-2006 (CBH-PCJ, 2007) apresentou como fonte de informações de consulta às demandas para os usuários de rios de domínio da União o CNARH – Cadastro Nacional dos Usuários de Recursos Hídricos, integrado com posterior análise e verificação para os dados existentes no cadastro de outorgas do DAEE, visando consistir também o cadastramento dos usuários dos rios de domínio Estadual. Quando da elaboração deste Plano de Bacias, analisou-se novamente a consistência dos dados e observou-se que os valores apresentados não condiziam, em muitos casos, com a realidade, isto é, muitas informações estavam desatualizadas. Diante deste panorama, surgiu a necessidade de uma nova verificação, ação realizada em conjunto pela CETESB e DAEE, resultando no documento aqui intitulado de Cadastro. Tendo em vista a existência deste novo cadastramento, os valores aqui apresentados certamente diferem daqueles apresentados no Relatório de Situação 2004-2006.

Para as captações de abastecimento público, os dados do Cadastro da Cobrança com dados integrados da CETESB e DAEE (2008) serviram como base apenas para espacializar proporcionalmente às captações, uma vez que a estimativa do consumo humano urbano se deu através do cruzamento entre a população urbana e o consumo per capita.

Uma vez que as captações rurais não constam nessa base de dados, foi aplicada metodologia à parte para captações destinadas à irrigação e à dessedentação de animais e também se fez consulta à primeira fase do Cadastro de Irrigantes.

Foram considerados como principais usos, a irrigação, o uso urbano e industrial, sendo que a irrigação consome 6,91 $m^3.s^{-1}$, o urbano 18,43 $m^3.s^{-1}$ e o setor industrial 10,5 $m^3.s^{-1}$. Constatou-se que o tipo de uso predominante na Bacia é o Uso Urbano (45%), seguido pelo Uso Industrial (36%), Uso Rural (18%), Outros (0,6%) e Mineração (0,4%).

Para obter a vazão consumida pela irrigação, levaram-se em conta as demandas específicas consideradas de acordo com a publicação "Águas Doces do Brasil – 2006" e com o Cadastro de Irrigantes, e também as áreas irrigadas de cada município, de acordo com a metodologia do Atlas de Obras Prioritárias para a Região Semi-Árida (ATLAS NORDESTE – 1ª Fase), também utilizada no Atlas das Regiões Metropolitanas – Abastecimento Urbano de Água (ATLAS RM), ambos coordenados pela Agência Nacional de Águas (ANA). As áreas irrigadas por município foram extraídas da primeira fase do Cadastro de Irrigantes para os municípios do PCJ, do Relatório de Situação 2002-2003 e, ainda, do Censo Agropecuário 1995-1996 realizado pelo IBGE, sendo realizada uma análise e uma projeção da evolução destas áreas.

Foi realizado, ainda, um ajuste em relação à demanda rural apresentada para 2006 no Relatório de Situação 2004-2006, considerando também a demanda hídrica para dessedentação dos animais, feita a partir da metodologia BEDA – Bovinos Equivalentes para a Demanda de Água, que pondera a demanda unitária de água para a dessedentação de cada espécie em relação ao bovino e têm como fonte as taxas de crescimento dos rebanhos, por região do País, apresentadas no livro Águas Doces do Brasil – 2006.

A soma total das projeções (demanda para irrigação e demanda para dessedentação) em 2006 originou um valor de demanda rural que foi comparado aos valores apresentados pelo Relatório, que englobam irrigação e outros usos.

Os dados do Relatório formaram a base para o ajuste das projeções da demanda rural total em 2006. Depois de realizado o ajuste para a demanda por município (total, irrigação e dessedentação), foram aplicados os índices das projeções de demanda, resultando na demanda rural total em 2008.

As Bacias PCJ apresentam uma demanda significativa de água para irrigação. No conjunto dessas três bacias, considerando ainda os municípios que estão parcialmente contidos em seu território, estima-se que a demanda média para irrigação seja, atualmente, de 6,91 $m^3.s^{-1}$.

III.1.10. Metodologia proposta no Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Diagnóstico dos Recursos Hídricos (COPPETEC, 2006)

1. CRIAÇÃO ANIMAL

Para o cálculo da demanda hídrica da pecuária foi utilizada a metodologia sugerida pela ENGECORPS (1998) no Manual de Outorga, que se baseia no conceito do PLIRHINE (Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil) denominado BEDA, definido como:

BEDA = bovinos + eqüinos + asininos + (caprinos + ovinos)/5 + suínos/4 (1)

Utilizando-se os dados da Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE de 2000 que registra, por município, o número total de cabeças para cada criação considerada e somando-se esses valores na equação 1, obtém-se o número de BEDAs. Para o cálculo da demanda multiplicou-se o efetivo em BEDAs por 50 $L.dia^{-1}$, que é o consumo de 1 BEDA, segundo a metodologia do PLIRHINE. No cálculo da captação, estimou-se que são retirados do rio 100 $L.dia^{-1}$ para cada 50 $L.dia^{-1}$ consumidos, cujos valores totais estão expressos na Tabela 1.

Tabela 1. Demandas Hídricas da Pecuária.

Trecho	Efetivo	BEDAs	Captação Específica $L.dia^{-1}.BEDA^{-1}$	Consumo Específico $L.dia^{-1}.BEDA^{-1}$	Captação $m^3.s^{-1}$	Consumo $m^3.s^{-1}$
Mineiro	1.217.698	1.054,663,8	100	50	1,22	0,61
Fluminense	1.529.822	1.402.604,4	100	50	1,62	0,81
Paulista	596.157	525.388,4	100	50	0,61	0,30
Total	**3.316.677**	**2.982.656,6**			**3,45**	**1,73**

2. IRRIGAÇÃO

A bacia do rio Paraíba do Sul possui uma área irrigada de 123.734 ha, conforme apresentado na Tabela 2 (Censo Agropecuário do IBGE de 1995/96). O censo fornece a área irrigada por município e, para se obter o valor total da bacia, foram somadas as áreas irrigadas de todos os municípios que a compõem. Nos casos dos municípios que se localizam na fronteira da bacia foi considerado que toda a área irrigada está localizada dentro da bacia.

Tabela 2. Área irrigada total da Bacia do Rio Paraíba do Sul por trecho.

Trecho	**Área Irrigada Total** (ha)
Mineiro	21.191
Fluminense	66.397
Paulista	36.146
Total	**123.734**

Para se obter as demandas hídricas as áreas irrigadas foram multiplicadas pelas vazões específicas de captação e consumo dos respectivos Estados (CHRISTOFIDIS, 1997), conforme pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3. Demandas hídricas Estimadas na Bacia do Rio Paraíba do Sul por trechos.

Trecho	Captação Específica ($L.s^{-1}.ha^{-1}$ irrigado)	Consumo Específico ($L.s^{-1}.ha^{-1}$ irrigado)	Captação ($m^3.s^{-1}$)	Consumo ($m^3.s^{-1}$)
Mineiro	0,37066	0,22216	7,85	4,71
Fluminense	0,46287	0,26424	30,73	17,54
Paulista	0,30825	0,2221	11,14	8,03
Total			**49,73**	**30,28**

Observa-se na Tabela 3 que o setor agrícola na bacia capta uma vazão de cerca de 50 $m^3.s^{-1}$ e consome aproximadamente 30 $m^3.s^{-1}$. Com isso, cerca de 20 $m^3.s^{-1}$ ou 40% da vazão captada são devolvidos aos corpos hídricos.

É oportuno salientar que, se forem ponderadas as demandas específicas ($L.s^{-1}.ha^{-1}$ irrigado) para cada Estado (Tabela 3), em relação às suas respectivas áreas irrigadas (Tabela 1), obtém-se demandas específicas médias para a bacia do rio Paraíba do Sul de 0,4019 $L.s^{-1}$.ha irrigado para a captação e 0,2447 $L.s^{-1}.ha^{-1}$ irrigado para consumo. Comparando-se essas vazões com as demandas específicas médias brasileiras, percebe-se que os valores são praticamente semelhantes, como indica a Tabela 5.

Tabela 4. Demandas hídricas estimadas para Bacia do Rio Paraíba do Sul e Brasil.

	Captação ($L.s^{-1}.ha^{-1}$)	Consumo ($L.s^{-1}.ha^{-1}$)
Bacia do Paraíba do Sul	0,4019	0,2447
Brasil	0,3728	0,2324

Fonte: CHRISTOFIDIS (1997)

Para efeito do cálculo do balanço hídrico a bacia do Paraíba do Sul foi dividida em 12 sub-bacias, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 5. Captação e consumo de água por sub-bacia da Bacia do Paraíba do Sul.

Trecho / Sub-bacia	Por trechos		Acumulados	
	Captação ($m^3.s^{-1}$)	Consumo ($m^3.s^{-1}$)	Captação ($m^3.s^{-1}$)	Consumo ($m^3.s^{-1}$)
1. Rios Paraibuna/Paraitinga	0,20	0,14	0,20	0,14
2. Rio Jaguari	1,14	0,82	1,14	0,82
3. Paraíba do Sul – trecho entre funil e a foz dos rios Paraibuna, Paraitinga e Jaguari	9,66	6,96	11,00	7,92
4. Paraíba do Sul – trecho entre Funil e Santa Cecília	0,46	0,28	11,46	8,21
5. Paraíba do Sul – trecho entre Santa Cecília e a foz dos Rios Paraibuna e Piabanha	1,15	0,66	12,61	8,87
6. Rio Piabanha	3,42	1,95	3,42	1,95
7. Rio Paraibuna	0,72	0,42	0,72	0,42
8. Paraíba do Sul – trecho entre a foz do Rio Paraibuna e a foz do Rio Pomba	4,85	2,79	21,60	14,03
9. Rio Pomba	6,23	3,70	6,23	3,70
10. Rio Dois Rios	3,27	1,87	3,27	1,87
11. Rio Muriaé	6,40	3,70	6,40	3,70
12. Paraíba do Sul – trecho a jusante da foz do Rio Pomba	12,20	6,97	49,70	30,26

III.2. Matriz de Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos para a Agricultura Irrigada

Este Item trata da estimativa dos coeficientes técnicos de retirada, consumo e retorno de recursos hídricos relacionados à irrigação dos cultivos. Esses coeficientes são obtidos em função do balanço hídrico das áreas irrigadas, dos aspectos inerentes à espécie cultivada e ao tipo de irrigação e das condições de manejo aplicadas.

Os coeficientes obtidos de retirada, consumo e efluente são apresentados neste relatório discriminados por cultura e mês, e expressos na unidade de litros por segundo por hectare, pois esta unidade é a mais comumente utilizada para apresentara vazão específica no setor agrícola.

III.2.1. Metodologia para Estimativa dos Coeficientes para Irrigação a Nível de Município

A metodologia aqui apresentada está fortemente baseada nas etapas envolvidas na metodologia proposta no trabalho ONS (2005) para estimar os valores de vazões de retirada, retorno e consumo de água na irrigação, bem como o encadeamento entre elas, podendo ser vistos de forma simplificada na Figura 1. Algumas adaptações da metodologia do trabalho ONS (2005) foram realizadas para a obtenção dos coeficientes técnicos e serão detalhadas ao longo da descrição metodológica a seguir.

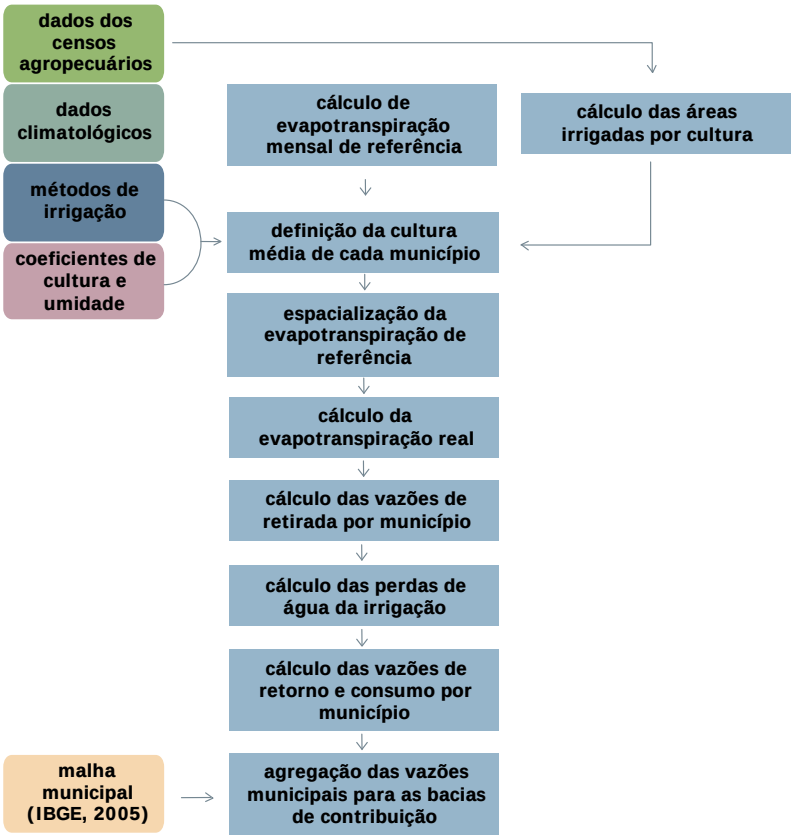


Figura 1. Fluxograma simplificado da metodologia utilizada na estimativa das vazões específicas para a irrigação.

Os parâmetros necessários para a obtenção dos coeficientes técnicos de retirada para irrigação, conforme a metodologia aqui empregada são:

- Área Irrigada (Ai);
- Evapotranspiração real das culturas (ETrc);
- Precipitação efetiva (Pef); e
- Eficiência de Aplicação (Ea) dos sistemas de irrigação.

Nos procedimentos adotados para o cálculo dos coeficientes mereceu atenção especial o arroz cultivado sob irrigação por inundação dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina e na Bacia do Paraíba do Sul. Esse destaque foi necessário pois esse tipo de irrigação envolve uma dinâmica de uso da água, sobretudo de retirada e retorno, diferente dos demais.

1. Estimativa da área irrigada

Apesar dos coeficientes técnicos de irrigação serem apresentados na unidade de $m^3.s^{-1}.ha^{-1}$, a utilização da informação de área irrigada é de extrema importância em seu cálculo, pois faz parte de fatores de ponderação dos coeficientes de cultura empregados no cálculo da demanda hídrica das culturas.

O processo de obtenção da área irrigada por cultura no município foi dividido em duas etapas. Na primeira, um valor inicial da área irrigada de cada cultura no município foi obtido pela equação:

$$Ai_{c,a,vi} = \frac{Ac_{c,a}}{Ac_{e,c,a}} Ai_{e,c,a} \qquad \textbf{(1)}$$

em que: $Ai_{c,a,vi}$ = valor inicial (vi) da área irrigada no município para a cultura (c) e ano (a), ha;

$Ai_{e,c,a}$ = área irrigada no Estado (e) para a cultura (c) e ano (a), ha, obtida no censo do IBGE;

$Ac_{e,c,a}$ = área colhida no Estado (e) para a cultura (c) e ano (a), ha, obtida no censo do IBGE; e

$Ac_{c,a}$ = área colhida no município para a cultura (c) e ano (a), ha, obtida no censo do IBGE.

Na segunda etapa, procurou-se garantir que o valor de área irrigada total do município obtido do IBGE, fosse preservado, ou seja, buscou-se evitar que a soma dos valores iniciais de cada cultura, obtida na etapa anterior para um determinado município, fosse diferente do valor de área irrigada total fornecido pelos censos para esse município. Garantiu-se, em outras palavras, que os valores de área irrigada por cultura fossem, no total, iguais ao valor da área irrigada total do município obtida do IBGE. Esta segunda etapa consistiu em aplicar um fator de proporção de área adimensional dado por:

$$fp = \frac{Ai_{t,a}}{\sum_{i=1}^{n} Ai_{c,a,vi}} \quad \textbf{(2)}$$

em que: $Ai_{t,a}$ = área total (t) irrigada no município no ano (a), ha, obtida nos censos agropecuários do IBGE.

Assim, o valor da área anual irrigada por cultura no município ($Ai_{c,a}$), no ano do censo agropecuário, foi obtido por:

$$Ai = Ai_{c,a,vi} \; fp \quad \textbf{(3)}$$

Até então, como se viu, trabalhou-se com valores anuais de área. Porém, os demais passos da rotina, até a estimativa dos coeficientes, são realizados em base mensal.

Para converter os valores de área irrigada por cultura de cada município em valores mensais foi utilizado o calendário de colheita do Censo Agropecuário 2006. O calendário de colheita representa a divisão da área total colhida no Estado para cada cultura nele presente, nos meses nos quais ocorre a colheita (Tabela 1).

Tabela1. Exemplo de calendário de colheita estadual, para uma cultura qualquer, tal como apresentado no Censo Agropecuário do IBGE.

Meses da colheita	Área (ha)
Agosto	1.123
Setembro	911
Outubro	450
Novembro	875
Dezembro	561
Janeiro	624
Fevereiro	1.116
Março	2.262
Abril	8.435
Maio	10.433
Junho	3.438
Julho	1.493
TOTAL	**31.721**

A sua aplicação no nível municipal exigiu a conversão dos valores apresentados em percentuais do total colhido (Tabela 2). Com isso, foi possível estabelecer, para cada município, um calendário de colheitas, multiplicando a área colhida no município com uma determinada cultura pelos valores percentuais do calendário estadual.

Tabela2. Exemplo de calendário de colheita convertido para percentuais do total colhido no Estado. (obtido da Tabela1).

Meses da colheita	% da Área
Agosto	3,54
Setembro	2,87
Outubro	1,42
Novembro	2,76
Dezembro	1,77
Janeiro	1,97
Fevereiro	3,52
Março	7,13
Abril	26,59
Maio	32,89
Junho	10,84
Julho	4,71
TOTAL	**100,00**

Assim, iniciando da menor área colhida com uma determinada cultura (mês de outubro na Tabela 2) e seguindo-se, sucessivamente, para a imediatamente superior (dezembro, janeiro e novembro na Tabela 2), até que toda a área irrigada anual ($Ai_{c,a}$) tenha sido alocada em nível mensal, estabelece-se o calendário da irrigação dessa cultura no município.

Esse procedimento é decorrente da colheita ser, na sua grande maioria, proveniente da cultura de sequeiro processada nos meses mais úmidos com o proveito da precipitação, quando é mais barato produzir. Também é natural que, mesmo dispondo da infra-estrutura para a irrigação, os produtores somente a utilizem quando não há chuva. Com isso é possível concluir que, muito provavelmente, as menores quantidades colhidas no calendário da Tabela 1 foram obtidas nos meses menos chuvosos e sob irrigação.

Como exemplo, e em relação à Tabela 2, a Figura 2 apresenta um calendário fictício para uma Cultura A, com ciclo de 2,5 meses, que foi colhida em 700 ha sob irrigação, em um município qualquer onde foram plantados 10.000 ha dessa cultura.

É necessário esclarecer que a época de plantio é estabelecida a partir de duas informações: Calendário de colheita do Censo Agropecuário do IBGE (2006) e a duração do ciclo das culturas. Conhecendo-se a data de colheita subtrai-se a quantidade de dias do ciclo da cultura, determinando assim, a data de plantio.

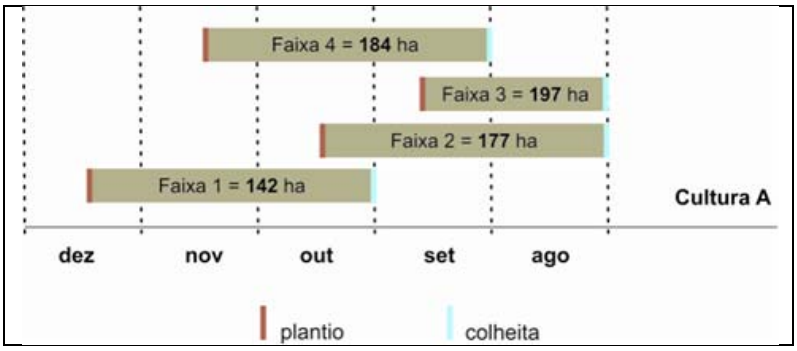


Figura 2. Exemplo de calendário de colheita para um município qualquer, onde foram colhidos 700 ha sob irrigação de uma cultura A fictícia, com ciclo de 2,5 meses.

A área irrigada da cultura A em um determinado mês é a soma de todas as faixas presentes nesse mês. Nos demais meses, quando não há faixas, a área irrigada recebe valor zero (Ai = 0).

Essa rotina é adotada para todas as culturas presentes em cada um dos municípios contidos nos estados estudados. A área irrigada total (Ai_t) num determinado mês é a soma das áreas irrigadas de cada uma das n culturas presentes nesse mês, obtida pela equação 4.

$$Ai_t = (Ai_1 + Ai_2 + ... + Ai_n) \quad \textbf{(4)}$$

em que: Ai_t = área total irrigada no município (ha);
Ai_1 = área irrigada da cultura 1 (ha);
Ai_2 = área irrigada da cultura 2 (ha);
Ai_n = área irrigada da cultura n (ha);

2. Estimativa da evapotranspiração

O termo evapotranspiração foi utilizado pela primeira vez por THORNTHWAITE (1948), para expressar a ocorrência simultânea da evaporação e da transpiração de uma comunidade vegetal de pequeno porte que cobre totalmente o solo.

Segundo THORNTHWAITE e HARE (1965), citados por VAREJÃO–SILVA (2000), Thornthwaite introduziu o termo evapotranspiração potencial (ETP) com o objetivo de estabelecer um parâmetro comparativo, definindo-o como a perda de água por parcela de solo úmido, totalmente revestida de vegetação e suficientemente extensa para eliminar o efeito oásis. PENMAN, em 1956, citado por TANNER & PELTON (1960), modificou um pouco o conceito original de evapotranspiração potencial, definindo-a como sendo a quantidade de água transpirada na unidade de tempo, a partir de uma vegetação rasteira e verde, recobrindo totalmente o solo, com altura uniforme e sem jamais sofrer limitações hídricas.

BERNARDO (1989) definiu:

- **Evapotranspiração de Referência (ETo)** como sendo a evapotranspiração de uma superfície extensiva, totalmente coberta com grama de tamanho uniforme, com 8 a15 cm de altura e em fase de crescimento ativo, em um solo com ótimas condições de umidade;

- **Evapotranspiração Potencial da Cultura (ETpc)** como a evapotranspiração de determinada cultura quando se tem ótimas condições de umidade e nutrientes no solo, de modo a permitir a produção potencial dessa cultura nas condições de campo;

- **Evapotranspiração Real da Cultura (ETrc)** como a quantidade de água evapotranspirada por uma determinada cultura, sob condições normais de cultivo, isto é, sem a obrigatoriedade de o teor de umidade do solo permanecer próximo da capacidade de campo.

A evapotranspiração de referência utilizada foi a mesma do estudo do ONS (2005) sendo obtida pelo método de Penman–Monteith–FAO, conforme descrita por ALLEN et al. (1998), apresentada a seguir:

$$ETo = \frac{0{,}408 \cdot s \cdot (R_n - G) + \gamma \left(\frac{900}{T + 273} \right) \cdot U_2 \cdot (e_s - e_a)}{s + \gamma \cdot (1 + 0{,}34 U_2)} \quad \textbf{(5)}$$

em que: ETo = evapotranspiração de referência (mm.d^{-1});

s = declividade da curva de pressão de vapor (kPa.^{o}C^{-1});

R_n = saldo da radiação (MJ.m^{-2}.d^{-1});

G = fluxo de calor no solo (MJ.m^{-2}.d^{-1});

γ = constante psicrométrica (kPa.^{o}C^{-1});

T = temperatura média (^{o}C);

U_2 = velocidade do vento a 2 m (m.s^{-1});

e_s = pressão de saturação de vapor d'água à temperatura do ar (kPa);

e_a = pressão real de vapor da água (kPa).

Como a evapotranspiração de referência foi determinada a partir de variáveis meteorológicas obtidas de forma pontual (em cada estação meteorológica), foram espacializados os valores pontuais para cada sede municipal, utilizando o método de extrapolação pelo inverso do quadrado da distância.

Conforme PEREIRA et al. (2001), o comportamento da evapotranspiração real da cultura acompanha o crescimento progressivo dessa cultura, do plantio até a colheita. Contemplar tal variação nos cálculos é fundamental, pois ela representa a quantidade de água que deve ser reposta ao solo para manter o crescimento e a produção em condições ideais.

A utilização da evapotranspiração real da cultura em lugar da evapotranspiração potencial, no presente trabalho, se justifica, pois esta tende a superestimar a demanda de água para irrigação, uma vez que se estaria considerando que a umidade do solo permanece constante e próxima à capacidade de campo, ou seja, ks = 1, o que não corresponde à realidade.

No estudo do projeto GEF São Francisco (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2002), que abrangeu 55 projetos de irrigação, em 82% das avaliações realizadas em propriedades que utilizam irrigação localizada esta foi deficitária e, em 58% dos casos, foi feita após o momento adequado. Para os sistemas de irrigação por aspersão, 77% das avaliações indicaram irrigações com déficit e 68% das irrigações foram feitas após o momento adequado. Assim sendo, a consideração da evapotranspiração como sendo igual à potencial de fato promoveria uma grande superestimativa da vazão de retirada.

Os valores estimados e espacializados de evapotranspiração de referência foram convertidos em evapotranspiração potencial da cultura (ETpc) e desta em evapotranspiração real da cultura (ETrc), com a utilização do coeficiente de cultura (Kc) e do coeficiente de umidade do solo (Ks), respectivamente.

A partir das datas de colheita específicas de cada Estado, obtidas do Censo Agropecuário do IBGE de 2006, e dos principais cultivos explorados em cada município, obtidos deste Censo Agropecuário, foi possível a utilização do coeficiente de cultivo

(Kc) recomendado por ALLEN et al. (1998), no boletim FAO Irrigation and Drainage, 56 (Tabela 3), para o cálculo da Etpc pela equação 6, apresentada por BERNARDO (1989):

$$ETpc = ETo \cdot Kc \qquad \textbf{(6)}$$

em que: $ETpc$ = evapotranspiração potencial da cultura (mm.dia^{-1});

ETo = evapotranspiração de referência (mm.dia^{-1});

Kc = Coeficiente da cultura (adimensional).

A ETrc foi estabelecida mediante aplicação da seguinte equação (BERNARDO, 1989):

$$ETrc = ETpc \cdot Ks \qquad \textbf{(7)}$$

em que: $ETrc$ = evapotranspiração real da cultura (mm.dia^{-1});

Ks = Coeficiente de umidade do solo (adimensional);

Tabela 3. Valores de Coeficientes de Cultura (Kc).

Cultura	Kc_{ini}	$Kc_{méd}$	Kc_{fin}
a. Pequenos Legumes	**0,7**	**1,05**	**0,95**
Brócolis		1,05	0,95
Couve de Bruxelas		1,05	0,95
Repolho		1,05	0,95
Cenoura		1,05	0,95
Couve Flor		1,05	0,95
Aipo		1,05	1,00
Alho		1,00	0,70
Alface		1,00	0,95
Cebolas			
- Secas		1,05	0,75
- Verdes		1,00	1,00
- Sementes		1,05	0,80
Espinafre		1,00	0,95
Rabanete		0,90	0,85
b. Legumes - Família Solanum *(Solanaceae)*	**0,6**	**1,15**	**0,80**
Berinjela		1,05	0,90
Pimentão (sweet pepper)		1,05	0,90
Tomate		1,15	0,70 - 0,90
c. Legumes - Família dos Pepinos *(Cucurbitaceae)*	**0,5**	**1,00**	**0,80**
Cantaloupe	0,5	0,85	0,60
Pepino			
- *Fresh Market*	0,6	1,00	0,75
- Colhido mecanicamente	0,5	1,00	0,90
Abóbora		1,00	0,80
Abobrinha		0,95	0,75
Melões		1,05	0,75
Melancias	0,4	1,00	0,75
d. Raízes e Tubérculos	**0,5**	**1,10**	**0,95**
Beterrabas		1,05	0,95
Mandioca			
- ano 1	0,3	0,80	0,30

Cultura	Kc_{ini}	$Kc_{méd}$	Kc_{fin}
- ano 2	0,3	1,10	0,50
Batata		1,15	0,75
Batata Doce		1,15	0,65
Nabo		1,10	0,95
Beterraba Doce	0,35	1,20	0,70
e. Legumes *(Leguminosae)*	**0,4**	**1,15**	**0,55**
Feijão verde	0,5	1,05	0,90
Feijões, secos	0,4	1,15	0,35
Grão-de-bico		1,00	0,35
Fava			
- Fresco	0,5	1,15	1,10
- seco/semente	0,5	1,15	0,30
Amendoim		1,15	0,60
Lentilha		1,10	0,30
Ervilhas			
- Fresca	0,5	1,15	1,10
- Seca/Semente		1,15	0,30
Soja		1,15	0,50
f. Vegetais Perenes (Com "dormência de inverno" inicialmente solo limpo ou "Mulched")	**0,5**	**1,00**	**0,80**
Alcachofras	0,5	1,00	0,95
Aspargo	0,5	0,95	0,30
Hortelã	0,60	1,15	1,10
Morangos	0,40	0,85	0,75
g. Fibras	**0,35**		
Algodão		1,15 - 1,20	0,70 - 0,50
Flax		1,10	0,25
Sisal		0,40 - 0,70	0,4 - 0,70
h. Oleaginosas	**0,35**	**1,15**	**0,35**
Rícino (*Ricinus*)		1,15	0,55
Canola		1,0 - 1,15	0,35
Gergelim		1,10	0,25
Girassol		1,0 - 1,15	0,35
i. Cereais	**0,3**	**1,15**	**0,4**
Cevada		1,15	0,25
Aveia		1,15	0,25
Trigo Primavera		1,15	0,25 - 0,40
Trigo Inverno			
- com solos congelados	0,4	1,15	0,25 - 0,40
- com solos não-congelados	0,7	1,15	0,25 - 0,40
Milho (grão)		1,20	0,60 - 0,35
Milho (milho doce)		1,15	1,05
Milheto		1,00	0,30
Sorgo			
- Grão		1,0 - 1,10	0,55
- Doce		1,20	1,05
Arroz	1,05	1,20	0,90 - 0,60
j. Forrageiras			
Alfafa			
- períodos médios de corte	0,40	0,95	0,90
- períodos individuais de corte	0,40	1,20	1,15
- para semente	0,40	0,50	0,50
Capim (Bermuda)			
- períodos médios de corte	0,55	1,00	0,85

Cultura	Kc_{ini}	$Kc_{méd}$	Kc_{fin}
- Colheita de primavera para semente	0,35	0,90	0,65
Capim (*Clover, Berseem*)			
- períodos médios de corte	0,40	0,90	0,85
- períodos individuais de corte	0,40	1,15	1,10
Capim (*Rye Grass*) (período médio de corte)	0,95	1,05	1,00
Capim (*Sudan Grass, Panicum*) – anual			
- períodos médios de corte	0,50	0,90	0,85
- períodos de corte individual	0,50	1,15	1,10
Pasto			
- Rotativo	0,40	0,85 - 1,05	0,85
- Extensivo	0,30	0,75	0,75
Capim (Turfe)			
- Temporada fria	0,90	0,95	0,95
- Temporada quente	0,80	0,85	0,85
k. Cana de Açúcar	**0,40**	**1,25**	**0,75**
l. Frutas e árvores Tropicais			
Banana			
- 1° ano	0,50	1,10	1,00
- 2° ano	1,00	1,20	1,10
Cacau	1,00	1,05	1,05
Café			
- pouca cobertura de chão	0,90	0,95	0,95
- com ervas	1,05	1,10	1,10
Palmeiras	0,95	1,00	1,00
Abacaxi			
- Solo limpo	0,50	0,30	0,30
- com cobertura de grama	0,50	0,50	0,50
Seringueira	0,95	1,00	1,00
Chá			
- Sem cobertura de sombreamento	0,95	1,00	1,00
- Com cobertura de sombreamento	1,10	1,15	1,15
m. Uvas e Frutas silvestres			
Frutas silvestres (arbustos)	0,30	1,05	0,50
Uvas			
- Mesa ou Passas	0,30	0,85	0,45
- Vinho	0,30	0,70	0,45
n. Árvores Frutíferas			
Amêndoas, sem cobertura de chão	0,40	0,90	0,65
Maçãs, Cerejas e Pêras			
- sem cobertura de chão, geadas	0,45	0,95	0,70
- sem cobertura de chão, sem geadas	0,60	0,95	0,75
- Cobertura de chão ativa, geadas	0,50	1,20	0,95
- Cobertura de chão ativa, sem geadas	0,80	1,20	0,85
Damascos, Pêssegos, Stone Fruit			
- sem cobertura de chão, geadas	0,45	0,90	0,65
- sem cobertura de chão, sem geadas	0,55	0,90	0,65
- Cobertura de chão ativa, geadas	0,50	1,15	0,90
- Cobertura de chão ativa, sem geadas	0,80	1,15	0,85
Abacate, sem cobertura de chão	0,60	0,85	0,75
Citrus, sem cobertura de chão			
- 70% de dossel	0,70	0,65	0,70
- 50% de dossel	0,65	0,60	0,65
- 20% de dossel	0,50	0,45	0,55
Citrus, Cobertura de chão ativa ou ervas			

Cultura	Kc_{ini}	$Kc_{méd}$	Kc_{fin}
- 70% de dossel	0,75	0,70	0,75
- 50% de dossel	0,80	0,80	0,80
- 20% de dossel	0,85	0,85	0,85
Árvores coníferas	1,00	1,00	1,00
Kiwi	0,40	1,05	1,05
Azeitonas (40 a 60% de dossel)	0,65	0,70	0,70
Pistaches, sem cobertura de chão	0,40	1,10	0,45
Noz	0,50	1,10	0,65

Fontes: Kcini: DOORENBOS AND KASSAM (1979). Kcméd and Kcfin: DOORENBOS AND PRUITT (1977); PRUITT (1986); WRIGHT (1981, 1982); e SNYDER et al., (1989), citados por ALLEN et al. (1998) (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56).

Os valores de Ks aqui utilizados foram obtidos pelo projeto GEF São Francisco (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2002). A saber:

- Irrigação por aspersão: Ks = 0,81; e
- Irrigação localizada: Ks = 0,88.

Os valores de Kc da Tabela 3 são médios e referem-se a culturas sob condições ótimas de manejo (de irrigação e práticas agronômicas), atingindo taxas de crescimento potencial. Em condições reais de cultivo esse conjunto de condições dificilmente se verifica. Contudo, não existem resultados de pesquisas que permitam associar o comportamento do Kc de todas as culturas consideradas à condições de manejo deficiente, sobretudo à subirrigação, muito comum em algumas regiões consideradas neste trabalho (vide ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2002). Vale destacar que a utilização do coeficiente de umidade Ks, indiretamente, diminui o impacto do problema, contribuindo para viabilizar a utilização dos valores da Tabela 3.

Ao definir o calendário das culturas pôde-se associar a cada uma delas o método de irrigação mais frequente e os respectivos valores de Kc e Ks.

O passo seguinte foi, então, definir as "culturas médias" para cada município, que representasse, em cada mês, todo o conjunto de fases de cultivo para cada cultura presente no município.

Portanto, diferentemente da metodologia ONS (2005), neste trabalho definiu-se cultura média como sendo uma cultura em uma fase fictícia de desenvolvimento representada pela média ponderada do parâmetro Kc (equação 8) que, ocupando a área irrigada mensal total de cada cultura no município ($Ai_{t,c}$, definida anteriormente), leva aos coeficientes técnicos de irrigação mensal para cada uma das n culturas presentes nesse município.

$$Kc_m = \frac{(Ai_{p1} \cdot Kc_{p1}) + (Ai_{p2} \cdot Kc_{p2}) + \ldots + Ai_{pn} \cdot Kc_{pn})}{Ai_t} \quad \textbf{(8)}$$

em que: Kc_m = Kc da cultura média, adimensional;
Kc_{p1} = Kc da cultura no período 1, adimensional;
Kc_{p2} = Kc da cultura no período 2, adimensional;
Kc_{pn} = Kc da cultura no período n, adimensional.

O cálculo dos Kc_{p1}, Kc_{p2}, até Kc_{pn} exige que se avalie previamente se, em função do calendário de colheitas e do ciclo da cultura, há mudança nos valores de Kc ao longo do mês. Caso ocorra tal mudança, deve-se obter, com base na equação 8.1, o Kc_i mensal (com i variando de 1 a n áreas de cultivo).

$$Kc_i = \frac{(n^o\ dias \cdot Kc_{ini} + n^o\ dias \cdot Kc_{desenv} + n^o\ dias \cdot Kc_{méd} + n^o\ dias \cdot Kc_{final})}{n^o\ dias\ do\ mês} \quad \textbf{(8.1)}$$

em que: Kc_{ini} = Kc da fase inicial da cultura;
Kc_{desenv} = Kc da fase de desenvolvimento da cultura;
$Kc_{méd}$ = Kc da fase de estabelecimento pleno da cultura; e
Kc_{final} = Kc da fase final do ciclo da cultura.

Pode-se observar no Tabela 3 que os valores de Kc fornecidos são apenas três. No entanto, na equação 8.1 aparecem quatro parcelas, cada uma delas correspondendo a um valor de Kc. Isso se deve à existência de uma fase intermediária às fases inicial e média (kc_{ini} e $kc_{méd}$, respectivamente), a de desenvolvimento da cultura, cujo Kc (Kc_{desenv}) cresce linearmente de uma a outra (Figura 3). Neste trabalho o Kc_{desenv} adotado corresponde à média entre Kc_{ini} e $Kc_{méd}$; e o Kc_{final}, à média entre $Kc_{méd}$ e o Kc_{final} da Tabela 3.

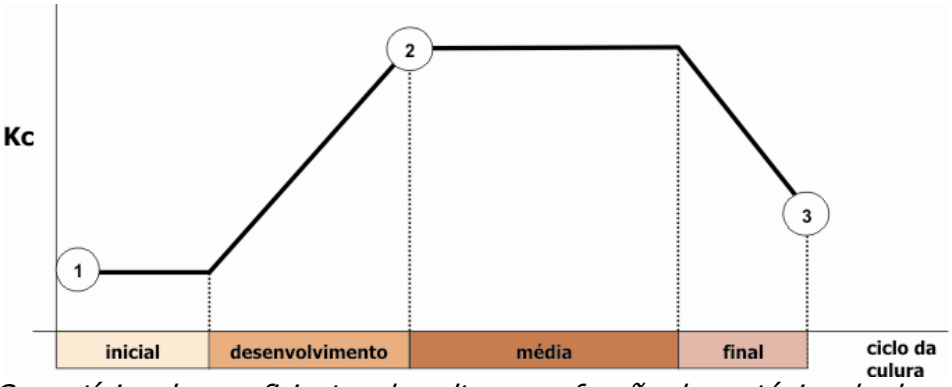


Figura 3. Curva típica dos coeficientes de cultura em função dos estágios de desenvolvimento da planta.

Na Figura 3, os números 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, aos valores de Kc_{ini}, $Kc_{méd}$ e Kc_{fin} da Tabela 3.

Com isso, substituindo o valor médio de Kc e o valor Ks das respectivas culturas do município nas equações 6 e 7, respectivamente, obtém-se a evapotranspiração real para cada município.

3. Estimativa da precipitação efetiva

Existem várias definições para precipitação efetiva (Pef), dependendo do objetivo que se tem em mente. Para irrigação pode-se definir precipitação efetiva como sendo a parte da precipitação que é utilizada pela cultura para atender à sua demanda evapotranspirométrica (BERNARDO, 1989).

A precipitação efetiva foi obtida por uma ferramenta computacional desenvolvida com base na metodologia estabelecida pelo USDA, descrita por DOORENBOS & PRUIT (1992) no Boletim FAO n°. 24 (Tabela 4), a qual incorpora alterações no comportamento da infiltração, em função da quantidade de água disponível no solo no momento da irrigação. Valores de precipitação efetiva foram então obtidos tendo-se como parâmetros de entrada a precipitação mensal observada e a evapotranspiração potencial da cultura.

Neste trabalho foi adotado um valor de armazenamento (ΔS) médio de 75 mm. Cabe destacar que a adoção de um valor médio para ΔS é uma simplificação que não representa erro significativo. Como pode ser observado na Tabela 5, variações da ordem de 30% para mais ou para menos no valor de ΔS, o que abrange a maioria dos solos sob irrigação, implicam em correções na precipitação efetiva que não ultrapassam os 7%. Tal magnitude de correção é, em muitos casos, inferior ao erro embutido na totalização mensal dos valores lidos de precipitação.

Neste trabalho foram utilizados os valores totais observados e consistidos de todas as estações disponíveis na base de dados da ANA, em janeiro de 2010, para o território nacional, tendo como ponto de corte dezembro de 2008. A utilização desses dados, mesmo com um número de estações variável entre os anos, permitiu que o balanço hídrico mensal se aproximasse mais da condição verificada na prática.

Assim como feito para a evapotranspiração de referência, os valores de precipitação total foram espacializados pelo inverso do quadrado da distância entre as estações e as sedes municipais da base cartográfica de 2005 do IBGE. Com isso foi possível a obtenção da precipitação efetiva para cada município.

Tabela4. Valores de precipitação efetiva em função da evapotranspiração potencial mensal da cultura e da precipitação mensal.

Precipitação mensal (mm)		**12,5**	**25**	**37,5**	**50**	**62,5**	**75**	**87,5**	**100**	**112,5**	**125**	**137,5**	**150**	**162,5**	**175**	**187,5**	**200**
		Precipitação efetiva mensal (mm)															
ETpc mensal (mm)	25	8	16	24													
	50	8	17	25	32	39	46										
	75	9	18	27	34	41	48	56	62	69							
	100	9	19	28	35	43	52	59	66	73	80	87	94	100			
	125	10	20	30	37	46	54	62	70	76	85	92	98	107	116	120	
	150	10	21	31	39	49	57	66	74	81	89	97	104	112	119	127	133
	175	11	23	32	42	52	61	69	78	86	95	103	111	118	126	134	141
	200	11	24	33	44	54	64	73	82	91	100	109	117	125	134	142	150
	225	12	25	35	47	57	68	78	87	96	106	115	124	132	141	150	159
	250	13	25	38	50	61	72	84	92	102	112	121	132	140	150	158	167

***Fonte**: USDA, Soil Cons. Serv., 1969, citado por DOORENBOS & PRUITT (1997). (FAO Irrigação e Drenagem, 24).*

Tabela 5. Fator de correção da precipitação efetiva em função da variação da umidade inicial do solo.

ΔS (mm)	Fator	ΔS (mm)	Fator	ΔS (mm)	Fator
10,00	0,620	31,25	0,818	70,00	0,990
12,50	0,650	32,50	0,826	75,00	1,000
15,00	0,676	35,00	0,842	80,00	1,004
17,50	0,703	37,50	0,860	85,00	1,008
18,75	0,720	40,00	0,876	90,00	1,012
20,00	0,728	45,00	0,905	95,00	1,016
22,50	0,749	50,00	0,930	100,00	1,020
25,00	0,770	55,00	0,947	125,00	1,040
27,50	0,790	60,00	0,963	150,00	1,060
30,00	0,808	65,00	0,977	175,00	1,070

***Fonte**: USDA, Soil Cons. Serv., 1969, citado por DOORENBOS & PRUITT (1997). (FAO Irrigação e Drenagem, 24).*

4. Cálculo dos coeficientes técnicos para irrigação

A estimativa dos coeficientes técnicos de retirada para a irrigação teve como base, para os municípios, o balanço hídrico mensal dado pela equação:

$$K_i = \left[\frac{(ETo_m \,.Kc_{m,m}.Ks_{m,m})\text{-}Pef_m}{Ea_{m,m}} \right] . 10 \qquad \textbf{(10)}$$

em que: K_i = Coeficiente de irrigação para a cultura (i) no município, em $m^3.mês^{-1}.ha^{-1}$

ETo_m = evapotranspiração de referência no município para o mês (m), em $mm.mês^{-1}$;

$Kc_{m,m,c}$ = coeficiente da cultura para a cultura média no município (m) para uma determinada cultura para o mês (m), adimensional;

$Ks_{m,m}$ = coeficiente de umidade da cultura, adimensional;

Pef_m = precipitação efetiva no município para o mês (m), $mm.mês^{-1}$; e

$Ea_{m,m}$ = eficiência de aplicação da cultura, adimensional.

Dos parâmetros da Equação 10, ETo, Kc, Ks e Pef já tiveram a sua obtenção descrita nos subitens anteriores (Equações 4, 5, 8, 9, respectivamente) restando apresentar o parâmetro eficiência de aplicação (Ea).

Os métodos de irrigação podem apresentar diferentes níveis de eficiência a depender da uniformidade de distribuição das lâminas de irrigação, da condição de localização de aplicação dessas lâminas, das características dos emissores e da interferência das condições climáticas (perdas nos sistemas e por evaporação), entre outros fatores.

O uso da correção da lâmina aplicada em função da eficiência tem implicação direta na estimativa dos coeficientes de retorno.

A eficiência de aplicação adotada neste trabalho foi obtida dos resultados de ANA/GEF/PNUMA/OEA (2002). A saber:

- Irrigação por aspersão: Ea = 0,71; e
- Irrigação localizada: Ea = 0,79.

Consideraram-se os métodos de irrigação por aspersão convencional e localizada como representativos de toda a área, exceto nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina e na bacia do Paraíba do Sul onde o Arroz é cultivado sob irrigação por superfície.

Os coeficientes de retorno foram obtidos através da seguinte equação:

$$K_{i,r} = K_i \left(P_p + P_{esc}\right) \quad \textbf{(11)}$$

em que: $K_{i,r}$ = Coeficiente de retorno (r) pela irrigação da cultura (i) no município, $m^3.mês^{-1}.ha^{-1}$;

P_p = perdas de água por percolação, adimensional; e

P_{esc} = perdas por escoamento, adimensional;

Para o método de irrigação localizada foi considerada que as perdas por escoamento são nulas.

De posse dos valores de eficiência de aplicação e perda por evaporação para cada um dos sistemas de irrigação estimou-se as perdas por percolação e por escoamento pela equação:

$$P_p + P_{esc} = 1 - P_{ev} - Ea \quad \textbf{(12)}$$

em que: Pev = perdas por evaporação e arraste, adimensional; e

Ea = eficiência de aplicação, adimensional.

Utilizou-se para os sistemas de irrigação por aspersão uma perda por evaporação de 10,9% (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2002). Para os sistemas de irrigação localizada as perdas por evaporação foram consideradas iguais a zero.

O coeficiente de consumo foi, então, obtido por:

$$K_{i,c} = K_i - K_{i,r} \quad \textbf{(13)}$$

em que: $K_{i,c}$ = coeficiente de consumo (c) pela irrigação da cultura (i) no município, $m^3.mês^{-1}.ha^{-1}$

Todas as vazões específicas, obtidas em $m^3.mês^{-1}.ha^{-1}$ foram transformadas para $m^3.s^{-1}.ha^{-1}$ em função do número de dias do mês.

Após realização das estimativas das vazões para os municípios, inicia-se o processo de agregação desses valores para cada bacia hidrográfica considerada. Para

tanto, utiliza-se o critério de proporcionalidade da área dos municípios pertencentes à área de drenagem destas bacias, tendo como base, a malha municipal.

5. Cálculo dos coeficientes técnicos para o arroz irrigado por inundação

Para o cálculo dos coeficientes técnicos de irrigação em bacias onde predomina o cultivo do arroz irrigado por inundação foi estabelecida uma rotina que complementa a anteriormente descrita e considera as condições particulares desse método de irrigação por superfície.

Essa rotina é utilizada para o arroz irrigado nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina e na Bacia do Paraíba do Sul (parte dos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro). Nessas áreas, considerou-se que todo o arroz irrigado encontra-se sob irrigação por inundação.

A metodologia utilizada para o cálculo dos coeficientes para o arroz, adaptada de procedimento apresentado por AMARAL et al. (2005), abrangeu dois sistemas de cultivo praticados na Região Sul: o sistema convencional e o pré-germinado. No seu desenvolvimento, considerou-se a ocorrência de cinco diferentes vazões durante o período de irrigação:

- **Vazão de retirada:** vazão captada nos mananciais para abastecer as lavouras de arroz na área considerada;
- **Vazão unitária de enchimento:** vazão necessária, por unidade de área, para suprir a demanda hídrica da lavoura de arroz no período de enchimento dos quadros, incluindo as quantidades de água para saturação do solo, formação da lâmina d'água superficial, evaporação ou evapotranspiração da cultura e suprimento das perdas por infiltração lateral e percolação profunda;
- **Vazão unitária de manutenção:** vazão necessária, por unidade de área, para a manutenção da lâmina d'água superficial nos quadros, incluindo as quantidades de água para evapotranspiração da cultura e suprimento das perdas por infiltração lateral e percolação profunda;
- **Vazão Efetivamente Consumida:** vazão efetivamente consumida pela lavoura de arroz, correspondente ao volume evaporado ou evapotranspirado durante o período de irrigação;
- **Vazão de retorno:** parcela da vazão que chega à lavoura e não é consumida por evaporação ou evapotranspiração nem armazenada nos quadros, retornando aos mananciais da bacia considerada; e
- **Vazão de consumo:** diferenças entre as vazões de retirada e de retorno, nas bacias de contribuição de cada aproveitamento hidrelétrico, para atividades de uso consuntivo da água (parcela consumida da vazão de retirada).

O manejo da água na lavoura de arroz irrigado por inundação apresenta algumas peculiaridades em relação a outras culturas irrigadas. Além da ocorrência de períodos com características distintas durante o ciclo da cultura, as práticas de manejo da água podem diferir em função do sistema de cultivo adotado pelo produtor. Assim, definiu-se diferentes períodos de irrigação para os sistemas convencional e pré-germinado, de acordo com as práticas de manejo mais comuns e com a duração média do ciclo das cultivares.

I. Sistema convencional

Nos sistemas de cultivo convencional, a semeadura é realizada em solo não inundado, e a inundação é iniciada alguns dias após a emergência das plantas. Durante os primeiros dias, a vazão necessária para o suprimento de água à lavoura é maior, devido à saturação do solo e à formação da lâmina d'água superficial.

Nesse estudo, o período compreendido entre o início da irrigação e a completa formação da lâmina superficial foi denominado período de enchimento dos quadros. O período seguinte, que se estende até poucos dias após a floração, no qual se procura manter a mesma altura da lâmina, foi denominado de período de demanda normal. O terceiro e último período, denominado período de esvaziamento dos quadros, compreendeu os dias entre a supressão da irrigação e o final da drenagem da lâmina d'água superficial.

I.1. Período de enchimento dos quadros

O início da inundação da lavoura depende das condições de umidade do solo e do controle das plantas daninhas, devendo ser iniciada entre 20 e 30 dias após a emergência (EMBRAPA, 2003; SOSBAI, 2003; WEBER et al, 2003). Dessa forma, objetivando-se utilizar um valor médio representativo, foi definido que o início da irrigação para o sistema convencional ocorreria 25 dias após a emergência das plantas.

A duração do período de enchimento dos quadros é bastante variável, dependendo de diversos fatores, tais como: capacidade do sistema de bombeamento, topografia e tipo de solo. Nesse estudo, considerou-se uma duração de 5 dias para o referido período, ou seja, do início do 25º dia até o final do 29º dia após a emergência.

O coeficiente de retirada no período de enchimento dos quadros foi calculado a partir da Equação 14:

$$Q_{retir} = \left[Q_{unit}(ench) - \left(\frac{P \cdot 10}{86.400} \right) \right] \qquad \textbf{(14)}$$

em que: Q_{retir} = Coeficiente de retirada ($m^3.s^{-1}.ha^{-1}$);

$Q_{unit(ench)}$ = Vazão unitária de enchimento ($m^3.s^{-1}.ha^{-1}$);

P = Precipitação média diária ($mm.d^{-1}$);

A vazão unitária de enchimento foi calculada com base na Equação 15, desenvolvida a partir da consideração de que, no momento de início da inundação, o volume de água necessário para a saturação do perfil corresponderia ao volume dos macroporos do solo desde a superfície até a profundidade da camada impermeável.

$$Q_{unit(ench)} = \frac{10.000 \left\lfloor (u \cdot P_{imp}) + H_{lam} \right\rfloor}{86.400 \cdot T_{ench}} + \frac{(ET_0 \cdot K_C) \cdot 10}{86.400} \qquad \textbf{(15)}$$

em que: u = Macroporosidade média do solo ($m^3.m^{-3}$);

P_{imp} = Profundidade média da camada impermeável (m);

H_{lam} = Altura da lâmina d'água superficial (m);

T_{ench} = Duração do período de enchimento dos quadros (d);

ET_0 = Evapotranspiração de referência (mm.d^{-1});

K_C = Coeficiente de cultura (adimensional).

O valor adotado para a macroporosidade média do solo foi de 0,051 m^3.m^{-3}, obtido a partir de diversos solos de várzea cultivados com arroz no Sul do Brasil (MACHADO et al, 1996; VASCONCELLOS, 1995; COSTA, 1993; KONIG, 1983).

O valor adotado para a profundidade média da camada impermeável dos solos cultivados sob sistema convencional foi de 1,05 m, correspondente à média ponderada das profundidades da camada impermeável dos principais tipos de solo cultivados com arroz no Rio Grande do Sul. Os principais tipos de solo foram obtidos de PINTO et al. (2004) e STRECK et al. (2002). A profundidade média da camada impermeável desses solos foi obtida de BRASIL (1973), estabelecendo-se que a profundidade da camada impermeável corresponderia à soma das profundidades dos horizontes A e B. A área de abrangência de cada tipo de solo foi obtida de BRASIL (1978a).

Para a altura da lâmina d'água adotou-se o valor de 0,10 m, definido com base nos valores usualmente utilizados em lavouras comerciais e ensaios experimentais, tais como os experimentos conduzidos por WEBER et al (2003) e MARCHEZAN et al (2001).

O coeficiente de vazão efetivamente consumida durante o período de enchimento dos quadros foi obtida por meio da Equação 16:

$$Q_{Cefet} = \left[\frac{\left(ET_0 \cdot K_C\right) 10}{86.400} \right] \qquad \textbf{(16)}$$

em que: Q_{Cefet} = Vazão específica efetivamente consumida (m^3.s^{-1}.ha^{-1}).

O coeficiente de retorno foi considerado nulo durante o período de enchimento dos quadros.

I.2. Período de demanda normal

A supressão do fornecimento de água via irrigação foi estabelecida de forma a ocorrer 10 dias após a floração. Assim sendo, como a floração foi arbitrada para ocorrer aos 88 dias após a emergência das plantas, definiu-se que o período de demanda normal se estenderia do 30° ao 97º dia após a emergência.

O coeficiente de retirada no período de demanda normal foi considerado nulo quando $\left(\frac{P_U \cdot 10}{86.400}\right) \geq Q_{unit(manut)}$. Por outro lado, quando $\left(\frac{P_U \cdot 10}{86.400}\right) < Q_{unit(manut)}$, o coeficiente de retirada foi calculado com a seguinte equação:

$$Q_{retir} = \left[Q_{unit(manut)} - \left(\frac{P_U \cdot 10}{86.400}\right) \right] \qquad \textbf{(18)}$$

em que: P_U = Precipitação útil diária (mm.d^{-1});

$Q_{unit(manut)}$ = Vazão unitária de manutenção (m^3.s^{-1}.ha^{-1}).

Com base nos dados apresentados por MIRANDA et al (2003) e SOSBAI (2003), utilizou-se como vazão unitária de manutenção o valor de 0,00154 m^3.s^{-1}.ha^{-1}.

A variável precipitação útil diária foi criada para amenizar o efeito da utilização de precipitações médias diárias calculadas a partir da precipitação média mensal, já que sua utilização implica a obtenção de um valor constante de precipitação durante todos os dias do mês. A consideração de uma precipitação constante faria com que uma vazão também constante fosse subtraída da vazão de retirada em todos os dias do mês. Ou seja, toda a precipitação ocorrida no mês estaria sendo considerada como efetivamente aproveitada pelo irrigante, o que não ocorre na prática.

Em condições normais, a retirada de água é reduzida caso ocorra precipitação em um determinado dia, podendo até mesmo ser suprimida se o volume precipitado for suficiente para prover todo o volume de água necessário à lavoura. Quando a precipitação excede esse volume, o excesso de água não é aproveitado pelo irrigante. Assim, do total precipitado no mês, apenas uma parcela é aproveitada para suprir as necessidades da lavoura. A precipitação útil corresponde a essa parcela, e foi calculada com a Equação 19:

$$P_U = F_P \, P \qquad \textbf{(19)}$$

em que: F_P = Fator de ajuste da precipitação (adimensional).

O fator de ajuste da precipitação corresponde ao percentual da precipitação média mensal que é considerado como precipitação útil, ou seja, precipitação efetivamente aproveitada pelo irrigante. Nos dias em que o volume precipitado foi menor que o volume correspondente à vazão unitária de manutenção, toda a precipitação foi considerada como precipitação útil. Nos dias em que houve excesso de precipitação, somente o volume correspondente à vazão unitária de manutenção foi considerado como precipitação útil.

Devido às pequenas variações ocorridas no fator de ajuste da precipitação em função do mês e do município considerado, e visando a simplificar o seu emprego na metodologia, adotou-se o mesmo valor em todos os meses do ano e em todos os municípios. O valor utilizado, correspondente à média de todos os valores obtidos, foi de 0,61 para as áreas irrigadas sob sistema convencional.

O coeficiente de vazão efetivamente consumida no período de demanda normal foi calculada com a Equação 17. Quando $Q_{retir} > Q_{Cefet}$, calculou-se o coeficiente de retorno com a Equação 20:

$$Q_{retorno} = Q_{retir} - Q_{Cefet} \qquad \textbf{(20)}$$

em que: $Q_{retorno}$ = Coeficiente de retorno (m^3.s^{-1}.ha^{-1}).

Nos casos em que $Q_{retir} \leq Q_{Cefet}$, o coeficiente de retorno foi considerado nulo.

I.3. Período de Esvaziamento dos Quadros

A duração do período de esvaziamento dos quadros incluiu o tempo decorrido desde a supressão do fornecimento de água à lavoura até a completa drenagem da lâmina d'água superficial. Assim, considerou-se que a duração do período de esvaziamento dos quadros seria de 12 dias, iniciando-se aos 98 dias, e estendendo-se até os 109 dias após a emergência das plantas.

Nesse período, o coeficiente de retirada foi considerado nulo e o coeficiente de vazão efetivamente consumida foi calculado pela Equação 17. O coeficiente de retorno foi computado da seguinte forma:

$$Q_{retorno} = \left(\frac{10.000 \cdot H_{lam}}{86.400 \cdot T_{esvaz}} \right) - Q_{cons} \qquad \textbf{(21)}$$

em que: T_{esvaz} = Duração do período de esvaziamento dos quadros.

O coeficiente de consumo para todos os períodos do Sistema Convencional foi, então, obtido por:

$$Q_{cons} = Q_{retir} - Q_{retorno} \qquad \textbf{(22)}$$

em que: Q_{cons} = Coeficiente de consumo pela irrigação do arroz no município, $m^3.s^{-1}.ha^{-1}$.

II Sistema pré-germinado

No sistema de cultivo pré-germinado, a irrigação se inicia antes da semeadura, durante os procedimentos finais de preparo do solo. Após esta etapa, a altura da lâmina d'água é elevada até um determinado nível e mantida assim até a semeadura, que ocorre em solo inundado. Devido a essas peculiaridades, foram definidos dois períodos distintos desde o início da irrigação até a semeadura: o período de enchimento dos quadros e o período pré-semeadura, nos quais o consumo foi considerado igual à demanda evaporimétrica, já que a cultura ainda não está estabelecida.

Considerou-se como de demanda normal todo o período compreendido entre a semeadura e a supressão da irrigação. O quarto e último período, denominado período de esvaziamento dos quadros, compreende os dias entre a supressão da irrigação e o final da drenagem da lâmina d'água superficial.

II.1. Período de enchimento dos quadros

Com base nas referências consultadas (MARCHEZAN et al, 2004; EMBRAPA, 2003; SOSBAI, 2003; WEBER et al, 2003; GOMES e PAULETTO, 1999), considerou-se que o início do período de enchimento dos quadros ocorreria 25 dias antes da semeadura e que a sua duração seria idêntica à do sistema convencional, ou seja, de 5 dias. A descontinuidade no enchimento dos quadros, devido ao preparo do solo, não foi considerada. Como no sistema pré-germinado as sementes são germinadas antes de

chegarem à lavoura, considerou-se que a data de emergência das plantas coincidiria com a data da semeadura.

O coeficiente de retirada no período de enchimento dos quadros foi calculado com a Equação 15, e a vazão unitária de enchimento foi obtida mediante a Equação 23.

$$Q_{unit(ench)} = \frac{10.000\ \left[\left(u \cdot P_{imp}\right) + H_{lam}\right]}{86.400 \cdot T_{ench}} + \frac{\left(\frac{ET_0}{K_T}\right) \cdot 10}{86.400} \qquad \textbf{(23)}$$

em que: K_T = Coeficiente do tanque classe A (adimensional).

A Equação 23 foi desenvolvida a partir da consideração de que a evaporação na lavoura seria igual àquela ocorrida em um tanque classe A, já que a profundidade da água nos quadros é relativamente pequena e os solos de várzea apresentam coloração tipicamente escurecida, resultando em um pequeno albedo. O Coeficiente do Tanque Classe A utilizado, de 0,80, foi obtido a partir das recomendações de ALLEN et al (1998) para uma condição de umidade relativa alta, velocidade do vento moderada e bordadura de 1.000 m.

O valor de macroporosidade média do solo adotado foi de 0,051 $m^3.m^{-3}$, o mesmo utilizado no sistema convencional, já que esse valor é representativo de diversos solos de várzea cultivados com arroz na região Sul do Brasil.

Para a profundidade média da camada impermeável dos solos cultivados sob sistema pré-germinado foi adotado o valor de 0,77 m, obtido pelo mesmo procedimento utilizado no sistema convencional – média ponderada das profundidades da camada impermeável dos principais tipos de solo cultivados com arroz –, porém com informações relativas aos solos do Estado de Santa Catarina (PINTO et al, 2004; BRASIL, 1978b; SANTA CATARINA, 1973).

Considerou-se que a altura da lâmina d'água na lavoura no final do enchimento seria a mesma utilizada durante o período de demanda normal, de 0,10 m (MARCHEZAN et al,2004; EMBRAPA, 2003).

No período de enchimento dos quadros, o coeficiente de retorno foi considerado nulo e o coeficiente de vazão efetivamente consumida, calculado pela Equação 24 – também desenvolvida a partir da consideração de que a evaporação na lavoura seria igual à de um Tanque Classe A:

$$Q_{Cefet} = \frac{\left(\frac{ETo}{Kt}\right).10}{86.400} \qquad \textbf{(24)}$$

II.2. Período pré-semeadura

O início do período pré-semeadura foi definido aos 20 dias antes da emergência das plantas e a duração adotada para esse período foi de 20 dias, ou seja, até o momento da semeadura.

O coeficiente de retirada no período pré-semeadura foi considerado nulo quando $\left(\frac{P_U \cdot 10}{86.400}\right) \geq Q_{unit(manut)}$. Por outro lado, quando $\left(\frac{P_U \cdot 10}{86.400}\right) < Q_{unit(manut)}$, o mesmo foi obtido com a Equação 18.

A vazão unitária de manutenção utilizada foi de 0,001 $m^3.s^{-1}.ha^{-1}$, valor suficiente para a manutenção da lâmina d'água no sistema pré-germinado, tendo em vista a baixa percolação da água no solo devido à formação da lama (SOSBAI, 2003).

A precipitação útil foi calculada com a Equação 19, utilizando-se um fator de ajuste igual a 0,43. Este valor foi determinado pelo mesmo procedimento usado para o sistema convencional, porém com a utilização da vazão unitária de manutenção recomendada para o sistema pré-germinado.

O coeficiente de vazão efetivamente consumida foi calculado a partir da Equação 24. O coeficiente de retorno foi obtido pela Equação 20, quando $Q_{retir} > Q_{Cefet}$, e considerado nulo, nos casos em que $Q_{retir} \leq Q_{Cefet}$.

II.3. Período de demanda normal

O período de demanda normal tem início a partir da data de emergência das plantas, e término 10 dias após a floração plena, da mesma forma que para o sistema convencional. Como a ocorrência da floração foi definida aos 88 dias após a emergência, considerou-se que o período de demanda normal se estenderia até o 97º dia.

O coeficiente de retirada no período de demanda normal foi calculado com a Equação 18 quando $\left(\frac{P_U.10}{86.400}\right) < Q_{unit(manut)}$ e considerado nulo quando $\left(\frac{P_U \cdot 10}{86.400}\right) \geq Q_{unit(manut)}$.

Segundo GOMES et al. (2004a) a evaporação é o processo predominante no início do cultivo do arroz, pois a transpiração das plantas e a cobertura do dossel ainda são reduzidas, e decresce à medida que a cultura se desenvolve. Assim sendo, o coeficiente de vazão efetivamente consumida foi calculado pela Equação 24 até o 17º dia após a emergência e pela Equação 17 a partir do 18°.

O coeficiente de retorno foi calculado com a Equação 20 quando $Q_{retir} \geq Q_{Cefet}$. Nos casos em que $Q_{retir} \leq Q_{Cefet}$, o coeficiente de retorno foi considerado nulo.

II.4. Período de esvaziamento dos quadros

Da mesma forma que para o sistema convencional, foi considerado um período de esvaziamento dos quadros (desde a supressão da irrigação até a drenagem completa) de 12 dias, iniciando-se aos 98 dias após a emergência das plantas, e estendendo-se até os 109 dias após a emergência. Nesse período, o coeficiente de retirada foi considerado nulo e o coeficiente de vazão efetivamente consumida computado pela Equação 17, enquanto o coeficiente de retorno foi calculado pela Equação 21.

O coeficiente de consumo para todos os períodos do Sistema Pré-germinado foi, então, obtida pela Equação 22.

5.1. Duração dos períodos de irrigação

A duração média do ciclo da cultura, desde a emergência até a maturação (colheita), foi definida em 122 dias, tanto para o sistema convencional quanto para o sistema pré-germinado. Esse valor foi obtido a partir da porcentagem de participação e da duração do ciclo das principais cultivares de arroz utilizadas no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina nas últimas safras (IRGA, 2005a; SOSBAI, 2003; TRONCHONI, 1995).

A duração dos diferentes períodos de irrigação, definida com base na duração média do ciclo da cultura e nas práticas de manejo da água adotadas nos dois sistemas de cultivo, é resumida na Tabela 6.

Tabela 6. Duração dos diferentes períodos de irrigação, em dias após a emergência, para os sistemas de cultivo convencional e pré-germinado.

Período	Sistema de cultivo	
	Convencional	Pré-germinado
Enchimento dos quadros	25 a 29	-25 a -21
Pré-semeadura*	-	-20 a -1
Demanda normal	30 a 97	1 a 97
Esvaziamento dos quadros	98 a 109	98 a 109

*apenas para o sistema pré-germinado.
Fontes: IRGA, 2005a; MARCHEZAN et al, 2004; PETRINI et al., 2004; GOMES et al, (2004a); EMBRAPA, 2003; SOSBAI, 2003; WEBER et al, 2003; GOMES e PAULETTO, 1999; TRONCHONI, 1995.

4.3. Coeficiente de Cultura

Como na metodologia convencional para cálculo dos coeficientes técnicos de irrigação, na irrigação por superfície foi necessário utilizar o conceito de "cultura média". Neste caso ela representa todo o conjunto de cultivos de arroz irrigado em cada mês no município, onde as condições do método de irrigação por superfície são ponderadas para fornecer o coeficiente médio mensal de irrigação.

Os seguintes parâmetros ponderados formam a cultura média:

- **Kc1:** representa o Kc médio da cultura para a fase de enchimento dos quadros, no sistema convencional, e as fases de enchimento dos quadros e período de pré-semeadura no sistema pré-germinado;
- **Kc2:** representa o Kc médio da cultura para a fase de demanda normal, no sistema convencional e no sistema pré-germinado;
- **Kc3:** representa o Kc médio da cultura para a fase de esvaziamento dos quadros, no sistema convencional e no sistema pré-germinado;
- **E1:** representa a vazão unitária média para a fase de enchimento dos quadros, no sistema convencional e no sistema pré-germinado;

- **E2:** representa a vazão unitária média para o período de demanda normal, no sistema convencional, e o período de pré-semeadura e de demanda normal no sistema pré-germinado;
- **E3:** representa a vazão unitária média para a fase de esvaziamento dos quadros, no sistema convencional e no pré-germinado;
- **Percentual da área:** identifica o percentual da área total irrigada no município que é irrigada por inundação com a cultura do arroz;
- **A1:** representa o percentual da área irrigada com arroz no município que passa pela fase de enchimento dos quadros, no sistema convencional e no pré-germinado;
- **A2:** representa o percentual da área irrigada com arroz no município que passa pela fase de demanda normal, no sistema convencional, e o período de pré-semeadura e de demanda normal no sistema pré-germinado; e
- **A3:** representa o percentual da área irrigada com arroz no município que passa pela fase de esvaziamento dos quadros, no sistema convencional e no pré-germinado.

Os parâmetros *Kc1, Kc2* e *Kc3* são obtidos conforme demonstrado na Equação 8, item 2. Todos os parâmetros (*Kc1, Kc2, Kc3, E1, E2 e E3*) são ponderados pela área e pelo número de dias no mês em que ocorre cada fase. Os parâmetros *A1, A2 e A3* são ponderados somente pela área.

4.4. Parâmetros utilizados nas estimativas

Os parâmetros utilizados nas estimativas dos coeficientes técnicos para o cultivo do arroz irrigado são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Parâmetros utilizados na estimativa das vazões do cultivo do arroz irrigado, para os sistemas de cultivo convencional e pré-germinado.

Parâmetro	Sistema de cultivo	
	Convencional	Pré-germinado
Profundidade média da camada impermeável (m)	1,05	0,77
Macroporosidade média do solo ($m^3.m^{-3}$)	0,051	0,051
Duração do período de enchimento dos quadros (dias)	5	5
Duração do período de esvaziamento dos quadros (dias)	12	12
Altura da lâmina d'água superficial (m)	0,10	0,10
Coeficiente do Tanque Classe A - K_T(adimensional)	-	0,80
Fator de ajuste da precipitação (adimensional)	0,61	0,43

Fontes: GOMES et al., 2004a; MARCHEZAN et al., 2004; PINTO et al, 2004; EMBRAPA, 2003; GPRH, 2003; SOSBAI, 2003; WEBER et al, 2003; STRECK et al, 2002; MARCHEZAN et al, 2001; ALLEN et al., 1998; MACHADO et al, 1996; VASCONCELLOS, 1995; COSTA, 1993; KONIG, 1983; BRASIL, 1978a; BRASIL, 1978b; BRASIL, 1973; SANTA CATARINA, 1973.

III.2.2. Base de Dados

Para a utilização da metodologia descrita foram obtidos dados de área colhida e irrigada nos estados e municípios a partir das informações disponibilizadas pelo IBGE no Censo Agropecuário de 2006 adotando-se a base municipal do IBGE de 2005, como referencial cartográfico.

Também foram obtidos dados de precipitação disponibilizados pela Agência Nacional de Águas – ANA, em escala mensal, do período de 2000 a 2008, em complemento à base de dados do ONS 2005 (1950 a 2000). Esta última base de dados também foi utilizada como referência para os dados de evapotranspiração e parâmetros de irrigação.

III.2.3. Consistência dos Dados

a) Avaliação dos dados coletados

a.1) Base de Dados do IBGE

Mediante consulta ao Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, foram obtidos dados referentes à área colhida e área irrigada, para os estados e municípios, adotando-se como referencial o ano de 2006 conforme o novo Censo Agropecuário divulgado pelo IBGE em 2009.

Ao se efetuar análise de consistência entre os dados totais das áreas irrigadas para um determinado estado e os totais das áreas irrigadas dos municípios deste mesmo estado para uma determinada cultura foram identificadas diferenças nos valores apresentados.

Essa situação foi reportada ao IBGE, sendo esclarecido que para garantir o sigilo dos dados são disponibilizados os valores com o caractere "X" para agregações com menos de 3 informantes por unidades territoriais, não havendo portanto, a possibilidade de se totalizar as informações apresentadas com estes valores o que pode justificar a diferença encontrada.

A equipe buscou informações em outras instituições, como por exemplo, no Cadastro Nacional de Recursos Hídricos – CNARH da ANA, onde os dados existentes são oriundos de cadastros autodeclaratórios cujos resultados, muitas vezes pode não representar a realidade, pelo fato de que os irrigantes podem ter omitido informações ou até mesmo não ter realizado o cadastro.

Com isso, tal situação foi discutida com a demandante do trabalho, sendo apresentada, como alternativa viável e mais segura, a adoção do método proposto pelo ONS (2005) para obtenção da área irrigada, em função de ser uma metodologia validada pela ANA e utilizada por diversos órgãos de recursos hídricos.

Além disso, os dados oriundos do Censo Agropecuário de 2006 que foram utilizados na aplicação da referida metodologia não apresentam tais discordâncias, possibilitando a geração de resultados de maior confiabilidade e segurança para a geração dos indicadores.

a.2) Base de Dados da ANA

Os dados de precipitação que foram utilizados na geração dos coeficientes da matriz foram obtidos da base de dados da ANA, sendo utilizados os valores totais observados de cerca de 3260 estações pluviométricas disponíveis para o território nacional, em janeiro de 2010, (Figura 4), tendo como ponto de corte dezembro de 2008. A utilização desses dados, mesmo com um número de estações variável entre os anos, permitiu que o balanço hídrico mensal se aproximasse mais da condição verificada na prática.

Assim, como feito para a evapotranspiração de referência, os totais mensais de precipitação de cada ano do período de janeiro de 1978 a dezembro de 2008 foram espacializados pelo método do inverso do quadrado da distância atribuindo-se, desta forma, dados de precipitação para todas as sedes municipais da Base Cartográfica do IBGE (IBGE, 2005).

Com base nessa série de dados então, foram obtidas as médias mensais de precipitação, por município.

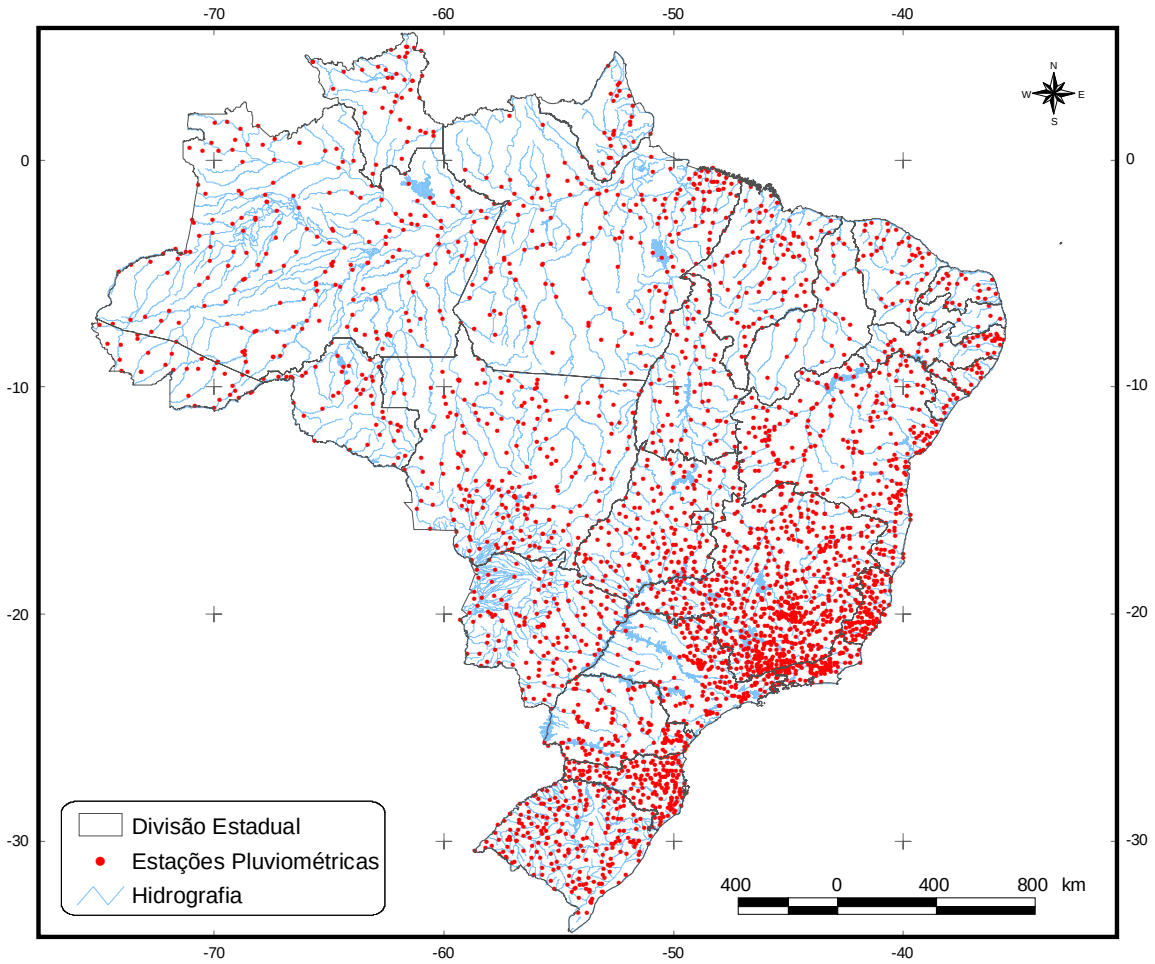


Figura 4. Distribuição das Estações pluviométricas disponibilizadas pela ANA.

b) Análise estatística dos dados coletados

As informações obtidas no item anterior foram analisadas, por tipo de cultura, para consistência e validação dos dados coletados, assim como feita uma comparação com os resultados das consultas por estados e municípios.

Os resultados demonstraram que há grande discrepância entre os valores totais de área irrigada quando realizada uma consulta para um estado qualquer e o somatório destas áreas quando apresentadas para os municípios deste mesmo estado.

Esses valores variam em função do estado e da cultura consultada. Na Tabela 8 são apresentados os valores para a cultura do milho, por estado.

Tabela 8. Desvios percentuais das discrepâncias encontradas nos totais das áreas irrigadas do Estado versus somatório das áreas dos municípios, para o milho em alguns estados brasileiros.

Estado	**Área colhida** (Mil Hectares)		Desvio (%)
	Total Estado	**Σ Municípios**	
AC	419	389	-7,71%
AL	1.353	1.337	-1,20%
AP	11	5	-120,00%
AM	76	53	-43,40%
BA	35.613	35.479	-0,38%
CE	32.943	32.932	-0,03%
DF	5.532	5.532	0,00%
ES	4.973	4.942	-0,63%
GO	51.015	46.385	-9,98%
MA	4.859	4.726	-2,81%
MT	39.445	32.933	-19,77%
MS	27.563	23.203	-18,79%
MG	110.573	100.945	-9,54%
PA	4.090	3.923	-4,26%
PB	12.203	12.128	-0,62%
PR	40.384	34.779	-16,12%
PE	12.855	12.780	-0,59%
PI	3.875	3.590	-7,94%
RJ	850	800	-6,25%
RN	4.519	4.368	-3,46%
RS	41.039	39.501	-3,89%
RO	1.657	1.623	-2,09%
RR	318	301	-5,65%
SC	17.644	17.393	-1,44%
SP	100.500	92.183	-9,02%
SE	1.916	1.894	-1,16%
TO	1.202	766	-56,92%
BR	**559.025**	**514.890**	**-8,57%**

Fonte: Síntese de consultas ao endereço: http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c=825.

Ao se analisar outras opções disponibilizadas pelo IBGE, utilizando o maior estado produtor, Minas Gerais, é possível ainda verificar que outras informações também não totalizam igualitariamente.

Tabela 9. Desvios percentuais das discrepâncias encontradas nos totais das áreas irrigadas do estado versus somatório das áreas dos municípios, para o milho no estado de Minas Gerais, para as condições total, uso ou não de irrigação.

Item	Uso de Irrigação	Total por Estado	Σ Municípios	Desvio (%)
1	Total	1.092.777	1.092.630	-0,01%
2	Com uso de Irrigação	110.573	100.945	-9,54%
3	Sem uso de Irrigação	982.204	982.144	-0,01%
4 (Soma 2 + 3)	-	1.092.777	1.083.089	-0,89%
5 (1-4)	-	0	9.541	12,68%

Fonte: http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c=825

Em função destas discrepâncias encontradas, neste trabalho adotou-se a sistemática de cálculo da área irrigada descrita no Item "I.2.3.a1) Base de Dados do IBGE" que trata da consistência dos dados.

c) Sistematização dos dados por tipologia de produto

As culturas contempladas no presente estudo foram relacionadas a partir da lista das culturas no estudo do ONS (2005) com incremento de outras de relevância no cenário nacional para compor a matriz. Foi considerado como ponto de corte para esta representatividade a cultura ter, no mínimo, 300 ha de área irrigada no Brasil, conforme Censo do IBGE de 2006.

Como estabelecido para o uso industrial, foram adotadas as tipologias definidas pelo CNAE 2.0, de forma a padronizar as tipologias para as culturas aqui contempladas. No entanto, pelo fato de algumas culturas consideradas relevantes não possuírem codificação CNAE, foram criados códigos específicos (numeração sequencial iniciando em 1) acrescido de zeros à esquerda para igualar a quantidade de dígitos do CNAE.

Na Tabela 10 são apresentadas as culturas com a respectiva codificação CNAE e os coeficientes de cultivo oriundos da Tabela 3.

Tabela 10. Culturas contempladas no presente estudo com os respectivos códigos CNAE, coeficientes de cultivo e ciclo vegetativo.

ID CNAE	CULTURA	Kc inicial	Kc desenv.	Kc médio	Kc final	Ciclo (dias)
000001	Abacate	0,85				365
119901	Abacaxi	0,5				365
000002	Abóbora	0,5	0,75	1	0,9	100
133401	Açaí	1				365
000003	Acerola	1				365
000004	Agave (sisal)	0,35	0,525	0,7	0,55	220
112101	Algodão	0,35	0,775	1,2	0,95	195
119902	Alho	0,7	0,85	1	0,85	210
000005	Ameixa	0,55	0,725	0,9	0,775	240
116401	Amendoim	0,4	0,775	1,15	0,875	140

ID CNAE	CULTURA	Kc inicial	Kc desenv.	Kc médio	Kc final	Ciclo (dias)
000006	Amora	0,95				365
111301	Arroz	1,05	1,125	1,2	1	150
000007	Aveia	0,3	0,725	1,15	0,7	120
133402	Banana	1	1,1	1,2	1,15	365
119903	Batata-inglesa	0,5	0,825	1,15	0,95	140
135100	Cacau	1,05				365
134200	Café	0,9				365
133403	Cajú	0,55				365
113000	Cana-de-açucar	1,25				365
000008	Caqui	1				365
119904	Cebola	0,7	0,875	1,05	0,9	210
000009	Cevada	0,3	0,725	1,15	0,7	120
133405	Côco	1				365
139302	Erva-mate	1				365
000010	Ervilha	0,5	0,825	1,15	1,125	100
000011	Fava	0,5	0,825	1,15	0,725	90
119905	Feijão	0,5	0,775	1,05	0,975	90
000012	Figo	1				365
000013	Forrageira para corte	0,4	0,675	0,95	0,925	30
000014	Fruta-do-conde	0,9				365
114800	Fumo	0,35	0,75	1,1	0,95	100
116402	Girassol	0,35	0,75	1,15	0,75	130
000015	Goiaba	1				365
000016	Graviola	0,9				365
121101	Horticultura	1				365
131800	Laranja	0,8				365
000017	Limão	1				365
133407	Maçã	0,6	0,775	0,95	0,85	240
000018	Malva	0,35	0,725	1,1	0,675	150
133408	Mamão	0,55	0,7	0,6		140
116403	Mamona	0,35	0,75	1,15	0,45	100
119906	Mandioca	0,3	0,7	1,1	0,8	360
133410	Manga	0,9				365
133409	Maracujá	0,42	0,77	1,12	0,91	300
119908	Melancia	0,4	0,7	1	0,875	110
119907	Melão	0,5	0,775	1,05	0,9	135
111302	Milho	0,7	0,95	1,2	0,775	125
121102	Morango	1				365
000019	Palmito	1				365
133411	Pêssego	0,55	0,725	0,9	0,775	340
139303	Pimenta do Reino	0,6	0,825	1,05	0,975	210
139306	Seringueira	1				365
115600	Soja	0,5	0,825	1,15	0,825	85
000020	Sorgo	0,7	0,9	1,1	0,825	125
000021	Tangerina	0,8				365
119909	Tomate	0,6	0,875	1,15	0,975	145
111303	Trigo	0,3	0,725	1,15	0,725	120
000022	Triticale	0,3	0,725	1,15	0,725	120
132600	Uva	0,3	0,575	0,85	0,65	205

III.2.4. Modelagem e carga dos dados espaciais

III.2.4.1. Preparação do banco de dados espacial

Nesta etapa do trabalho foram utilizados os dados da matriz de coeficientes de agricultura irrigada a nível municipal obtidos com a aplicação da metodologia descrita anteriormente.

A base de dados espacial adotada como referência nesta etapa do trabalho consistiu da malha municipal digital do Brasil elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, da base de ottobacias disponibilizada pela Agência Nacional de Águas – ANA, da Divisão Hidrográfica Nacional (DHN) e das unidades hidrográficas de referência SUB1 e SUB2 do Plano Nacional de Recursos Hídricos.

III.2.4.2. Municípios

A Malha Municipal Digital do Brasil (55mu500gc) é um produto cartográfico do IBGE na escala compatível com 1:500.000. Esta versão retrata a situação vigente da Divisão Político-Administrativa – DPA do Brasil, através da representação vetorial das linhas definidoras das divisas estaduais e municipais, referente ao ano base 2005.É oriunda da Malha Municipal Digital 2005 e retrata os 5.564 municípios brasileiros a partir da inserção dos 53 municípios novos criados em 2005.

Os limites das unidades político-administrativas foram ajustados pelas Unidades Regionais e Estaduais do IBGE e são compatíveis com a escala de 1:500.000, que foram geradas a partir do arquivo-fonte na escala original 1:250.000, utilizando-se o processo de supressão de pontos, adotando-se a distância mínima de 250m a 300m entre pontos, com intervalos pertinentes às especificações, de acordo com critérios técnicos pré-estabelecidos pelo IBGE/DGC/CCAR.

III.2.4.3. Ottobacias

Consiste numa malha com a representação gráfica dos limites das bacias hidrográficas correspondentes a rede hidrográfica presente na Carta Internacional ao Milionésimo e codificada segundo metodologia proposta pelo engenheiro brasileiro Otto Pfafstetter.

De acordo com a resolução CNRH nº 30, de 11 de dezembro de 2002 (CNRH, 2003), a divisão de bacias e regiões hidrográficas no Brasil deverá seguir a metodologia proposta pelo engenheiro brasileiro Otto Pfafstetter, que desenvolveu um método de subdivisão e codificação de bacias hidrográficas, utilizando dez algarismos, diretamente relacionado com a área de drenagem dos cursos d'água.

O método desenvolvido por Pfafstetter é aplicado inicialmente para o continente e consiste em agrupar a rede da drenagem em três classes: aquelas que drenam diretamente para o mar (podendo ser uma bacia ou uma região hidrográfica), aquelas que drenam para bacias fechadas e aquelas que são tributárias dos dois primeiros casos. Os códigos para hierarquizar as bacias são aplicados aos quatro maiores tributários, de acordo com o critério da área drenada, classificados como bacias e que recebem os algarismos pares 2, 4, 6, e 8 na ordem em que são identificadas de jusante para montante ao longo do rio principal. Em seguida, os demais tributários do rio

principal são agrupados nas áreas restantes, classificados como regiões hidrográficas e recebem os algarismos ímpares 1, 3, 5, 7 e 9 na ordem em que são encontradas de jusante para montante ao longo do rio principal, de tal forma que a região hidrográfica 3 encontra-se entre as bacias 2 e 4, e assim sucessivamente (PFAFSTETTER, 1989).

Este método foi utilizado inicialmente no Brasil pela extinta Secretaria Nacional de Irrigação no Cadastro Nacional de Irrigantes e, posteriormente, VERDIN (1997) apresentou a proposta de um sistema topológico global para codificação de bacias utilizando o método desenvolvido por Otto Pfafstetter em ambiente de Sistema de Informações Geográficas.

Desde então, vários esforços foram empreendidos na tentativa de aperfeiçoar os procedimentos de geração e codificação das ottobacias.

Em 1998 a Secretaria de Recursos Hídricos do MMA com a contribuição da CODEVASF, IBAMA e USGS do EUA apresentou o trabalho de revisão de codificação das bacias hidrográficas brasileiras segundo a referida metodologia e disponibilizou um arquivo digital em formato compatível com ferramentas de Sistema de Informações Geográficas (BRASIL, 1998). Foi possível então caracterizar com maior consistência as bacias hidrográficas do continente sul-americano.

RUBERT (2000) desenvolveu aplicativo, no Sistema de Informações Geográficas (SIG) ArcInfo, capaz de automatizar a codificação topológica de regiões hidrográficas e ou bacia hidrográfica e viabilizar a estruturação de uma base de informações hidrológicas digital e sua consequente organização em Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD).

COPPETEC (2001) apresentou um sistema, baseado no SIG ArcView e no banco de dados Access para a bacia do Paraíba do Sul, capaz de realizar consultas sobre as características da bacia ou da hidrografia a montante e jusante de um ponto. O banco de dados foi modelado de forma que os dados e informações estão relacionados aos trechos dos rios. A simulação topológica é viabilizada com a codificação individualizada dos trechos de rios que possibilita a realização das análises hidrológicas a partir de simples consultas ao banco de dados. Nesta oportunidade, a solução apresentada não utilizava a codificação Otto em seus processos internos, mas trazia o avanço de organizar as informações em banco de dados e correlacioná-las com uma estrutura topológica de rede e trechos de rios codificados.

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) decidiu, por meio da Resolução nº 30, de 11 de dezembro de 2002, adotar e recomendar o método Otto Pfafstetter como referência de codificação e procedimentos padronizados de subdivisões e agrupamentos de bacias e regiões hidrográficas, no âmbito nacional. E, também, instituiu a Divisão Hidrográfica Nacional (Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003) considerando a Resolução CNRH n° 30.

A Agência Nacional de Águas (ANA) com apoio da OMM (BRASIL, 2003) apresentou o trabalho de revisão de codificação das bacias hidrográficas brasileiras, no formato *shapefile*, em detalhe compatível com representação gráfica da rede hidrográfica e das curvas de nível presentes no novo mapeamento sistemático brasileiro ao milionésimo - Cartas Internacionais ao Milionésimo do IBGE.

Em 2006, a Agência Nacional de Águas apresentou a rede hidrográfica presente na Carta Internacional ao Milionésimo e as respectivas áreas de contribuição para cada

um dos trechos, denominadas de ottobacias, que receberam a codificação baseada no método de Pfafstetter, como sendo a consolidação de todos os esforços realizados anteriormente na busca de uma ferramenta que permita otimizar os procedimentos de gestão dos recursos hídricos no Brasil.

III.2.4.4. Divisão Hidrográfica Nacional

A bacia hidrográfica constitui um princípio básico para a implementação da gestão de recursos hídricos que é empregado em várias experiências em outros países. No Brasil, a bacia hidrográfica constitui a unidade físico-territorial para o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos, conforme estabelece a Leis 9.433/97.

A região hidrográfica pode ser definida como sendo a bacia hidrográfica cuja área é drenada parcial ou totalmente por um ou vários cursos d' água ou a região que agrupa duas ou mais bacias hidrográficas.

De acordo com a resolução CNRH n° 32, de 15 de outubro de 2003, que instituiu a Divisão Hidrográfica Nacional, o Brasil foi organizado em doze (12) regiões hidrográficas, descritas a seguir, com a finalidade de orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos.

Região Hidrográfica Amazônica	É constituída pela bacia hidrográfica do rio Amazonas situada no território nacional e, também, pelas bacias hidrográficas dos rios existentes na Ilha de Marajó, além das bacias hidrográficas dos rios situados no Estado do Amapá que deságuam no Atlântico Norte.
Região Hidrográfica do Tocantins/Araguaia	É constituída pela bacia hidrográfica do rio Tocantins até a sua foz no Oceano Atlântico.
Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental	É constituída pelas bacias hidrográficas dos rios que deságuam no Atlântico - trecho Nordeste, estando limitada a oeste pela região hidrográfica do Tocantins/Araguaia, exclusive, e a leste pela região hidrográfica do Parnaíba.
Região Hidrográfica do Parnaíba	É constituída pela bacia hidrográfica do rio Parnaíba.
Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental	É constituída pelas bacias hidrográficas dos rios que deságuam no Atlântico - trecho Nordeste, estando limitada a oeste pela região hidrográfica do Parnaíba e ao sul pela região hidrográfica do São Francisco.
Região Hidrográfica do São Francisco	É constituída pela bacia hidrográfica do rio São Francisco.
Região Hidrográfica Atlântico Leste	É constituída pelas bacias hidrográficas de rios que deságuam no Atlântico - trecho Leste, estando limitada ao norte e a oeste pela região hidrográfica do São Francisco e ao sul pelas bacias hidrográficas dos rios Jequitinhonha, Mucuri e São Mateus, inclusive.
Região Hidrográfica Atlântico Sudeste	É constituída pelas bacias hidrográficas de rios que deságuam no Atlântico - trecho Sudeste, estando limitada ao norte pela bacia hidrográfica do rio Doce, inclusive, a oeste pelas regiões hidrográficas do São Francisco e do Paraná e ao sul pela bacia hidrográfica do rio Ribeira, inclusive.
Região Hidrográfica do Paraná	É constituída pela bacia hidrográfica do rio Paraná situada no território nacional.
Região Hidrográfica do Uruguai	É constituída pela bacia hidrográfica do rio Uruguai situada no território nacional, estando limitada ao norte pela região

	hidrográfica do Paraná, a oeste pela Argentina e ao sul pelo Uruguai.
Região Hidrográfica Atlântico Sul	É constituída pelas bacias hidrográficas dos rios que deságuam no Atlântico - trecho Sul, estando limitada ao norte pelas bacias hidrográficas dos rios Ipiranguinha, Iririaia-Mirim, Candapuí, Serra Negra, Tabagaça e Cachoeria, inclusive, a oeste pelas regiões hidrográficas do Paraná e do Uruguai e ao sul pelo Uruguai.
Região Hidrográfica do Paraguai	É constituída pela bacia hidrográfica do rio Paraguai situada no território nacional.

A Divisão Hidrográfica Nacional utilizada é composta por doze (12) polígonos (Figura 1) que representam os limites das regiões hidrográficas que compreendem bacias, agrupamento de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas.

Figura 1. Divisão Hidrográfica Nacional.

III.2.4.5. Unidades Hidrográficas de Referência

As unidades hidrográficas de referência constituem unidades de planejamento adotadas no Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH para estabelecer dois novos níveis de análise, desagregando a Divisão Hidrográfica Nacional em 56 e 273 unidades, respectivamente.

Assim a Subdivisão 1, ou SUB 1, discretiza as doze (12) regiões hidrográficas da Divisão Hidrográfica Nacional instituídas pela resolução nº 32 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos subdividindo-as em 56 limites hidrográficos.

A Subdivisão 2, ou SUB 2, tem o intuito de melhor discretizar as regiões hidrográficas da SUB 1, subdividindo estas em novos 273 limites hidrográficos.

III.2.4.6. Análise da Base de Dados Espaciais

Durante a análise dos dados espaciais observou-se inconsistências geométricas na base de municípios do IBGE e essas inconsistências compostas de vazios entre os polígonos de municípios vizinhos foram identificados e editados de forma a serem preenchidos e evitando a geração de erros durante na etapa de relacionamento com a base de ottobacias.

A Tabela 11 apresenta a relação de municípios com os polígonos editados e a Figura 2 ilustra o tipo de vazios entre os polígonos de municípios que foram preenchidos.

Tabela 11. Relação de município com os polígonos editados.

GEOCÓDIGO	NOME MUNICÍPIO	UF
1600808	Vitória do Jarí	AP
1711506	Jaú do Tocantins	TO
2201051	Assunção do Piauí	PI
2602100	Bom Conselho	PE
2807402	Tobias Barreto	SE
2918456	Jucuruçu	BA
3151800	Poços de Caldas	MG
3157278	Santa Bárbara do Monte Verde	MG
3200805	Baixo Guandu	ES
3513603	Cunha	SP
3526605	Lavrinhas	SP
4203907	Capinzal	SC
4208005	Itá	SC (39.759 m^2)
5213772	Montividiu do Norte	GO

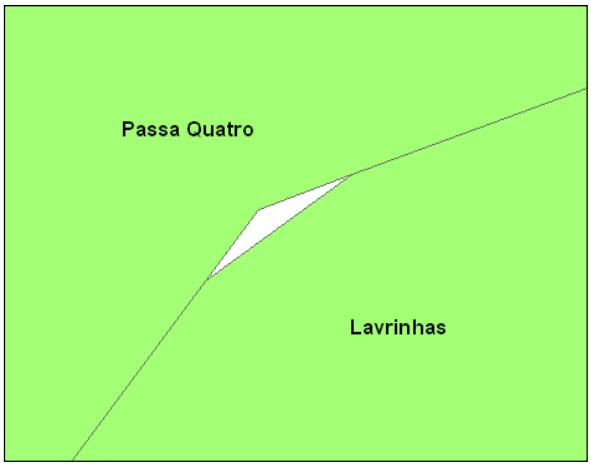


Figura 2. Exemplo de vazio entre o limite dos municípios de Passa Quatro-MG e Lavrinhas-SP.

Após a conclusão dos ajustes nos vazios entre os polígonos dos municípios realizou-se a união espacial entre a base de ottobacias e a de municípios, a fim de se obter uma nova camada espacial com os atributos de cada uma e assim permitir a construção dos relacionamentos dos coeficientes a partir das duas unidades básicas.

Observou-se que não há uma coincidência espacial entre as duas unidades básicas, ottobacias e municípios, de forma que alguns segmentos dos limites da fronteira do Brasil com outros países, os limites da costa, as ilhas litorâneas e parte dos municípios na foz dos rios Amazonas e Tocantins não foram relacionados espacialmente com as ottobacias disponibilizadas pela ANA. Desta forma parte dos municípios que não se sobrepõem aos polígonos das ottobacias estão sem os respectivos códigos Otto (Figura 3).

Similarmente, os polígonos das ottobacias que não se sobrepõem aos polígonos dos municípios estão sem a identificação e as informações relacionadas aos municípios (Figura 4).

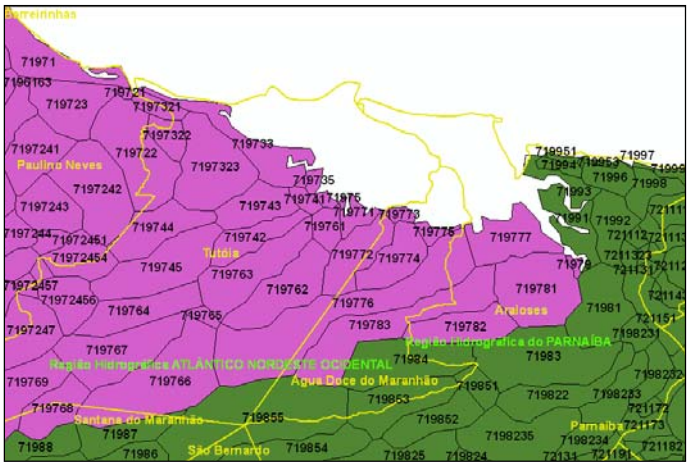


Figura 3. Parcelas de municípios Tutóia, Araioses e Água Doce do Maranhão que não se sobrepõem às ottobacias.

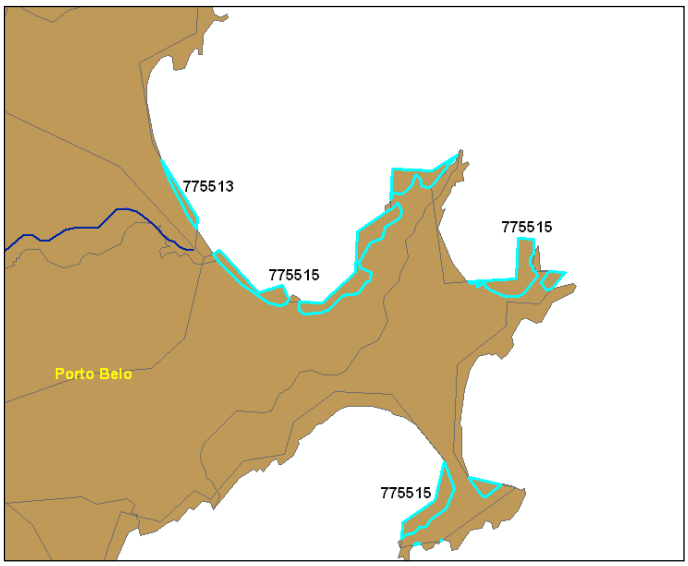
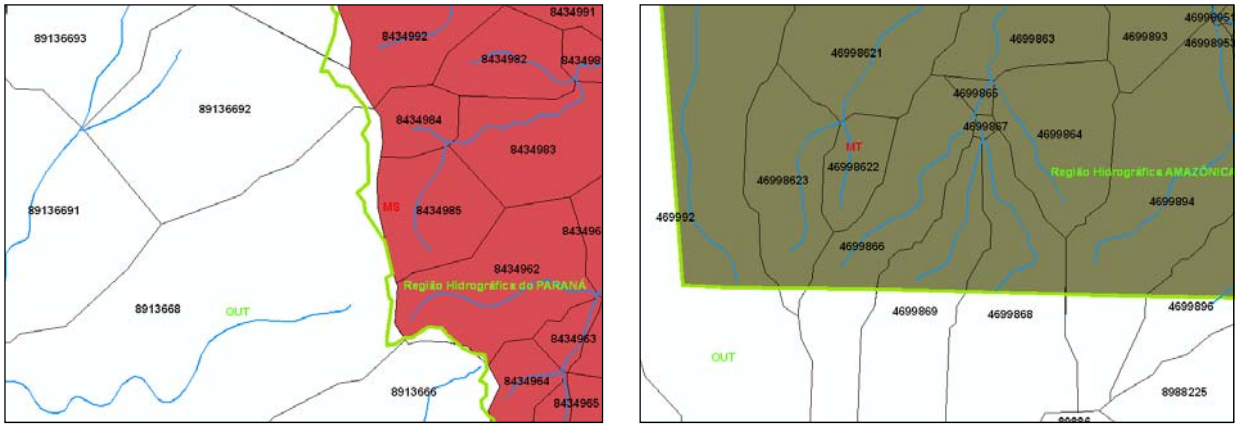


Figura 4. Parcelas de ottobacias que não se sobrepõem ao município Porto Belo (SC).

A tabela de atributos das ottobacias foi alterada de forma a incorporar os três níveis de agregação espacial para o planejamento e gestão dos recursos hídricos, partindo das 273 unidades da base SUB2, das 56 unidades da base SUB1 até a consolidação nas 12 regiões hidrográficas da Divisão Hidrográfica Nacional.

Durante a inclusão dos nomes da DHN, SUB1 e SUB2 na tabela de atributos das ottobacias, as parcelas dos polígonos das ottobacias transfronteiriças de bacias externas ao território brasileiro não receberam as informações relacionadas à DHN, à SUB1 e à SUB2 (ex.: código Otto 8421462 e 84163) uma vez que estes três níveis são adotados para organizar as informações sobre recursos hídricos no Brasil (Figura 5).

A Figura 6 ilustra as três situações em que as parcelas dos polígonos das ottobacias transfronteiriças ficaram sem informações sobre DHN, SUB1 e SUB2 na tabela de atributos, sendo: 1) aquela em que o limite da bacia representa o limite entre o Brasil e os demais países vizinhos; 2) aquela em que a bacia drena para um país vizinho e a parcela pequena do polígono de ottobacia encontra-se espacialmente localizada no Brasil e; 3) aquela em que a bacia drena para o Brasil e a parcela do polígono de ottobacia encontra-se espacialmente localizada em outro país.



Tipos 1 e 2 Tipo 3

Figura 5. Limites de ottobacias (cinza), municípios (amarelo) e unidade da federação (vermelho).

Desta forma é possível relacionar os três níveis da base físico-territorial utilizada no Plano Nacional de Recursos Hídricos com as bacias hidrográficas codificadas (ottobacias).

A base de dados espacial fornecida pela SRHU com a DHN, SUB1 e SUB2 serviram de orientação para associação à base hidrorreferenciada de ottobacias, contudo foram respeitados os limites das bacias delineados e codificados da base de ottobacias.

As diferentes bases de dados espaciais utilizadas neste trabalho, provenientes de fontes cartográficas de escalas distintas provocaram algumas inconsistências ao tentar compatibilizar as linhas dos limites que definem os polígonos das diferentes unidades territoriais utilizadas neste trabalho.

Esse modelo de relacionamento de dados espaciais apresenta algumas limitações em função das distintas escalas e precisões adotadas pelas fontes das bases de dados espaciais utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho. Inconsistências estas que serão exemplificadas e comentadas a seguir.

Ao analisar a compatibilização dos limites das ottobacias disponibilizada pela ANA com os limites dos Estados, observaram-se inconsistências ao longo dos limites de Estados e de algumas divisões hidrográficas, conforme exemplos ilustrados nas Figuras 7, 8 e 9.

Uma hipótese para estas inconsistências seria a não utilização dos limites estaduais conhecidos como divisores de águas durante o delineamento de algumas ottobacias, como é o caso dos polígonos das ottobacias da RH do São Francisco que não deveriam se situar na área do estado do Tocantins, ou da RH do Uruguai que não deveriam se situar na área do estado do Paraná, entre outros.

As ottobacias identificadas com os códigos 6445895, 6445896 e 6445897 pertencem ao território da RH do Parnaíba e conecta-se a rio com código COCURSODAG = 7298842 ao invés de pertencerem a RH do Tocantins-Araguaia.

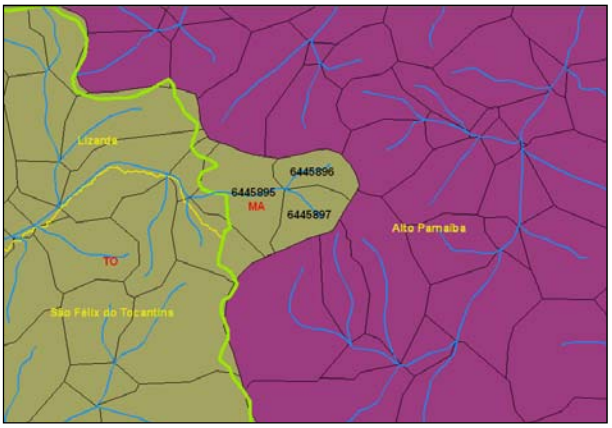


Figura 6. Inconsistências ao longo dos limites das ottobacias entre as regiões hidrográficas do Parnaíba e do Tocantins-Araguaia - Limites de ottobacias (cinza) e Estados (verde).

As ottobacias identificadas com os códigos 7422963, 7422864 e 7422864 pertencem ao território da RH do Tocantins-Araguaia ao invés da RH do São Francisco.

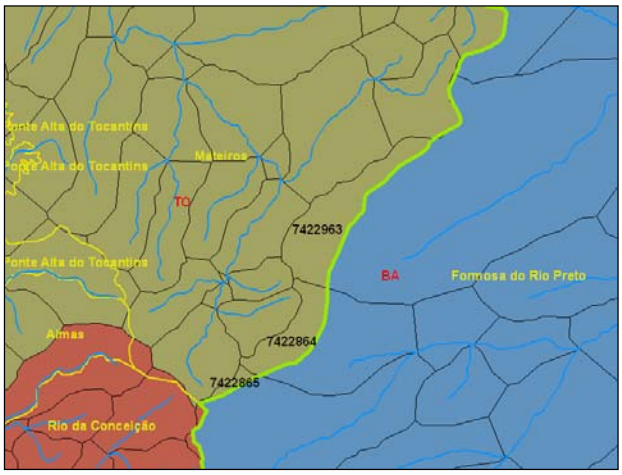


Figura 7. Inconsistências ao longo dos limites das ottobacias entre as regiões hidrográficas do São Francisco e do Tocantins-Araguaia - Limites de ottobacias (cinza) e Estados (verde).

As ottobacias identificadas com os códigos 72429483, 72429994, 72429998, 724299994 e 724299995 pertencem ao território da RH do São Francisco ao invés da RH do Parnaíba.

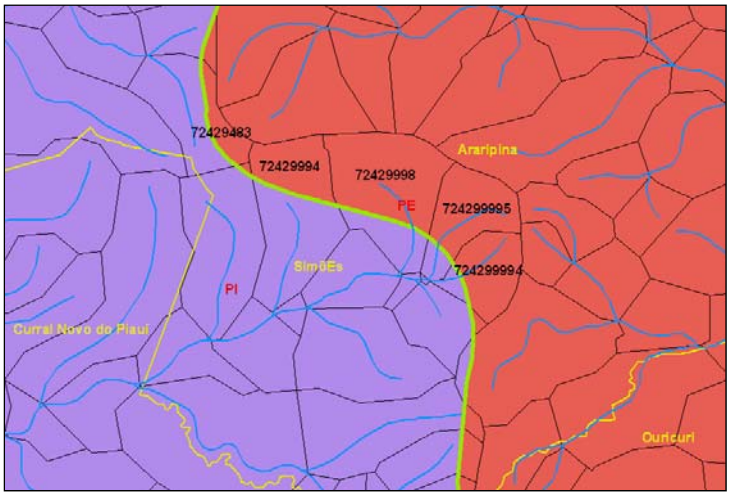


Figura 8. Inconsistências ao longo dos limites das ottobacias entre as regiões hidrográficas do São Francisco e do Parnaíba - Limites de ottobacias (cinza) e Estados (verde).

Outras inconsistências foram observadas ao analisar a compatibilização dos limites das ottobacias disponibilizada pela ANA com os limites da DHN, SUB1 e SUB2, devido à falta de coincidência entre as mesmas, de forma que o delineamento da DHN, SUB1 e SUB2 em algumas regiões apresenta menores detalhamentos, conforme exemplos ilustrados nas Figuras 10 a 14.

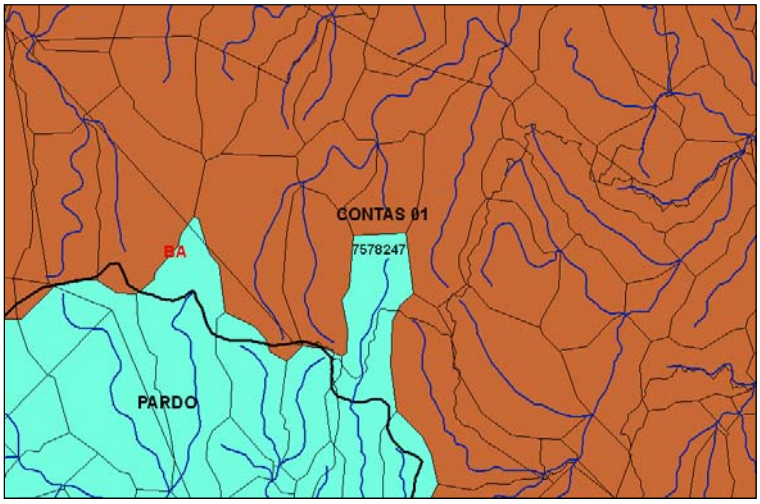


Figura 9. Inconsistências ao longo dos limites das ottobacias e das sub-bacias Pardo e Contas 01 - Limites de ottobacias (cinza) e SUB2 (preto).

Neste exemplo, destaca o caso do polígono da ottobacia 7578247 que na base de ottobacias disponibilizada pela ANA pertence a sub-bacia do Pardo ao invés da sub-bacia Contas 01.

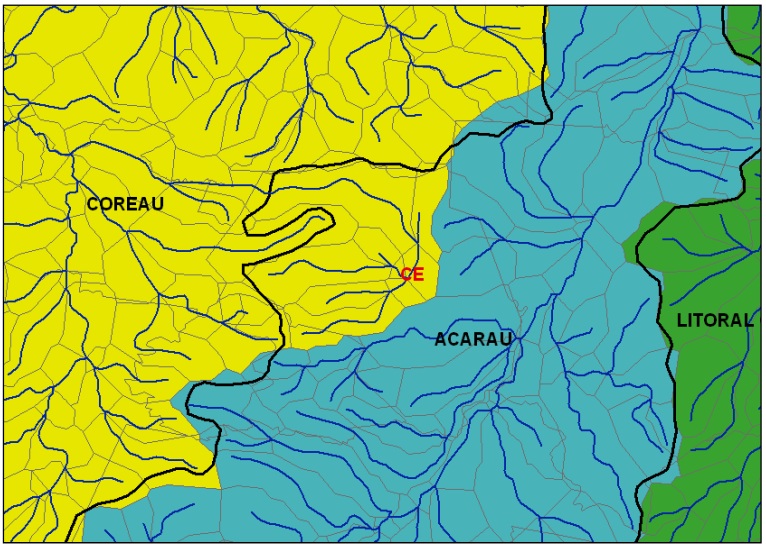


Figura 10. Inconsistências ao longo dos limites das ottobacias e das sub-bacias Coreau e Acarau - Limites de ottobacias (cinza) e SUB2 (preto).

Neste exemplo, destaca o caso do polígono da bacia do Riacho Salão (731643) que na base de ottobacias disponibilizada pela ANA pertence a SUB2 Coreau ao invés da SUB2 Acarau.

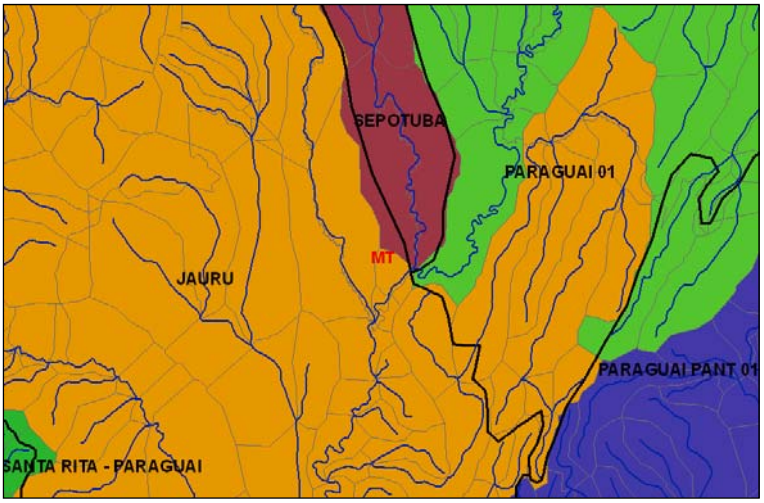


Figura 11. Inconsistências ao longo dos limites das ottobacias e das sub-bacias Jauru e Paraguai 01 - Limites de ottobacias (cinza) e SUB2 (preto).

Neste exemplo, destaca o caso do polígono da bacia do Córrego Cachoeirinha (899583)que na base de ottobacias disponibilizada pela ANA pertence a SUB2 Jauru ao invés da SUB2 Paraguai 01.

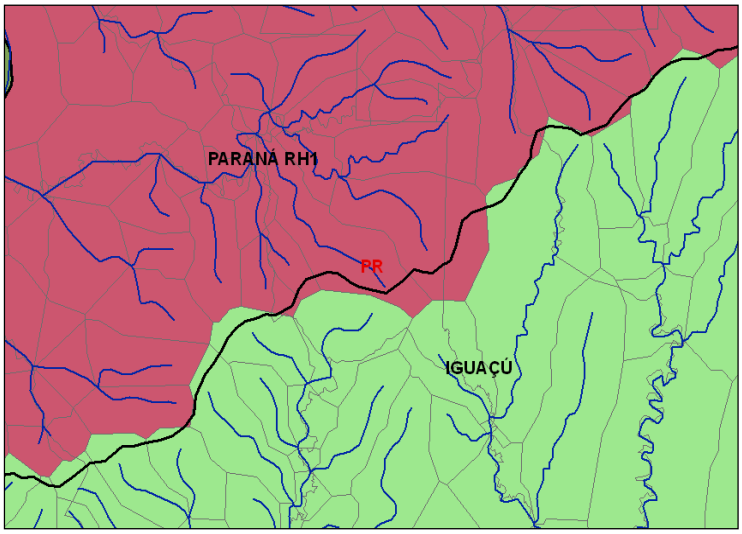


Figura 12. Pequenas inconsistências ao longo dos limites das ottobacias e das sub-bacias Iguaçu e Paraná RH1 - Limites de ottobacias (cinza) e SUB1 (preto).

Tais inconsistências justificam-se devido ao uso de produtos cartográficos de escalas e procedimentos distintos quando da definição dos limites das ottobacias pela ANA e dos limites municipais, e, consequentemente, os limites estaduais pelo IBGE.

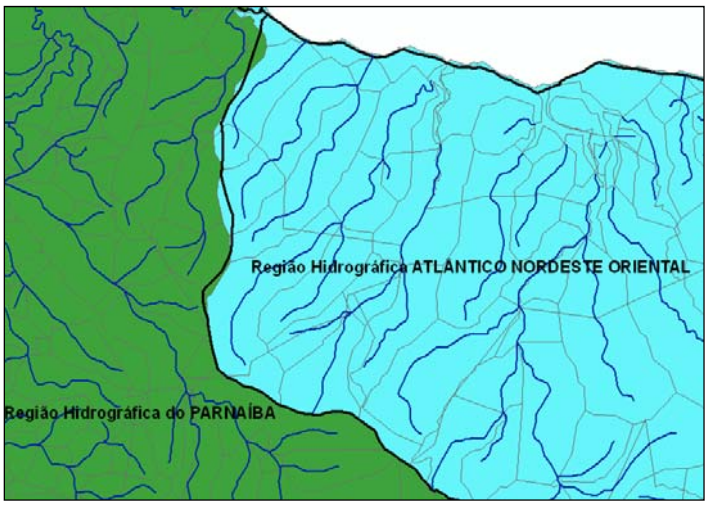


Figura 13. Pequenas inconsistências ao longo dos limites das ottobacias e das regiões hidrográficas Atlântico Nordeste Oriental e do Parnaíba - Limites de ottobacias (cinza) e DHN (preto).

Ao analisar a codificação Otto apresentada na base de ottobacias disponibilizada pela ANA e comparar com os limites da DHN estabelecidos pelo CNRH, observou-se divergências quanto à interpretação dos limites e, consequentemente, as codificações de algumas bacias localizadas na região hidrográfica do Tocantis-Araguaia (Figura 15).

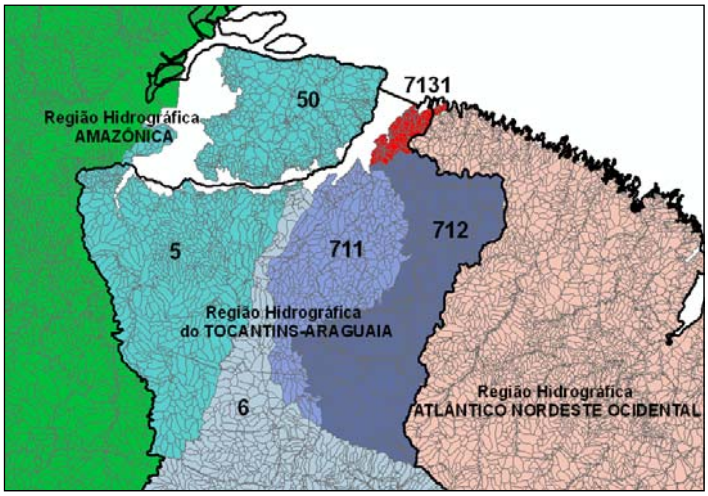


Figura 14. Divergência nos limites e códigos das ottobacias em comparação ao estabelecido para a DHN - Limites de ottobacias (cinza) e DHN (preto).

A Câmara Técnica do Plano Nacional de Recursos Hídricos (CTPNRH) do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) durante o ano de 2003 promoveu discussões a fim de subsidiar a proposta da Divisão Hidrográfica Nacional.

No caso específico da região hidrográfica do Tocantis-Araguaia houve contribuições do IBGE, Marinha e UFPA e, após a análise de aspectos geográficos, afinidades geopolíticas destas bacias com a Amazônia ao invés da região Nordeste, ponderações relacionadas à salinidade, e o comportamento da maré até o trecho denominado Baía do Marajó, os membros da CTPNRH decidiram e recomendaram ao CNRH que as bacias dos rios Pará, pela margem esquerda e Guamá, Capim, Acará e Moju pela margem direita fazem parte da região hidrográfica do Tocantis-Araguaia (22ª e 23ª reuniões da CTPNRH).

Os membros do CNRH durante a 12ª Reunião Extraordinária concluíram como procedentes as ponderações e aprovaram a recomendação da CTPNRH.

Assim sendo, recomenda-se uma revisão na codificação da base de ottobacias a partir da região hidrográfica do Tocantins-Araguaia e, consequentemente, nas demais regiões que serão afetadas por tal alteração.

III.2.5. Armazenamento no Banco de Dados Espacial

O banco de dados espacial foi criado no gerenciador de dados espaciais ArcCatalog do ArcGis, que utiliza o conceito de *Personal Geodatabase* para armazenar dados espaciais e tabulares numa estrutura relacional entre tabelas e dados e informações geográficas.

O modelo de armazenamento *Personal Geodatabase* está baseado no modelo relacional padrão de tabelas e informação de atributos em que toda informação é retida em tabelas DBMS. Um conjunto de informações geográficas com topologias e relações espaciais definidas pelo usuário é organizado numa hierarquia de objetos de dados. Esses objetos de dados são armazenados em tabelas que contém dados não espaciais.

Criado o banco de dados espacial *Personal Geodatabase*, o armazenamento dos coeficientes de retirada, retorno e consumo para irrigação foram organizados na estrutura de tabelas a partir de comandos específicos do Sistema Gerenciador de Banco de Dados, enquanto os dados espaciais (*shapefiles*) foram incluídos no banco numa estrutura de *Feature Class* utilizando comandos do Sistema de Informações Geográficas ArcGis.

A organização, administração e manipulação do *Personal Geodatabase* acontece facilmente a partir do Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) Microsoft ACCESS e do gerenciador de dados espaciais ArcCatalog do programa ArcGis.

A organização das informações espaciais no Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) e a utilização do referenciamento hidrológico a partir da segmentação das bacias em polígonos que representam as áreas de contribuição discretizadas e sua codificação pelo método de codificação Otto, facilitarão a realização do cruzamento com os diferentes planos de informações espaciais e a associação com novos atributos relacionados com a temática de recursos hídricos e a plena compatibilização com o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

As matrizes de coeficientes técnicos de retirada, retorno e consumo mensal de irrigação por cultura nos municípios e nas ottobacias são disponibilizadas, no DVD que acompanha o relatório, no formato de tabelas inseridas nos banco de dados representados pelos arquivos Matriz.mdb, Matriz-Otto3.mdb, Matriz-Otto41_48.mdb, Matriz-Otto49.mdb, Matriz-Otto5.mdb, Matriz-Otto6.mdb, Matriz-Otto71_74.mdb, Matriz-Otto75_79.mdb, Matriz-Otto8.mdb.

A seguir será apresentado o detalhamento da estrutura do banco de dados espacial utilizado.

Todos os itens do banco, a saber, tabelas e consultas foram criados e escritos no *Personal Geodatabase* que utiliza os gerenciadores ArcCatalog e Microsoft Access, ferramentas encontradas no pacote de aplicativos ArcGis eMS Office, respectivamente.

O modelo de dados apresentado poderá ser implementado em qualquer banco de dados relacional e as tabelas com sua descrição simplificada são descritas a seguir.

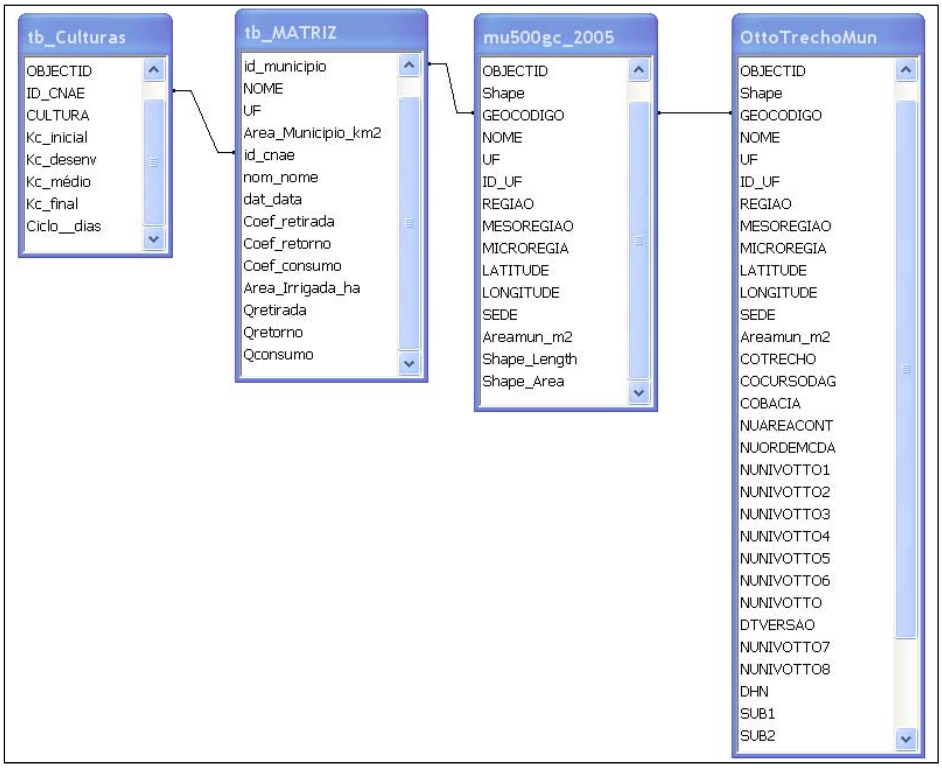
III.2.5.1. Conteúdo do Banco de Dados

Nome da Tabela	Descrição
DHN	Divisão Hidrográfica Nacional, composta por 12 Regiões Hidrográficas, instituída pela resolução nº 32 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos como a divisão oficial das bacias hidrográficas no Brasil.
SUB1	Subdivisão 1, composta por 56 limites hidrográficos que divide as doze (12) regiões hidrográficas da Divisão Hidrográfica Nacional.
SUB2	A Subdivisão 2, composta por 273 limites hidrográficos que subdivide as regiões hidrográficas da SUB 1.
OTTOBACIAS_TRECHO	Malha de Ottobacias, como sendo as bacias hidrográficas correspondentes a área de contribuição da rede hidrográfica presente na Carta Internacional ao Milionésimo e codificada segundo metodologia proposta pelo engenheiro brasileiro Otto Pfafstetter.
MU500GC_2005	Malha Municipal Digital do Brasil do IBGE referente ao ano base

Nome da Tabela	Descrição
	2005 na escala compatível com 1:500.000, e retrata os 5.564 municípios brasileiros.
OTTOTRECHOMUN	Malha construída a partir do cruzamento espacial entre as malhas de ottobacias e a de municípios.
TB_CULTURAS	Relação das culturas com a respectiva codificação CNAE e os coeficientes de cultivo, Kc.
TB_MATRIZ	Matriz de coeficientes técnicos para cada cultura nos municípios.
TB_MATRIZ_DHN	Matriz de coeficientes técnicos para cada cultura agregados na Divisão Hidrográfica Nacional.
TB_MATRIZ_SUB1	Matriz de coeficientes técnicos para cada cultura agregados na unidade hidrográfica de referência SUB1.
TB_MATRIZ_SUB2	Matriz de coeficientes técnicos para cada cultura agregados na unidade hidrográfica de referência SUB2.
TB_MATRIZ_OTTO3	Matriz de coeficientes técnicos para cada cultura relacionados com ottobacias iniciadas com os algarismos do código Otto Pfafstetter 3.
TB_MATRIZ_OTTO41_42_43_44_45	Matriz de coeficientes técnicos para cada cultura relacionados com ottobacias iniciadas com os algarismos do código Otto Pfafstetter 41 a 45.
TB_MATRIZ_OTTO46_47_48	Matriz de coeficientes técnicos para cada cultura relacionados com ottobacias iniciadas com os algarismos do código Otto Pfafstetter 46 a 48.
TB_MATRIZ_OTTO49	Matriz de coeficientes técnicos para cada cultura relacionados com ottobacias iniciadas com os algarismos do código Otto Pfafstetter 49.
TB_MATRIZ_OTTO5	Matriz de coeficientes técnicos para cada cultura relacionados com ottobacias iniciadas com os algarismos do código Otto Pfafstetter 5.
TB_MATRIZ_OTTO6	Matriz de coeficientes técnicos para cada cultura relacionados com ottobacias iniciadas com os algarismos do código Otto Pfafstetter 6.
TB_MATRIZ_OTTO71_72	Matriz de coeficientes técnicos para cada cultura relacionados com ottobacias iniciadas com os algarismos do código Otto Pfafstetter 71 e 72.
TB_MATRIZ_OTTO73_74	Matriz de coeficientes técnicos para cada cultura relacionados com ottobacias iniciadas com os algarismos do código Otto Pfafstetter 73 e 74.
TB_MATRIZ_OTTO75_76	Matriz de coeficientes técnicos para cada cultura relacionados com ottobacias iniciadas com os algarismos do código Otto Pfafstetter 75 e 76.
TB_MATRIZ_OTTO77_78_79	Matriz de coeficientes técnicos para cada cultura relacionados com ottobacias iniciadas com os algarismos do código Otto Pfafstetter 77 a 79.
TB_MATRIZ_OTTO8	Matriz de coeficientes técnicos para cada cultura relacionados com ottobacias iniciadas com os algarismos do código Otto Pfafstetter 8.

III.2.5.2. Modelo de Dados

O modelo de dados apresentado a seguir descreve como as tabelas se relacionam, compondo a integridade referencial dos dados.



A tabela TB_MATRIZ está associada às tabelas TB_CULTURAS e MU500GC_2005, pois cada indicador representa os coeficientes de cada cultura analisada em cada município.

A tabela TB_MATRIZ_DHN está associada às tabelas TB_MATRIZ e OTTOTRECHOMUN, pois cada DHN agrupa um conjunto de ottobacias da Divisão Hidrográfica Nacional.

A tabela TB_MATRIZ_SUB1 está associada às tabelas TB_MATRIZ e OTTOTRECHOMUN, pois cada SUB1 agrupa um conjunto de ottobacias.

A tabela TB_MATRIZ_SUB2 está associada às tabelas TB_MATRIZ e OTTOTRECHOMUN, pois cada SUB2 agrupa um conjunto de ottobacias.

A tabela TB_MATRIZ_OTTO3 está associada às tabelas TB_MATRIZ e OTTOTRECHOMUN, pois cada OTTO3 agrupa um conjunto de ottobacias com os códigos iniciados por 3.

A tabela TB_MATRIZ_OTTO41_42_43_44_45 está associada às tabelas TB_MATRIZ e OTTOTRECHOMUN, pois cada OTTO41, 42, 43, 44 E 45 agrupa um conjunto de ottobacias com os códigos iniciados por 41, 42, 43, 44 E 45.

A tabela TB_MATRIZ_OTTO46_47_48 está associada às tabelas TB_MATRIZ e OTTOTRECHOMUN, pois cada OTTO46, 47 E 48 agrupa um conjunto de ottobacias com os códigos iniciados por 46, 47 E 48.

A tabela TB_MATRIZ_OTTO49 está associada às tabelas TB_MATRIZ e OTTOTRECHOMUN, pois cada OTTO49 agrupa um conjunto de ottobacias com os códigos iniciados por 49.

A tabela TB_MATRIZ_OTTO5 está associada às tabelas TB_MATRIZ e OTTOTRECHOMUN, pois cada OTTO5 agrupa um conjunto de ottobacias com os códigos iniciados por 5.

A tabela TB_MATRIZ_OTTO6 está associada às tabelas TB_MATRIZ e OTTOTRECHOMUN, pois cada OTTO6 agrupa um conjunto de ottobacias com os códigos iniciados por 6.

A tabela TB_MATRIZ_OTTO71_72 está associada às tabelas TB_MATRIZ e OTTOTRECHOMUN, pois cada OTTO71 E 72 agrupa um conjunto de ottobacias com os códigos iniciados por 71 e 72.

A tabela TB_MATRIZ_OTTO73_74 está associada às tabelas TB_MATRIZ e OTTOTRECHOMUN, pois cada OTTO73 E 74 agrupa um conjunto de ottobacias com os códigos iniciados por 73 e 74.

A tabela TB_MATRIZ_OTTO75_76 está associada às tabelas TB_MATRIZ e OTTOTRECHOMUN, pois cada OTTO75 E 76 agrupa um conjunto de ottobacias com os códigos iniciados por 75 e 76.

A tabela TB_MATRIZ_OTTO77_78_79 está associada às tabelas TB_MATRIZ e OTTOTRECHOMUN, pois cada OTTO77, 78 E 79 agrupa um conjunto de ottobacias com os códigos iniciados por 77, 78 e 79.

A tabela TB_MATRIZ_OTTO8 está associada às tabelas TB_MATRIZ e OTTOTRECHOMUN, pois cada OTTO8 agrupa um conjunto de ottobacias com os códigos iniciados por 84 e 89.

III.2.5.3. Descrição dos atributos das camadas espaciais

Tabela de atributos de DHN

Nome do Campo	Tipo	Descrição
DHN	Texto (50)	Nome da Região Hidrográfica
AREA_KM2	Número	Área da unidade em quilômetros quadrados
HECTARES	Número	Área da unidade em hectares

Fonte: Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente, SRHU/MMA.

Tabela de atributos de SUB1

Nome do Campo	Tipo	Descrição
SUB1	Texto (50)	Nome da respectiva unidade.
COD_SRH	Número	Codificação de manipulação estabelecida pela SRH/MMA para cada unidade SUB1.
AREA_KM2	Número	Área da unidade em quilômetros quadrados.
HECTARES	Número	Área da unidade em hectares.

Fonte: Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente, SRHU/MMA.

Tabela de atributos de SUB2

Nome do Campo	Tipo	Descrição
DHN	Texto (50)	Nome da Região Hidrográfica na qual a unidade se localiza.
SUB1	Texto (50)	Nome da Unidade SUB1 na qual a unidade se localiza.
SUB2	Texto (50)	Nome da respectiva unidade.

Nome do Campo	Tipo	Descrição
COD_SRH	Número	Codificação de manipulação estabelecida pela SRH/MMA para cada unidade SUB1
AREA_KM2	Número	Área da unidade em quilômetros quadrados
HECTARES	Número	Área da unidade em hectares

Fonte: Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente, SRHU/MMA.

Tabela de atributos de Ottobacias_Trecho

Nome do Campo	Tipo	Descrição
COTRECHO	Número	Código do trecho - número único que caracteriza o trecho.
COCURSODAG	Número	Código do curso d´água - código Otto Pfafstetter do curso d'água no qual o trecho se insere.
COBACIA	Número	Código da bacia - código Otto Pfafstetter da ottobacia referente ao trecho.
NUAREACONT	Número	Área de contribuição direta da ottobacia - área, em quilômetros quadrados, da ottobacia do trecho.
NUORDEMCDA	Número	Ordem do curso d´água - ordem do curso d´água a partir da foz da bacia no oceano (curso d´água que deságua diretamente no oceano é ordem 1, o que deságua nele é 2, e assim sucessivamente).
NUNIVOTTO1	Número	Nível 1 de Otto Pfasfstetter - primeiro algarismo do código Otto Pfafstetter da área de contribuição do trecho.
NUNIVOTTO2	Número	Nível 2 de Otto Pfasfstetter - dois primeiros algarismos do código Otto Pfafstetter da área de contribuição do trecho.
NUNIVOTTO3	Número	Nível 3 de Otto Pfasfstetter - três primeiros algarismos do código Otto Pfafstetter da área de contribuição do trecho.
NUNIVOTTO4	Número	Nível 4 de Otto Pfasfstetter - quatro primeiros algarismos do código Otto Pfafstetter da área de contribuição do trecho.
NUNIVOTTO5	Número	Nível 5 de Otto Pfasfstetter - cinco primeiros algarismos do código Otto Pfafstetter da área de contribuição do trecho.
NUNIVOTTO6	Número	Nível 6 de Otto Pfasfstetter - seis primeiros algarismos do código Otto Pfafstetter da área de contribuição do trecho.
NUNIVOTTO	Número	Nível de Otto Pfasfstetter - numeração máxima do número de dígitos do código Otto Pfafstetter para esta bacia.
VERSAO	Data	Indica a data de atualização dos dados

Fonte: Agência Nacional de Águas, ANA.

Tabela de atributos de MU500GC_2005

Nome do Campo	Tipo	Descrição
GEOCODIGO	Número	Descreve o geocódigo da unidade territorial utilizado pelo IBGE para referenciar as informações estatísticas;
NOME	Texto	Descreve o nome da unidade territorial;
ID_UF	Número	Descreve o geocodigo da Unidade da Federação utilizado pelo IBGE para referenciar as informações estatísticas;
REGIÃO	Texto	Descreve o nome da região brasileira correspondente
MESORREGIAO	Texto	Descreve o nome da mesorregião correspondente
MICRORREGIÃO	Texto	Descreve o nome da microrregião correspondente
LATITUDE	Número	Indica os valores de latitude da unidade territorial. No caso da unidade territorial – Município este valor referencia a latitude da sede da unidade, isto é a cidade, expressa em grau sexagesimal e decimais de grau.
LONGITUDE	Número	Indica os valores de longitude da unidade territorial. No caso da unidade territorial

Nome do Campo	Tipo	Descrição
SEDE	Texto	Descreve se no polígono está contida a sede da unidade territorial ou não. Este atributo é necessário, pois as ilhas e as áreas descontínuas que compõem as unidades territoriais têm o mesmo geocódigo da unidade, permitindo o mapeamento temático estatístico de toda unidade territorial. O domínio deste campo é: sim

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE.

Tabela de atributos de OTTOTRECHOMUN

Nome do Campo	Tipo	Descrição
GEOCODIGO	Número	Descreve o geocódigo da unidade territorial utilizado pelo IBGE para referenciar as informações estatísticas;
NOME	Texto	Descreve o nome da unidade territorial;
ID_UF	Número	Descreve o geocodigo da Unidade da Federação utilizado pelo IBGE para referenciar as informações estatísticas;
REGIÃO	Texto	Descreve o nome da região brasileira correspondente
MESORREGIAO	Texto	Descreve o nome da mesorregião correspondente
MICRORREGIÃO	Texto	Descreve o nome da microrregião correspondente
LATITUDE	Número	Indica os valores de latitude da unidade territorial. No caso da unidade territorial – Município este valor referencia a latitude da sede da unidade, isto é a cidade, expressa em grau sexagesimal e decimais de grau.
LONGITUDE	Número	Indica os valores de longitude da unidade territorial. No caso da unidade territorial
SEDE	Texto	Descreve se no polígono está contida a sede da unidade territorial ou não. Este atributo é necessário, pois as ilhas e as áreas descontínuas que compõem as unidades territoriais têm o mesmo geocódigo da unidade, permitindo o mapeamento temático estatístico de toda unidade territorial. O domínio deste campo é: sim
AREAMUN_M2	Número	Área do município em metros quadrados.
COTRECHO	Número	Código do trecho - número único que caracteriza o trecho.
COCURSODAG	Número	Código do curso d´água - código Otto Pfafstetter do curso d'água no qual o trecho se insere.
COBACIA	Número	Código da bacia - código Otto Pfafstetter da ottobacia referente ao trecho.
NUAREACONT	Número	Área de contribuição direta da ottobacia - área, em quilômetros quadrados, da ottobacia do trecho.
NUORDEMCDA	Número	Ordem do curso d´água - ordem do curso d´água a partir da foz da bacia no oceano (curso d´água que deságua diretamente no oceano é ordem 1, o que deságua nele é 2, e assim sucessivamente).
NUNIVOTTO1	Número	Nível 1 de Otto Pfasfstetter - primeiro algarismo do código Otto Pfafstetter da área de contribuição do trecho.
NUNIVOTTO2	Número	Nível 2 de Otto Pfasfstetter - dois primeiros algarismos do código Otto Pfafstetter da área de contribuição do trecho.
NUNIVOTTO3	Número	Nível 3 de Otto Pfasfstetter - três primeiros algarismos do código Otto Pfafstetter da área de contribuição do trecho.
NUNIVOTTO4	Número	Nível 4 de Otto Pfasfstetter - quatro primeiros algarismos do código Otto Pfafstetter da área de contribuição do trecho.
NUNIVOTTO5	Número	Nível 5 de Otto Pfasfstetter - cinco primeiros algarismos do código Otto Pfafstetter da área de contribuição do trecho.
NUNIVOTTO6	Número	Nível 6 de Otto Pfasfstetter - seis primeiros algarismos do código Otto Pfafstetter da área de contribuição do trecho.
NUNIVOTTO	Número	Nível de Otto Pfasfstetter - numeração máxima do número de dígitos

Nome do Campo	Tipo	Descrição
		do código Otto Pfafstetter para esta bacia.
DTVERSAO	Data	Indica a data de atualização dos dados
NUNIVOTTO7	Número	Nível 7 de Otto Pfasfstetter - sete primeiros algarismos do código Otto Pfafstetter da área de contribuição do trecho.
NUNIVOTTO8	Número	Nível 8 de Otto Pfasfstetter - oito primeiros algarismos do código Otto Pfafstetter da área de contribuição do trecho.
DHN	Texto (50)	Nome da Região Hidrográfica na qual a unidade se localiza.
SUB1	Texto (50)	Nome da Unidade SUB1 na qual a unidade se localiza.
SUB2	Texto (50)	Nome da Unidade SUB2 na qual a unidade se localiza.
AREABACIA	Número	Área de contribuição direta da ottobacia, em metros quadrados.
AREAPARCIAL	Número	Parcela da área de contribuição direta da ottobacia inserida no município, em metros quadrados.
FATOR_APAM	Número	Fator de proporcionalidade da ottobacia, adimensional. É a razão entre AreaParcial e Areamun_m2.

III.2.5.4. Descrição das tabelas

Tabela TB_CULTURAS

Nome do Campo	Tipo	Descrição
ID_CNAE	Número	Código das culturas conforme tipologias definidas pelo CNAE 2.0 e ONS modificado.
CULTURA	Texto (50)	Nome da cultura.
KC_INICIAL	Número	Coeficiente de cultivo da fase inicial da cultura.
KC_DESENV	Número	Coeficiente de cultivo da fase de desenvolvimento da cultura.
KC_MÉDIO	Número	Coeficiente de cultivo da fase de estabelecimento pleno da cultura.
KC_FINAL	Número	Coeficiente de cultivo da fase final do ciclo da cultura.
CICLO_DIAS	Número	Ciclo da cultura, em dias.

Tabela TB_MATRIZ

Nome do Campo	Tipo	Descrição
ID_MUNICIPIO	Número	Código do IBGE para o município
NOME	Texto	Descreve o nome da unidade territorial;
UF	Texto (2)	Descreve a sigla da Unidade da Federação utilizada pelo IBGE.
AREA_MUNICIPIO_KM2	Número	Área do município em quilômetros quadrados.
ID_CNAE	Número	Código das culturas conforme tipologias definidas pelo CNAE 2.0 e ONS modificado.
NOM_NOME	Texto (50)	Nome da cultura.
DATA	Data	Mês de referência para os coeficientes.
COEF_RETIRADA	Número	Coeficiente de retirada para irrigação da cultura, em Litros por segundo por hectare.
COEF_RETORNO	Número	Coeficiente de retorno para irrigação da cultura, em Litros por segundo por hectare.
COEF_CONSUMO	Número	Coeficiente de consumo para irrigação da cultura, em Litros por segundo por hectare.
AREA_IRRIGADA_HA	Número	Área irrigada estimada para cada cultura no município, em hectares.

Nome do Campo	Tipo	Descrição
QRETIRADA	Número	Vazão de retirada: vazão estimada captada nos mananciais para abastecer a cultura no município, em Litros por segundos.
QRETORNO	Número	Vazão de retorno: parcela da vazão estimada para a cultura e não é consumida no município, em Litros por segundos.
QCONSUMO	Número	Vazão de consumo: diferenças entre as vazões de retirada e de retorno, em Litros por segundos.

Tabela TB_MATRIZ_DHN

Nome do Campo	Tipo	Descrição
DHN	Texto (50)	Nome da Região Hidrográfica.
AREARH	Número	Área da Região Hidrográfica em quilômetros quadrados.
ID_CNAE	Número	Código das culturas conforme tipologias definidas pelo CNAE 2.0 e ONS modificado.
NOM_NOME	Texto (50)	Nome da cultura.
DATA	Data	Mês de referência para os coeficientes.
COEF_RETIRADA_RH	Número	Coeficiente de retirada para irrigação da cultura agregado na DHN, em Litros por segundo por hectare.
COEF_RETORNO_RH	Número	Coeficiente de retorno para irrigação da cultura agregado na DHN, em Litros por segundo por hectare.
COEF_CONSUMO_RH	Número	Coeficiente de consumo para irrigação da cultura agregado na DHN, em Litros por segundo por hectare.
AREA_IRRIGADA_RH	Número	Área irrigada estimada para cada cultura agregado na DHN, em hectares.
QRETIRADA_RH	Número	Parcela da estimativa da vazão de retirada agregado na DHN, em Litros por segundos.
QRETORNO_RH	Número	Parcela da estimativa da vazão de retorno agregado na DHN, em Litros por segundos.
QCONSUMO_RH	Número	Parcela da estimativa da vazão de consumo agregado na DHN, em Litros por segundos.

Tabela TB_MATRIZ_SUB1

Nome do Campo	Tipo	Descrição
DHN	Texto (50)	Nome da Região Hidrográfica na qual a unidade se localiza.
SUB1	Texto (50)	Nome da respectiva unidade SUB1.
AREARH	Número	Área da unidade SUB1 em quilômetros quadrados.
ID_CNAE	Número	Código das culturas conforme tipologias definidas pelo CNAE 2.0 e ONS modificado.
NOM_NOME	Texto (50)	Nome da cultura.
DATA	Data	Mês de referência para os coeficientes.
COEF_RETIRADA_RH	Número	Coeficiente de retirada para irrigação da cultura agregado na SUB1, em Litros por segundo por hectare.
COEF_RETORNO_RH	Número	Coeficiente de retorno para irrigação da cultura agregado na SUB1, em Litros por segundo por hectare.
COEF_CONSUMO_RH	Número	Coeficiente de consumo para irrigação da cultura agregado na SUB1, em Litros por segundo por hectare.
AREA_IRRIGADA_RH	Número	Área irrigada estimada para cada cultura agregado na SUB1, em hectares.
QRETIRADA_RH	Número	Parcela da estimativa da vazão de retirada agregado na SUB1, em Litros por segundos.
QRETORNO_RH	Número	Parcela da estimativa da vazão de retorno agregado na SUB1, em

Nome do Campo	Tipo	Descrição
		Litros por segundos.
QCONSUMO_RH	Número	Parcela da estimativa da vazão de consumo agregado na SUB1, em Litros por segundos.

Tabela TB_MATRIZ_SUB2

Nome do Campo	Tipo	Descrição
DHN	Texto (50)	Nome da Região Hidrográfica na qual a unidade hidrográfica se localiza.
SUB1	Texto (50)	Nome da Unidade SUB1 na qual a unidade hidrográfica se localiza.
SUB2	Texto (50)	Nome da respectiva unidade SUB2.
AREARH	Número	Área da unidade SUB2 em quilômetros quadrados.
ID_CNAE	Número	Código das culturas conforme tipologias definidas pelo CNAE 2.0 e ONS modificado.
NOM_NOME	Texto (50)	Nome da cultura.
DATA	Data	Mês de referência para os coeficientes.
COEF_RETIRADA_RH	Número	Coeficiente de retirada para irrigação da cultura agregado na SUB2, em Litros por segundo por hectare.
COEF_RETORNO_RH	Número	Coeficiente de retorno para irrigação da cultura agregado na SUB2, em Litros por segundo por hectare.
COEF_CONSUMO_RH	Número	Coeficiente de consumo para irrigação da cultura agregado na SUB2, em Litros por segundo por hectare.
AREA_IRRIGADA_RH	Número	Área irrigada estimada para cada cultura agregado na SUB2, em hectares.
QRETIRADA_RH	Número	Parcela da estimativa da vazão de retirada agregado na SUB2, em Litros por segundos.
QRETORNO_RH	Número	Parcela da estimativa da vazão de retorno agregado na SUB2, em Litros por segundos.
QCONSUMO_RH	Número	Parcela da estimativa da vazão de consumo agregado na SUB2, em Litros por segundos.

Tabela TB_MATRIZ_Otto3

Nome do Campo	Tipo	Descrição
COBACIA	Número	Código da bacia – códigos Otto Pfafstetter da ottobacia referente aos trechos iniciados por 3.
DHN	Texto (50)	Nome da Região Hidrográfica na qual a unidade hidrográfica se localiza.
SUB1	Texto (50)	Nome da Unidade SUB1 na qual a unidade hidrográfica se localiza.
SUB2	Texto (50)	Nome da Unidade SUB2 na qual a unidade hidrográfica se localiza.
ID_CNAE	Número	Código das culturas conforme tipologias definidas pelo CNAE 2.0 e ONS modificado.
NOM_NOME	Texto (50)	Nome da cultura.
DATA	Data	Mês de referência para os coeficientes.
COEF_RETIRADA_BAC	Número	Coeficiente de retirada para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
COEF_RETORNO_BAC	Número	Coeficiente de retorno para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
COEF_CONSUMO_BAC	Número	Coeficiente de consumo para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
AREA_IRRIGADA_BAC	Número	Área irrigada estimada para cada cultura na ottobacia, em hectares.

Nome do Campo	Tipo	Descrição
QRETIRADA_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de retirada na ottobacia, em Litros por segundos.
QRETORNO_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de retorno na ottobacia, em Litros por segundos.
QCONSUMO_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de consumo na ottobacia, em Litros por segundos.

Tabela tb_MATRIZ_Otto41_42_43_44_45

Nome do Campo	Tipo	Descrição
COBACIA	Número	Código da bacia – códigos Otto Pfafstetter da ottobacia referente aos trechos iniciados por 41, 42, 43, 44 e 45.
DHN	Texto (50)	Nome da Região Hidrográfica na qual a unidade hidrográfica se localiza.
SUB1	Texto (50)	Nome da Unidade SUB1 na qual a unidade hidrográfica se localiza.
SUB2	Texto (50)	Nome da Unidade SUB2 na qual a unidade hidrográfica se localiza.
ID_CNAE	Número	Código das culturas conforme tipologias definidas pelo CNAE 2.0 e ONS modificado.
NOM_NOME	Texto (50)	Nome da cultura.
DATA	Data	Mês de referência para os coeficientes.
COEF_RETIRADA_BAC	Número	Coeficiente de retirada para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
COEF_RETORNO_BAC	Número	Coeficiente de retorno para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
COEF_CONSUMO_BAC	Número	Coeficiente de consumo para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
AREA_IRRIGADA_BAC	Número	Área irrigada estimada para cada cultura na ottobacia, em hectares.
QRETIRADA_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de retirada na ottobacia, em Litros por segundos.
QRETORNO_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de retorno na ottobacia, em Litros por segundos.
QCONSUMO_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de consumo na ottobacia, em Litros por segundos.

Tabela tb_MATRIZ_Otto46_47_48

Nome do Campo	Tipo	Descrição
COBACIA	Número	Código da bacia – códigos Otto Pfafstetter da ottobacia referente aos trechos iniciados por 46, 47 e 48.
DHN	Texto (50)	Nome da Região Hidrográfica na qual a unidade hidrográfica se localiza.
SUB1	Texto (50)	Nome da Unidade SUB1 na qual a unidade hidrográfica se localiza.
SUB2	Texto (50)	Nome da Unidade SUB2 na qual a unidade hidrográfica se localiza.
ID_CNAE	Número	Código das culturas conforme tipologias definidas pelo CNAE 2.0 e ONS modificado.
NOM_NOME	Texto (50)	Nome da cultura.
DATA	Data	Mês de referência para os coeficientes.
COEF_RETIRADA_BAC	Número	Coeficiente de retirada para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
COEF_RETORNO_BAC	Número	Coeficiente de retorno para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.

Nome do Campo	Tipo	Descrição
COEF_CONSUMO_BAC	Número	Coeficiente de consumo para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
AREA_IRRIGADA_BAC	Número	Área irrigada estimada para cada cultura na ottobacia, em hectares.
QRETIRADA_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de retirada na ottobacia, em Litros por segundos.
QRETORNO_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de retorno na ottobacia, em Litros por segundos.
QCONSUMO_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de consumo na ottobacia, em Litros por segundos.

Tabela tb_MATRIZ_Otto49

Nome do Campo	Tipo	Descrição
COBACIA	Número	Código da bacia – códigos Otto Pfafstetter da ottobacia referente aos trechos iniciados por 49.
DHN	Texto (50)	Nome da Região Hidrográfica na qual a unidade hidrográfica se localiza.
SUB1	Texto (50)	Nome da Unidade SUB1 na qual a unidade hidrográfica se localiza.
SUB2	Texto (50)	Nome da Unidade SUB2 na qual a unidade hidrográfica se localiza.
ID_CNAE	Número	Código das culturas conforme tipologias definidas pelo CNAE 2.0 e ONS modificado.
NOM_NOME	Texto (50)	Nome da cultura.
DATA	Data	Mês de referência para os coeficientes.
COEF_RETIRADA_BAC	Número	Coeficiente de retirada para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
COEF_RETORNO_BAC	Número	Coeficiente de retorno para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
COEF_CONSUMO_BAC	Número	Coeficiente de consumo para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
AREA_IRRIGADA_BAC	Número	Área irrigada estimada para cada cultura na ottobacia, em hectares.
QRETIRADA_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de retirada na ottobacia, em Litros por segundos.
QRETORNO_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de retorno na ottobacia, em Litros por segundos.
QCONSUMO_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de consumo na ottobacia, em Litros por segundos.

Tabela TB_MATRIZ_OTTO5

Nome do Campo	Tipo	Descrição
COBACIA	Número	Código da bacia – códigos Otto Pfafstetter da ottobacia referente aos trechos iniciados por 5.
DHN	Texto (50)	Nome da Região Hidrográfica na qual a unidade hidrográfica se localiza.
SUB1	Texto (50)	Nome da Unidade SUB1 na qual a unidade hidrográfica se localiza.
SUB2	Texto (50)	Nome da Unidade SUB2 na qual a unidade hidrográfica se localiza.
ID_CNAE	Número	Código das culturas conforme tipologias definidas pelo CNAE 2.0 e ONS modificado.
NOM_NOME	Texto (50)	Nome da cultura.
DATA	Data	Mês de referência para os coeficientes.

Nome do Campo	Tipo	Descrição
COEF_RETIRADA_BAC	Número	Coeficiente de retirada para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
COEF_RETORNO_BAC	Número	Coeficiente de retorno para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
COEF_CONSUMO_BAC	Número	Coeficiente de consumo para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
AREA_IRRIGADA_BAC	Número	Área irrigada estimada para cada cultura na ottobacia, em hectares.
QRETIRADA_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de retirada na ottobacia, em Litros por segundos.
QRETORNO_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de retorno na ottobacia, em Litros por segundos.
QCONSUMO_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de consumo na ottobacia, em Litros por segundos.

Tabela TB_MATRIZ_OTTO6

Nome do Campo	Tipo	Descrição
COBACIA	Número	Código da bacia – códigos Otto Pfafstetter da ottobacia referente aos trechos iniciados por 6.
DHN	Texto (50)	Nome da Região Hidrográfica na qual a unidade hidrográfica se localiza.
SUB1	Texto (50)	Nome da Unidade SUB1 na qual a unidade hidrográfica se localiza.
SUB2	Texto (50)	Nome da Unidade SUB2 na qual a unidade hidrográfica se localiza.
ID_CNAE	Número	Código das culturas conforme tipologias definidas pelo CNAE 2.0 e ONS modificado.
NOM_NOME	Texto (50)	Nome da cultura.
DATA	Data	Mês de referência para os coeficientes.
COEF_RETIRADA_BAC	Número	Coeficiente de retirada para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
COEF_RETORNO_BAC	Número	Coeficiente de retorno para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
COEF_CONSUMO_BAC	Número	Coeficiente de consumo para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
AREA_IRRIGADA_BAC	Número	Área irrigada estimada para cada cultura na ottobacia, em hectares.
QRETIRADA_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de retirada na ottobacia, em Litros por segundos.
QRETORNO_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de retorno na ottobacia, em Litros por segundos.
QCONSUMO_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de consumo na ottobacia, em Litros por segundos.

Tabela TB_MATRIZ_OTTO71_72

Nome do Campo	Tipo	Descrição
COBACIA	Número	Código da bacia – códigos Otto Pfafstetter da ottobacia referente aos trechos iniciados por 71 ou 72.
DHN	Texto (50)	Nome da Região Hidrográfica na qual a unidade hidrográfica se localiza.
SUB1	Texto (50)	Nome da Unidade SUB1 na qual a unidade hidrográfica se localiza.
SUB2	Texto (50)	Nome da Unidade SUB2 na qual a unidade hidrográfica se localiza.
ID_CNAE	Número	Código das culturas conforme tipologias definidas pelo CNAE 2.0 e

Nome do Campo	Tipo	Descrição
		ONS modificado.
NOM_NOME	Texto (50)	Nome da cultura.
DATA	Data	Mês de referência para os coeficientes.
COEF_RETIRADA_BAC	Número	Coeficiente de retirada para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
COEF_RETORNO_BAC	Número	Coeficiente de retorno para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
COEF_CONSUMO_BAC	Número	Coeficiente de consumo para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
AREA_IRRIGADA_BAC	Número	Área irrigada estimada para cada cultura na ottobacia, em hectares.
QRETIRADA_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de retirada na ottobacia, em Litros por segundos.
QRETORNO_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de retorno na ottobacia, em Litros por segundos.
QCONSUMO_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de consumo na ottobacia, em Litros por segundos.

Tabela tb_MATRIZ_Otto73_74

Nome do Campo	Tipo	Descrição
COBACIA	Número	Código da bacia – códigos Otto Pfafstetter da ottobacia referente aos trechos iniciados por 73 ou 74.
DHN	Texto (50)	Nome da Região Hidrográfica na qual a unidade hidrográfica se localiza.
SUB1	Texto (50)	Nome da Unidade SUB1 na qual a unidade hidrográfica se localiza.
SUB2	Texto (50)	Nome da Unidade SUB2 na qual a unidade hidrográfica se localiza.
ID_CNAE	Número	Código das culturas conforme tipologias definidas pelo CNAE 2.0 e ONS modificado.
NOM_NOME	Texto (50)	Nome da cultura.
DATA	Data	Mês de referência para os coeficientes.
COEF_RETIRADA_BAC	Número	Coeficiente de retirada para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
COEF_RETORNO_BAC	Número	Coeficiente de retorno para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
COEF_CONSUMO_BAC	Número	Coeficiente de consumo para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
AREA_IRRIGADA_BAC	Número	Área irrigada estimada para cada cultura na ottobacia, em hectares.
QRETIRADA_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de retirada na ottobacia, em Litros por segundos.
QRETORNO_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de retorno na ottobacia, em Litros por segundos.
QCONSUMO_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de consumo na ottobacia, em Litros por segundos.

Tabela tb_MATRIZ_Otto75_76

Nome do Campo	Tipo	Descrição
COBACIA	Número	Código da bacia – códigos Otto Pfafstetter da ottobacia referente aos trechos iniciados por 75 ou 76.
DHN	Texto (50)	Nome da Região Hidrográfica na qual a unidade hidrográfica se localiza.

Nome do Campo	Tipo	Descrição
SUB1	Texto (50)	Nome da Unidade SUB1 na qual a unidade hidrográfica se localiza.
SUB2	Texto (50)	Nome da Unidade SUB2 na qual a unidade hidrográfica se localiza.
ID_CNAE	Número	Código das culturas conforme tipologias definidas pelo CNAE 2.0 e ONS modificado.
NOM_NOME	Texto (50)	Nome da cultura.
DATA	Data	Mês de referência para os coeficientes.
COEF_RETIRADA_BAC	Número	Coeficiente de retirada para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
COEF_RETORNO_BAC	Número	Coeficiente de retorno para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
COEF_CONSUMO_BAC	Número	Coeficiente de consumo para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
AREA_IRRIGADA_BAC	Número	Área irrigada estimada para cada cultura na ottobacia, em hectares.
QRETIRADA_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de retirada na ottobacia, em Litros por segundos.
QRETORNO_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de retorno na ottobacia, em Litros por segundos.
QCONSUMO_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de consumo na ottobacia, em Litros por segundos.

Tabela tb_MATRIZ_Otto77_78_79

Nome do Campo	Tipo	Descrição
COBACIA	Número	Código da bacia – códigos Otto Pfafstetter da ottobacia referente aos trechos iniciados por 77, 78 ou 79.
DHN	Texto (50)	Nome da Região Hidrográfica na qual a unidade hidrográfica se localiza.
SUB1	Texto (50)	Nome da Unidade SUB1 na qual a unidade hidrográfica se localiza.
SUB2	Texto (50)	Nome da Unidade SUB2 na qual a unidade hidrográfica se localiza.
ID_CNAE	Número	Código das culturas conforme tipologias definidas pelo CNAE 2.0 e ONS modificado.
NOM_NOME	Texto (50)	Nome da cultura.
DATA	Data	Mês de referência para os coeficientes.
COEF_RETIRADA_BAC	Número	Coeficiente de retirada para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
COEF_RETORNO_BAC	Número	Coeficiente de retorno para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
COEF_CONSUMO_BAC	Número	Coeficiente de consumo para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
AREA_IRRIGADA_BAC	Número	Área irrigada estimada para cada cultura na ottobacia, em hectares.
QRETIRADA_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de retirada na ottobacia, em Litros por segundos.
QRETORNO_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de retorno na ottobacia, em Litros por segundos.
QCONSUMO_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de consumo na ottobacia, em Litros por segundos.

Tabela TB_MATRIZ_OTTO8

Nome do Campo	Tipo	Descrição

Nome do Campo	Tipo	Descrição
COBACIA	Número	Código da bacia – códigos Otto Pfafstetter da ottobacia referente aos trechos iniciados por 8.
DHN	Texto (50)	Nome da Região Hidrográfica na qual a unidade hidrográfica se localiza.
SUB1	Texto (50)	Nome da Unidade SUB1 na qual a unidade hidrográfica se localiza.
SUB2	Texto (50)	Nome da Unidade SUB2 na qual a unidade hidrográfica se localiza.
ID_CNAE	Número	Código das culturas conforme tipologias definidas pelo CNAE 2.0 e ONS modificado.
NOM_NOME	Texto (50)	Nome da cultura.
DATA	Data	Mês de referência para os coeficientes.
COEF_RETIRADA_BAC	Número	Coeficiente de retirada para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
COEF_RETORNO_BAC	Número	Coeficiente de retorno para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
COEF_CONSUMO_BAC	Número	Coeficiente de consumo para irrigação da cultura na ottobacia, em Litros por segundo por hectare.
AREA_IRRIGADA_BAC	Número	Área irrigada estimada para cada cultura na ottobacia, em hectares.
QRETIRADA_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de retirada na ottobacia, em Litros por segundos.
QRETORNO_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de retorno na ottobacia, em Litros por segundos.
QCONSUMO_BAC	Número	Parcela da estimativa da vazão de consumo na ottobacia, em Litros por segundos.

III.2.6. Relação espacial entre os dados da Agricultura Irrigada e as unidades básicas espaciais

O banco de dados espacial está estruturado de forma a permitir que os dados gerados para os coeficientes de retirada, retorno e consumo para irrigação dos diferentes cultivos pudessem ser relacionados previamente com a unidade básica correspondente aos limites dos municípios e posteriormente com a outra unidade básica correspondente aos limites das ottobacias.

Os procedimentos adotados para a espacialização dos coeficientes de retirada, retorno e consumo para irrigação nas ottobacias consideraram a hipótese de que as áreas irrigadas estão distribuídas de forma uniforme por toda a extensão dos municípios, simplificação que se justifica devido à ausência de um levantamento sistemático que represente espacialmente as áreas irrigadas para todo o Brasil.

Assim para obter os coeficientes de retirada, retorno e consumo para irrigação da cultura c, na ottobacia b e mês m foi criado o fator de proporcionalidade para cada uma das ottobacias, como sendo uma relação entre área da ottobacia b no município i e a área do município i.

$$FP_b = \frac{A_{b,i}}{A_i} \qquad (1)$$

em que: FP_b = Fator de proporcionalidade da ottobacia b, adimensional;

$A_{b,i}$ = área da ottobacia b contida no município i;

A_i = Área do município i.

Com base nos estudos desenvolvidos na etapa anterior deste trabalho e de posse da área irrigada e das vazões de retirada, retorno e consumo para irrigação de cada cultura analisada, em cada mês nos municípios, o cálculo dos três coeficientes nas ottobacias considerou o critério de proporcionalidade da área da bacia localizada no município, sendo determinada pela eq. (4).

Vazão de retirada, retorno e consumo para irrigação da cultura c, na ottobacia b e mês m ($Q_{c,b,m}$), em L/s.

$$Q_{c,b,m} = \sum_{i=1}^{n} \left(Q_{c,i,m} . FP_b \right) \qquad (2)$$

em que: $Q_{c,i,m}$ = Vazão de retirada, retorno e consumo para irrigação da cultura c, no município i e mês m, $L.s^{-1}$;

n = número de municípios interceptados pela ottobacia.

A estimativa destas vazões nas ottobacias seria o equivalente a desenvolver uma superfície de referência uniforme baseando-se na distribuição das vazões para irrigação no município e posterior recorte ponderado para cada ottobacia.

Área irrigada total da cultura c, na ottobacia b e mês m, em ha.

$$Ai_{c,b,m} = \sum_{i=1}^{n} \left(Ai_{c,i,m} . FP_b \right) \qquad (3)$$

em que: $Ai_{c,i,m}$ = Área irrigada total da cultura c, no município i e mês m, em ha;

Coeficiente de retirada, retorno e consumo para irrigação da cultura c, na ottobacia b e mês m ($K_{c,b,m}$), em $L.s^{-1}.ha^{-1}$.

$$K_{c,b,m} = \frac{Q_{c,b,m}}{Ai_{c,b,m}} \qquad (4)$$

A estimativa dos coeficientes de retirada, retorno e consumo para a irrigação nos três níveis de regiões hidrográficas (DHN, SUB1 e SUB2) foi obtida a partir do agrupamento das ottobacias e das respectivas vazões associadas a cada uma das ottobacias, sendo determinada pela eq. (5).

$$K_{RH} = \frac{\sum_{b=1}^{q} Q_{c,b,m}}{\sum_{b=1}^{q} Ai_{c,b,m}} \qquad (5)$$

Uma vez construído os relacionamentos entre municípios e ottobacias, este mesmo procedimento de obtenção dos coeficientes de retirada, retorno e consumo para a irrigação poderá ser adotado em qualquer combinação de seleção dos polígonos das ottobacias para agregar nas diversas unidades de planejamento e gestão de recursos hídricos.

Em função da necessidade de cada usuário ou análise a ser executada é possível agregar os polígonos resultantes do relacionamento espacial entre municípios e ottobacias e assim, realizar as mais diversas combinações de consulta espacial ou tabular a partir dos códigos Otto.

III.2.7. Elaboração da matriz de coeficientes

Durante a análise dos dados para a agricultura irrigada observou-se a impossibilidade de identificar padrões na espacialização e a identificação de possíveis áreas homogêneas de forma a regionalizar os coeficientes da matriz por produtos, levando-se em consideração dois pontos distintos.

Inicialmente, consideraram-se os diferentes regimes hídricos existentes em todo o território nacional que impactam diretamente na ocorrência de épocas distintas de cultivo para as culturas adotadas. Não obstante disso, os tipos de lavouras, perenes e temporárias, adotadas impactam numa grande variabilidade de duração de ciclos vegetativos ocorrendo, inclusive diferenciação para uma mesma cultura, em função da localização geográfica e clima local.

Além disso, os dados do estudo foram baseados no Censo Agropecuário de 2006 do IBGE, o qual atribui as informações disponibilizadas para a sede do município, sem especificar espacialmente em que área deste ocorre agricultura. Desta forma, como os limites das bacias hidrográficas não correspondem aos limites municipais, a porção de terras agricultáveis com uso de irrigação de um determinado município pode fazer parte de uma bacia hidrográfica diferente daquela em que a sede do município esteja situada. Com isso, estar-se-ia atribuindo coeficientes de retirada, retorno e consumo a uma bacia que não possui essa condição.

Portanto, ao ponderar todas essas dificuldades em consonância com a responsabilidade técnica e veracidade da informação, optou-se por não gerar os coeficientes de forma regionalizada.

No entanto, diante da dificuldade de realizar análises estatísticas e espacial dos dados para identificar áreas homogêneas a partir da regionalização das variáveis estudadas, a matriz de coeficientes técnicos de retirada, retorno e consumo mensal de irrigação por cultura foi relacionada e espacializada com a unidade básica correspondente aos limites das ottobacias e, posteriormente, a matriz foi agrupada nos três níveis de regiões hidrográficas propostos pela SRHU, sendo eles: SUB2, SUB1 e DHN.

Amostras dos resultados das matrizes para os coeficientes técnicos de retirada, retorno e consumo para irrigação nos municípios, nas ottobacias, na DHN, na SUB1 e na SUB2 são apresentadas nas Tabelas 12, 13, 14, 15 e 16, respectivamente.

Tabela 12. Amostra dos resultados da matriz de coeficientes técnicos para o município de Arquimedes (RO).

Id município	NOME	UF	id_CNAE	Cultura	Data	Coef retirada	Coef retorno	Coef consumo
1100023	Ariquemes	RO	119901	Abacaxi	Jan	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119901	Abacaxi	Fev	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119901	Abacaxi	Mar	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119901	Abacaxi	Abr	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119901	Abacaxi	Mai	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119901	Abacaxi	Jun	0,142682	0,027695	0,114987
1100023	Ariquemes	RO	119901	Abacaxi	Jul	0,173423	0,033661	0,139761
1100023	Ariquemes	RO	119901	Abacaxi	Ago	0,124975	0,024258	0,100717
1100023	Ariquemes	RO	119901	Abacaxi	Set	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119901	Abacaxi	Out	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119901	Abacaxi	Nov	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119901	Abacaxi	Dez	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000002	Abóbora	Jan	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000002	Abóbora	Fev	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000002	Abóbora	Mar	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000002	Abóbora	Abr	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000002	Abóbora	Mai	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000002	Abóbora	Jun	0,199512	0,038725	0,160786
1100023	Ariquemes	RO	000002	Abóbora	Jul	0,245057	0,047565	0,197491
1100023	Ariquemes	RO	000002	Abóbora	Ago	0,157738	0,030617	0,127121
1100023	Ariquemes	RO	000002	Abóbora	Set	0,044365	0,008611	0,035753
1100023	Ariquemes	RO	000002	Abóbora	Out	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000002	Abóbora	Nov	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000002	Abóbora	Dez	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	133401	Açaí	Jan	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	133401	Açaí	Fev	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	133401	Açaí	Mar	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	133401	Açaí	Abr	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	133401	Açaí	Mai	0,091673	0,01916	0,072513
1100023	Ariquemes	RO	133401	Açaí	Jun	0,325022	0,06793	0,257093
1100023	Ariquemes	RO	133401	Açaí	Jul	0,362779	0,075821	0,286958
1100023	Ariquemes	RO	133401	Açaí	Ago	0,337754	0,070591	0,267164
1100023	Ariquemes	RO	133401	Açaí	Set	0,179515	0,037519	0,141997
1100023	Ariquemes	RO	133401	Açaí	Out	0,027212	0,005687	0,021524
1100023	Ariquemes	RO	133401	Açaí	Nov	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	133401	Açaí	Dez	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000003	Acerola	Jan	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000003	Acerola	Fev	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000003	Acerola	Mar	0	0	0

Id município	NOME	UF	id_CNAE	Cultura	Data	Coef retirada	Coef retorno	Coef consumo
1100023	Ariquemes	RO	000003	Acerola	Abr	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000003	Acerola	Mai	0,091673	0,01916	0,072513
1100023	Ariquemes	RO	000003	Acerola	Jun	0,325022	0,06793	0,257093
1100023	Ariquemes	RO	000003	Acerola	Jul	0,362779	0,075821	0,286958
1100023	Ariquemes	RO	000003	Acerola	Ago	0,337754	0,070591	0,267164
1100023	Ariquemes	RO	000003	Acerola	Set	0,179515	0,037519	0,141997
1100023	Ariquemes	RO	000003	Acerola	Out	0,027212	0,005687	0,021524
1100023	Ariquemes	RO	000003	Acerola	Nov	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000003	Acerola	Dez	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	116401	Amendoim	Jan	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	116401	Amendoim	Fev	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	116401	Amendoim	Mar	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	116401	Amendoim	Abr	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	116401	Amendoim	Mai	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	116401	Amendoim	Jun	0,206481	0,040078	0,166403
1100023	Ariquemes	RO	116401	Amendoim	Jul	0,195376	0,037922	0,157453
1100023	Ariquemes	RO	116401	Amendoim	Ago	0,244291	0,047417	0,196874
1100023	Ariquemes	RO	116401	Amendoim	Set	0,079275	0,015387	0,063888
1100023	Ariquemes	RO	116401	Amendoim	Out	0,040606	0,007882	0,032724
1100023	Ariquemes	RO	116401	Amendoim	Nov	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	116401	Amendoim	Dez	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	111301	Arroz	Jan	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	111301	Arroz	Fev	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	111301	Arroz	Mar	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	111301	Arroz	Abr	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	111301	Arroz	Mai	0,116078	0,022531	0,093547
1100023	Ariquemes	RO	111301	Arroz	Jun	0,407182	0,079034	0,328148
1100023	Ariquemes	RO	111301	Arroz	Jul	0,405589	0,078725	0,326864
1100023	Ariquemes	RO	111301	Arroz	Ago	0,361733	0,070212	0,291521
1100023	Ariquemes	RO	111301	Arroz	Set	0,240046	0,046593	0,193453
1100023	Ariquemes	RO	111301	Arroz	Out	0,065508	0,012715	0,052793
1100023	Ariquemes	RO	111301	Arroz	Nov	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	111301	Arroz	Dez	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	133402	Banana	Jan	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	133402	Banana	Fev	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	133402	Banana	Mar	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	133402	Banana	Abr	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	133402	Banana	Mai	0,159323	0,033299	0,126025
1100023	Ariquemes	RO	133402	Banana	Jun	0,399009	0,083393	0,315616
1100023	Ariquemes	RO	133402	Banana	Jul	0,439531	0,091862	0,347669

Id município	NOME	UF	id_CNAE	Cultura	Data	Coef retirada	Coef retorno	Coef consumo
1100023	Ariquemes	RO	133402	Banana	Ago	0,420991	0,087987	0,333004
1100023	Ariquemes	RO	133402	Banana	Set	0,25873	0,054074	0,204655
1100023	Ariquemes	RO	133402	Banana	Out	0,027212	0,005687	0,021524
1100023	Ariquemes	RO	133402	Banana	Nov	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	133402	Banana	Dez	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119903	Batata-inglesa	Jan	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119903	Batata-inglesa	Fev	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119903	Batata-inglesa	Mar	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119903	Batata-inglesa	Abr	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119903	Batata-inglesa	Mai	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119903	Batata-inglesa	Jun	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119903	Batata-inglesa	Jul	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119903	Batata-inglesa	Ago	0,034043	0,006608	0,027435
1100023	Ariquemes	RO	119903	Batata-inglesa	Set	0,027224	0,005284	0,02194
1100023	Ariquemes	RO	119903	Batata-inglesa	Out	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119903	Batata-inglesa	Nov	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119903	Batata-inglesa	Dez	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	135100	Cacau	Jan	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	135100	Cacau	Fev	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	135100	Cacau	Mar	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	135100	Cacau	Abr	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	135100	Cacau	Mai	0,10854	0,022685	0,085855
1100023	Ariquemes	RO	135100	Cacau	Jun	0,34374	0,071842	0,271898
1100023	Ariquemes	RO	135100	Cacau	Jul	0,382415	0,079925	0,30249
1100023	Ariquemes	RO	135100	Cacau	Ago	0,358528	0,074932	0,283596
1100023	Ariquemes	RO	135100	Cacau	Set	0,200431	0,04189	0,158541
1100023	Ariquemes	RO	135100	Cacau	Out	0,048087	0,01005	0,038036
1100023	Ariquemes	RO	135100	Cacau	Nov	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	135100	Cacau	Dez	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	134200	Café	Jan	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	134200	Café	Fev	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	134200	Café	Mar	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	134200	Café	Abr	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	134200	Café	Mai	0,058209	0,012166	0,046043
1100023	Ariquemes	RO	134200	Café	Jun	0,287588	0,060106	0,227482
1100023	Ariquemes	RO	134200	Café	Jul	0,323508	0,067613	0,255895
1100023	Ariquemes	RO	134200	Café	Ago	0,295965	0,061857	0,234108
1100023	Ariquemes	RO	134200	Café	Set	0,137683	0,028776	0,108907
1100023	Ariquemes	RO	134200	Café	Out	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	134200	Café	Nov	0	0	0

Id município	NOME	UF	id_CNAE	Cultura	Data	Coef retirada	Coef retorno	Coef consumo
1100023	Ariquemes	RO	134200	Café	Dez	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	113000	Cana-de-açucar	Jan	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	113000	Cana-de-açucar	Fev	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	113000	Cana-de-açucar	Mar	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	113000	Cana-de-açucar	Abr	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	113000	Cana-de-açucar	Mai	0,152555	0,029611	0,122944
1100023	Ariquemes	RO	113000	Cana-de-açucar	Jun	0,426993	0,082879	0,344114
1100023	Ariquemes	RO	113000	Cana-de-açucar	Jul	0,472001	0,091615	0,380385
1100023	Ariquemes	RO	113000	Cana-de-açucar	Ago	0,448008	0,086958	0,36105
1100023	Ariquemes	RO	113000	Cana-de-açucar	Set	0,261933	0,050841	0,211092
1100023	Ariquemes	RO	113000	Cana-de-açucar	Out	0,085063	0,016511	0,068552
1100023	Ariquemes	RO	113000	Cana-de-açucar	Nov	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	113000	Cana-de-açucar	Dez	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	133405	Côco	Jan	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	133405	Côco	Fev	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	133405	Côco	Mar	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	133405	Côco	Abr	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	133405	Côco	Mai	0,091673	0,01916	0,072513
1100023	Ariquemes	RO	133405	Côco	Jun	0,325022	0,06793	0,257093
1100023	Ariquemes	RO	133405	Côco	Jul	0,362779	0,075821	0,286958
1100023	Ariquemes	RO	133405	Côco	Ago	0,337754	0,070591	0,267164
1100023	Ariquemes	RO	133405	Côco	Set	0,179515	0,037519	0,141997
1100023	Ariquemes	RO	133405	Côco	Out	0,027212	0,005687	0,021524
1100023	Ariquemes	RO	133405	Côco	Nov	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	133405	Côco	Dez	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119905	Feijão	Jan	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119905	Feijão	Fev	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119905	Feijão	Mar	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119905	Feijão	Abr	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119905	Feijão	Mai	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119905	Feijão	Jun	0,158179	0,030702	0,127476
1100023	Ariquemes	RO	119905	Feijão	Jul	0,314002	0,060948	0,253054
1100023	Ariquemes	RO	119905	Feijão	Ago	0,307075	0,059603	0,247471
1100023	Ariquemes	RO	119905	Feijão	Set	0,043962	0,008533	0,035429
1100023	Ariquemes	RO	119905	Feijão	Out	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119905	Feijão	Nov	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119905	Feijão	Dez	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000015	Goiaba	Jan	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000015	Goiaba	Fev	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000015	Goiaba	Mar	0	0	0

Id município	NOME	UF	id_CNAE	Cultura	Data	Coef retirada	Coef retorno	Coef consumo
1100023	Ariquemes	RO	000015	Goiaba	Abr	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000015	Goiaba	Mai	0,091673	0,01916	0,072513
1100023	Ariquemes	RO	000015	Goiaba	Jun	0,325022	0,06793	0,257093
1100023	Ariquemes	RO	000015	Goiaba	Jul	0,362779	0,075821	0,286958
1100023	Ariquemes	RO	000015	Goiaba	Ago	0,337754	0,070591	0,267164
1100023	Ariquemes	RO	000015	Goiaba	Set	0,179515	0,037519	0,141997
1100023	Ariquemes	RO	000015	Goiaba	Out	0,027212	0,005687	0,021524
1100023	Ariquemes	RO	000015	Goiaba	Nov	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000015	Goiaba	Dez	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	131800	Laranja	Jan	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	131800	Laranja	Fev	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	131800	Laranja	Mar	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	131800	Laranja	Abr	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	131800	Laranja	Mai	0,024745	0,005172	0,019573
1100023	Ariquemes	RO	131800	Laranja	Jun	0,25089	0,052436	0,198454
1100023	Ariquemes	RO	131800	Laranja	Jul	0,284236	0,059405	0,224831
1100023	Ariquemes	RO	131800	Laranja	Ago	0,253828	0,05305	0,200778
1100023	Ariquemes	RO	131800	Laranja	Set	0,095851	0,020033	0,075818
1100023	Ariquemes	RO	131800	Laranja	Out	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	131800	Laranja	Nov	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	131800	Laranja	Dez	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119906	Mandioca	Jan	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119906	Mandioca	Fev	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119906	Mandioca	Mar	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119906	Mandioca	Abr	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119906	Mandioca	Mai	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119906	Mandioca	Jun	0,065199	0,012655	0,052544
1100023	Ariquemes	RO	119906	Mandioca	Jul	0,163646	0,031764	0,131883
1100023	Ariquemes	RO	119906	Mandioca	Ago	0,249875	0,048501	0,201374
1100023	Ariquemes	RO	119906	Mandioca	Set	0,166068	0,032234	0,133834
1100023	Ariquemes	RO	119906	Mandioca	Out	0,022487	0,004365	0,018122
1100023	Ariquemes	RO	119906	Mandioca	Nov	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119906	Mandioca	Dez	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119908	Melancia	Jan	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119908	Melancia	Fev	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119908	Melancia	Mar	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119908	Melancia	Abr	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119908	Melancia	Mai	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119908	Melancia	Jun	0,207646	0,043398	0,164248
1100023	Ariquemes	RO	119908	Melancia	Jul	0,22006	0,045993	0,174068

Id município	NOME	UF	id_CNAE	Cultura	Data	Coef retirada	Coef retorno	Coef consumo
1100023	Ariquemes	RO	119908	Melancia	Ago	0,248119	0,051857	0,196262
1100023	Ariquemes	RO	119908	Melancia	Set	0,175332	0,036644	0,138688
1100023	Ariquemes	RO	119908	Melancia	Out	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119908	Melancia	Nov	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	119908	Melancia	Dez	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	111302	Milho	Jan	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	111302	Milho	Fev	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	111302	Milho	Mar	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	111302	Milho	Abr	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	111302	Milho	Mai	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	111302	Milho	Jun	0,135829	0,026364	0,109464
1100023	Ariquemes	RO	111302	Milho	Jul	0,237983	0,046193	0,191791
1100023	Ariquemes	RO	111302	Milho	Ago	0,352513	0,068423	0,28409
1100023	Ariquemes	RO	111302	Milho	Set	0,147693	0,028667	0,119026
1100023	Ariquemes	RO	111302	Milho	Out	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	111302	Milho	Nov	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	111302	Milho	Dez	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000021	Tangerina	Jan	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000021	Tangerina	Fev	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000021	Tangerina	Mar	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000021	Tangerina	Abr	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000021	Tangerina	Mai	0,024745	0,005172	0,019573
1100023	Ariquemes	RO	000021	Tangerina	Jun	0,25089	0,052436	0,198454
1100023	Ariquemes	RO	000021	Tangerina	Jul	0,284236	0,059405	0,224831
1100023	Ariquemes	RO	000021	Tangerina	Ago	0,253828	0,05305	0,200778
1100023	Ariquemes	RO	000021	Tangerina	Set	0,095851	0,020033	0,075818
1100023	Ariquemes	RO	000021	Tangerina	Out	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000021	Tangerina	Nov	0	0	0
1100023	Ariquemes	RO	000021	Tangerina	Dez	0	0	0

Tabela 13. Amostra dos resultados da matriz de coeficientes técnicos para a ottobacia 8465222.

COBACIA	DHN	SUB1	SUB2	Id CNAE	Cultura	data	Coef Retirada	Coef Retorno	Coef Consumo
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	111301	Arroz	Jan	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	111301	Arroz	Fev	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	111301	Arroz	Mar	0,021868	0,004245	0,017624
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	111301	Arroz	Abr	0,173629	0,033701	0,139928
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	111301	Arroz	Mai	0,131427	0,02551	0,105917
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	111301	Arroz	Jun	0,161115	0,031272	0,129842
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	111301	Arroz	Jul	0,204269	0,039649	0,16462
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	111301	Arroz	Ago	0,298198	0,05788	0,240318
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	111301	Arroz	Set	0,214927	0,041717	0,17321
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	111301	Arroz	Out	0,15272	0,029643	0,123077
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	111301	Arroz	Nov	0,076097	0,01477	0,061327
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	111301	Arroz	Dez	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	134200	Café	Jan	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	134200	Café	Fev	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	134200	Café	Mar	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	134200	Café	Abr	0,133773	0,027959	0,105814
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	134200	Café	Mai	0,10287	0,0215	0,08137
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	134200	Café	Jun	0,11975	0,025028	0,094722
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	134200	Café	Jul	0,156126	0,03263	0,123496
8465222	Região	TIETÊ	TIETÊ 04	134200	Café	Ago	0,234356	0,04898	0,185376

COBACIA	DHN	SUB1	SUB2	Id CNAE	Cultura	data	Coef Retirada	Coef Retorno	Coef Consumo
	Hidrográfica do Paraná								
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	134200	Café	Set	0,174574	0,036486	0,138088
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	134200	Café	Out	0,101862	0,021289	0,080573
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	134200	Café	Nov	0,037034	0,00774	0,029294
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	134200	Café	Dez	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	113000	Cana-de-açucar	Jan	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	113000	Cana-de-açucar	Fev	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	113000	Cana-de-açucar	Mar	0,084907	0,01648	0,068427
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	113000	Cana-de-açucar	Abr	0,257761	0,050031	0,207729
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	113000	Cana-de-açucar	Mai	0,198205	0,038472	0,159734
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	113000	Cana-de-açucar	Jun	0,20791	0,040355	0,167555
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	113000	Cana-de-açucar	Jul	0,254965	0,049489	0,205476
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	113000	Cana-de-açucar	Ago	0,366366	0,071112	0,295254
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	113000	Cana-de-açucar	Set	0,308972	0,059971	0,249001
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	113000	Cana-de-açucar	Out	0,220227	0,042746	0,177481
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	113000	Cana-de-açucar	Nov	0,144014	0,027953	0,116061
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	113000	Cana-de-açucar	Dez	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	119905	Feijão	Jan	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	119905	Feijão	Fev	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	119905	Feijão	Mar	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica	TIETÊ	TIETÊ 04	119905	Feijão	Abr	0,061402	0,011918	0,049484

COBACIA	DHN	SUB1	SUB2	Id CNAE	Cultura	data	Coef Retirada	Coef Retorno	Coef Consumo
	do Paraná								
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	119905	Feijão	Mai	0,047868	0,009291	0,038577
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	119905	Feijão	Jun	0,085109	0,01652	0,068589
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	119905	Feijão	Jul	0,147811	0,02869	0,119121
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	119905	Feijão	Ago	0,217817	0,042278	0,175539
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	119905	Feijão	Set	0,05811	0,011279	0,046831
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	119905	Feijão	Out	0,009956	0,001933	0,008024
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	119905	Feijão	Nov	0,008866	0,001721	0,007145
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	119905	Feijão	Dez	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	131800	Laranja	Jan	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	131800	Laranja	Fev	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	131800	Laranja	Mar	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	131800	Laranja	Abr	0,107931	0,022557	0,085373
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	131800	Laranja	Mai	0,080287	0,01678	0,063507
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	131800	Laranja	Jun	0,106437	0,022245	0,084192
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	131800	Laranja	Jul	0,145745	0,030461	0,115284
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	131800	Laranja	Ago	0,214524	0,044836	0,169689
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	131800	Laranja	Set	0,156106	0,032626	0,12348
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	131800	Laranja	Out	0,068665	0,014351	0,054314
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	131800	Laranja	Nov	0,004998	0,001045	0,003953
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	131800	Laranja	Dez	0	0	0

COBACIA	DHN	SUB1	SUB2	Id CNAE	Cultura	data	Coef Retirada	Coef Retorno	Coef Consumo
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	119906	Mandioca	Jan	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	119906	Mandioca	Fev	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	119906	Mandioca	Mar	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	119906	Mandioca	Abr	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	119906	Mandioca	Mai	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	119906	Mandioca	Jun	0,032197	0,006249	0,025948
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	119906	Mandioca	Jul	0,093157	0,018082	0,075075
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	119906	Mandioca	Ago	0,197395	0,038314	0,159081
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	119906	Mandioca	Set	0,138446	0,026872	0,111574
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	119906	Mandioca	Out	0,063651	0,012355	0,051297
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	119906	Mandioca	Nov	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	119906	Mandioca	Dez	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	111302	Milho	Jan	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	111302	Milho	Fev	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	111302	Milho	Mar	0	0	0
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	111302	Milho	Abr	0,038534	0,007479	0,031055
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	111302	Milho	Mai	0,04114	0,007985	0,033154
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	111302	Milho	Jun	0,120367	0,023363	0,097004
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	111302	Milho	Jul	0,183538	0,035625	0,147913
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	111302	Milho	Ago	0,19775	0,038383	0,159367
8465222	Região	TIETÊ	TIETÊ 04	111302	Milho	Set	0,005769	0,00112	0,004649

COBACIA	DHN	SUB1	SUB2	Id CNAE	Cultura	data	Coef Retirada	Coef Retorno	Coef Consumo
	Hidrográfica do Paraná								
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	111302	Milho	Out	0,067803	0,013161	0,054643
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	111302	Milho	Nov	0,001753	0,00034	0,001413
8465222	Região Hidrográfica do Paraná	TIETÊ	TIETÊ 04	111302	Milho	Dez	0	0	0

Tabela 14. Amostra dos resultados da matriz de coeficientes técnicos do alho para a Região Hidrográfica do Parnaíba.

DHN	id_CNAE	Cultura	data	Coef retirada	Coef retorno	Coef consumo
Região Hidrográfica do Parnaíba	119902	Alho	Jan	0,00427	0,000829	0,003444
Região Hidrográfica do Parnaíba	119902	Alho	Fev	0,03557	0,006904	0,028665
Região Hidrográfica do Parnaíba	119902	Alho	Mar	0,00369	0,000716	0,002975
Região Hidrográfica do Parnaíba	119902	Alho	Abr	0,08656	0,016802	0,06976
Região Hidrográfica do Parnaíba	119902	Alho	Mai	0,34757	0,067462	0,280103
Região Hidrográfica do Parnaíba	119902	Alho	Jun	0,46634	0,090516	0,375822
Região Hidrográfica do Parnaíba	119902	Alho	Jul	0,51931	0,100798	0,418513
Região Hidrográfica do Parnaíba	119902	Alho	Ago	0,70524	0,136888	0,568355
Região Hidrográfica do Parnaíba	119902	Alho	Set	0,71117	0,138037	0,573129
Região Hidrográfica do Parnaíba	119902	Alho	Out	0,46221	0,089715	0,372494
Região Hidrográfica do Parnaíba	119902	Alho	Nov	0,41761	0,081058	0,336551
Região Hidrográfica do Parnaíba	119902	Alho	Dez	0,21527	0,041784	0,173487

Tabela 15. Amostra dos resultados da matriz de coeficientes técnicos da Ervilha e Feijão para a unidade hidrográfica IBICUI - SUB1.

SUB1	DHN	id_CNAE	Cultura	data	Coef retirada	Coef retorno	Coef consumo
IBICUI	Região Hidrográfica do URUGUAI	000010	Ervilha	Jan	0,162671	0,031574	0,131096
IBICUI	Região Hidrográfica do URUGUAI	000010	Ervilha	Fev	0,0000133	0,00000258	0,0000107
IBICUI	Região Hidrográfica do URUGUAI	000010	Ervilha	Mar	0	0	0
IBICUI	Região Hidrográfica do URUGUAI	000010	Ervilha	Abr	0	0	0
IBICUI	Região Hidrográfica do URUGUAI	000010	Ervilha	Mai	0	0	0
IBICUI	Região Hidrográfica do URUGUAI	000010	Ervilha	Jun	0	0	0
IBICUI	Região Hidrográfica do URUGUAI	000010	Ervilha	Jul	0	0	0
IBICUI	Região Hidrográfica do URUGUAI	000010	Ervilha	Ago	0	0	0
IBICUI	Região Hidrográfica do URUGUAI	000010	Ervilha	Set	0	0	0
IBICUI	Região Hidrográfica do URUGUAI	000010	Ervilha	Out	0	0	0
IBICUI	Região Hidrográfica do	000010	Ervilha	Nov	0,070814	0,013745	0,057069

	URUGUAI						
IBICUI	Região Hidrográfica do URUGUAI	000010	Ervilha	Dez	0,185371	0,035981	0,149391
IBICUI	Região Hidrográfica do URUGUAI	119905	Feijão	Jan	0	0	0
IBICUI	Região Hidrográfica do URUGUAI	119905	Feijão	Fev	0	0	0
IBICUI	Região Hidrográfica do URUGUAI	119905	Feijão	Mar	0,002103	0,000408	0,001695
IBICUI	Região Hidrográfica do URUGUAI	119905	Feijão	Abr	0	0	0
IBICUI	Região Hidrográfica do URUGUAI	119905	Feijão	Mai	0	0	0
IBICUI	Região Hidrográfica do URUGUAI	119905	Feijão	Jun	0	0	0
IBICUI	Região Hidrográfica do URUGUAI	119905	Feijão	Jul	0	0	0
IBICUI	Região Hidrográfica do URUGUAI	119905	Feijão	Ago	0,000222	0,000043	0,000179
IBICUI	Região Hidrográfica do URUGUAI	119905	Feijão	Set	0	0	0
IBICUI	Região Hidrográfica do URUGUAI	119905	Feijão	Out	0,0000162	0,00000314	0,000013
IBICUI	Região Hidrográfica do URUGUAI	119905	Feijão	Nov	0,10339	0,020068	0,083322
IBICUI	Região Hidrográfica do URUGUAI	119905	Feijão	Dez	0	0	0

Tabela 16 Amostra dos resultados da matriz de coeficientes técnicos do abacaxi para a unidade hidrográfica UACA - SUB2.

SUB2	DHN	SUB1	id_CNAE	Cultura	data	Coef retirada	Coef retorno	Coef consumo
UACA	Região Hidrográfica Amazônica	AMAPÁ LITORAL	119901	Abacaxi	Jan	0	0	0
UACA	Região Hidrográfica Amazônica	AMAPÁ LITORAL	119901	Abacaxi	Fev	0	0	0
UACA	Região Hidrográfica Amazônica	AMAPÁ LITORAL	119901	Abacaxi	Mar	0	0	0
UACA	Região Hidrográfica Amazônica	AMAPÁ LITORAL	119901	Abacaxi	Abr	0	0	0
UACA	Região Hidrográfica Amazônica	AMAPÁ LITORAL	119901	Abacaxi	Mai	0	0	0
UACA	Região Hidrográfica Amazônica	AMAPÁ LITORAL	119901	Abacaxi	Jun	0	0	0
UACA	Região Hidrográfica Amazônica	AMAPÁ LITORAL	119901	Abacaxi	Jul	0	0	0
UACA	Região Hidrográfica Amazônica	AMAPÁ LITORAL	119901	Abacaxi	Ago	0	0	0
UACA	Região Hidrográfica Amazônica	AMAPÁ LITORAL	119901	Abacaxi	Set	0,152476	0,029596	0,122881
UACA	Região Hidrográfica Amazônica	AMAPÁ LITORAL	119901	Abacaxi	Out	0,109618	0,021277	0,088341
UACA	Região Hidrográfica Amazônica	AMAPÁ LITORAL	119901	Abacaxi	Nov	0	0	0
UACA	Região Hidrográfica Amazônica	AMAPÁ LITORAL	119901	Abacaxi	Dez	0	0	0

III.3. Exemplos aplicados de uso das matrizes

A obtenção de informações resultantes da agregação dos polígonos das bacias em diferentes unidades hidrográficas poderá ocorrer a partir da manipulação dos elementos gráficos e da tabela de atributos da base de bacias em programa de Sistema de Informações Geográficas, assim como pela manipulação das tabelas a partir de filtros e/ou comandos SQL no ACCESS.

Os dados das matrizes referentes aos municípios e ottobacias não foram incluídos como atributos das bases espaciais de município, ottobacias, DHN, SUB1 e SUB2, sejam nos arquivos *shapefiles* ou no *personal geodatabase*, uma vez que para cada unidade espacial existem múltiplos relacionamentos em função das combinações possíveis de consulta por cultura e data.

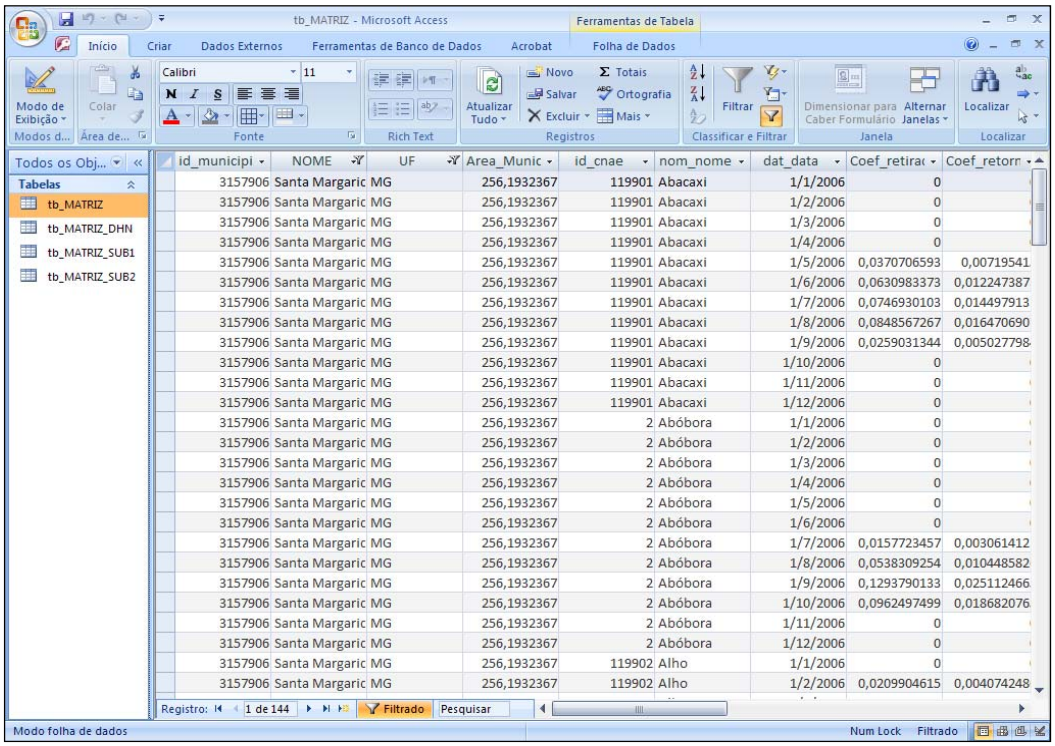
A seguir foram elaborados alguns exemplos de consultas no banco de dados ACCESS e na ferramenta de SIG.

a) Seleção dos coeficientes do café para o município de Santa Margarida-MG.

a.1) Abra o banco de dados Matriz.mdb no ACCESS;

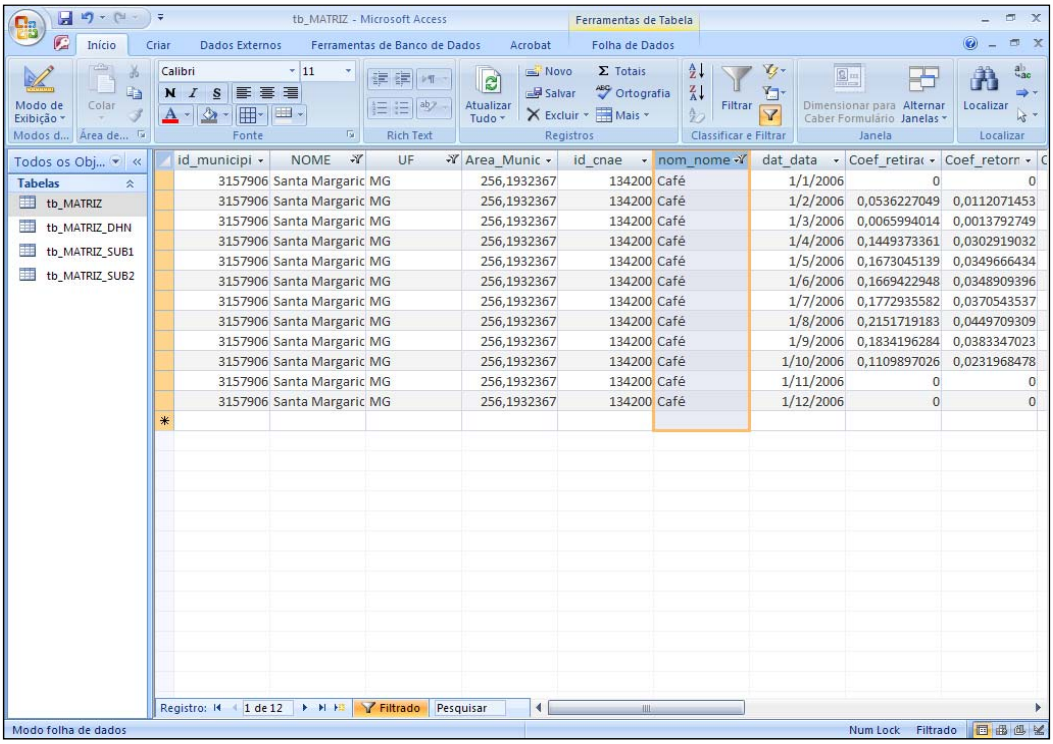
a.2) Abra a tabela tb_MATRIZ;

a.3) Utilize a ferramenta de filtro para selecionar no campo UF "Minas Gerais" e posteriormente no campo NOME o município "Santa Margarida";



id_municipi	NOME	UF	Area_Munic	id_cnae	nom_nome	dat_data	Coef_retirac	Coef_retorn
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	119901	Abacaxi	1/1/2006	0	
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	119901	Abacaxi	1/2/2006	0	
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	119901	Abacaxi	1/3/2006	0	
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	119901	Abacaxi	1/4/2006	0	
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	119901	Abacaxi	1/5/2006	0,0370706593	0,00719541
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	119901	Abacaxi	1/6/2006	0,0630983373	0,012247387
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	119901	Abacaxi	1/7/2006	0,0746930103	0,014497913
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	119901	Abacaxi	1/8/2006	0,0848567267	0,016470690
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	119901	Abacaxi	1/9/2006	0,0259031344	0,005027798
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	119901	Abacaxi	1/10/2006	0	
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	119901	Abacaxi	1/11/2006	0	
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	119901	Abacaxi	1/12/2006	0	
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	2	Abóbora	1/1/2006	0	
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	2	Abóbora	1/2/2006	0	
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	2	Abóbora	1/3/2006	0	
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	2	Abóbora	1/4/2006	0	
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	2	Abóbora	1/5/2006	0	
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	2	Abóbora	1/6/2006	0	
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	2	Abóbora	1/7/2006	0,0157723457	0,003061412
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	2	Abóbora	1/8/2006	0,0538309254	0,010448582
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	2	Abóbora	1/9/2006	0,1293790133	0,025112466
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	2	Abóbora	1/10/2006	0,0962497499	0,018682076
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	2	Abóbora	1/11/2006	0	
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	2	Abóbora	1/12/2006	0	
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	119902	Alho	1/1/2006	0	
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	119902	Alho	1/2/2006	0,0209904615	0,004074248

a.4) Utilize a ferramenta de filtro para selecionar no campo NOM_NOME a cultura "Café";



id_municipi	NOME	UF	Area_Munic	id_cnae	nom_nome	dat_data	Coef_retirac	Coef_retorn
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	134200	Café	1/1/2006	0	0
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	134200	Café	1/2/2006	0,0536227049	0,0112071453
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	134200	Café	1/3/2006	0,0065994014	0,0013792749
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	134200	Café	1/4/2006	0,1449373361	0,0302919032
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	134200	Café	1/5/2006	0,1673045139	0,0349666434
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	134200	Café	1/6/2006	0,1669422948	0,0348909396
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	134200	Café	1/7/2006	0,1772935582	0,0370543537
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	134200	Café	1/8/2006	0,2151719183	0,0449709309
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	134200	Café	1/9/2006	0,1834196284	0,0383347023
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	134200	Café	1/10/2006	0,1109897026	0,0231968478
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	134200	Café	1/11/2006	0	0
3157906	Santa Margaric	MG	256,1932367	134200	Café	1/12/2006	0	0

a.5) Observe a relação dos coeficientes do café para o município de Santa Margarida-MG em cada um dos meses.

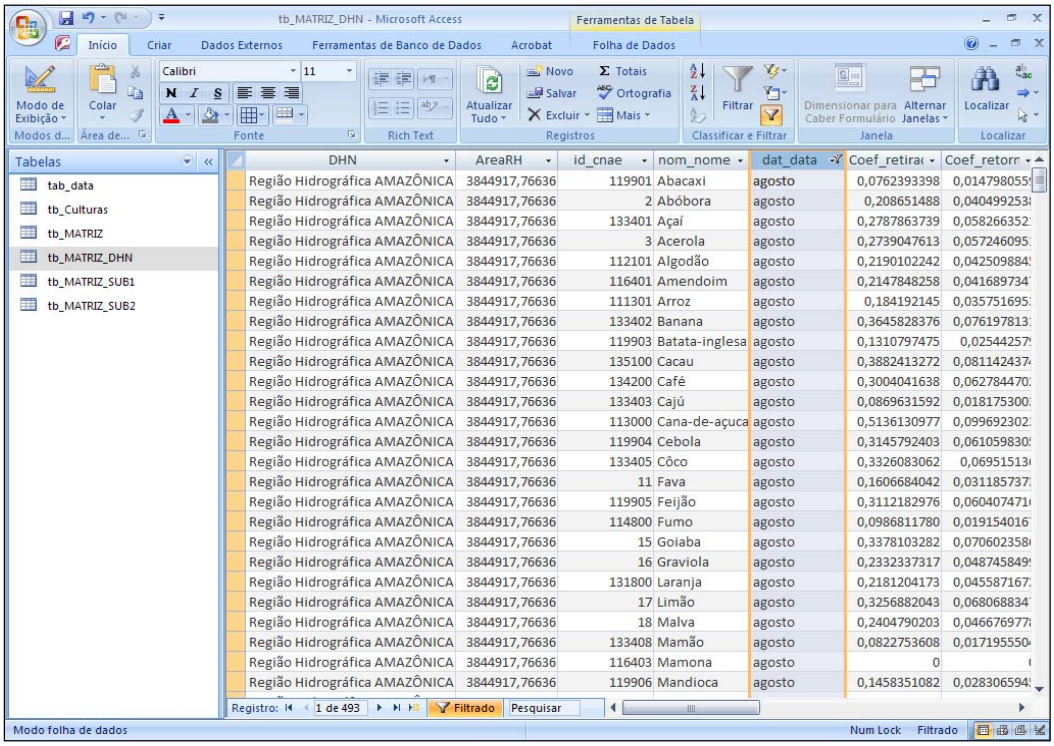
OBS: Note que em todos os campos filtrados aparece um funil ao lado do nome do campo ( ). Isto é um demonstrativo de quais filtros estão ativados. Para desativá-los basta clicar sobre o triângulo e selecionar Limpar filtro de dat_data.

b) Seleção dos coeficientes para o mês de agosto na Região Hidrográfica do PARNAÍBA.

b.1) Abra o banco de dados Matriz.mdb no ACCESS;

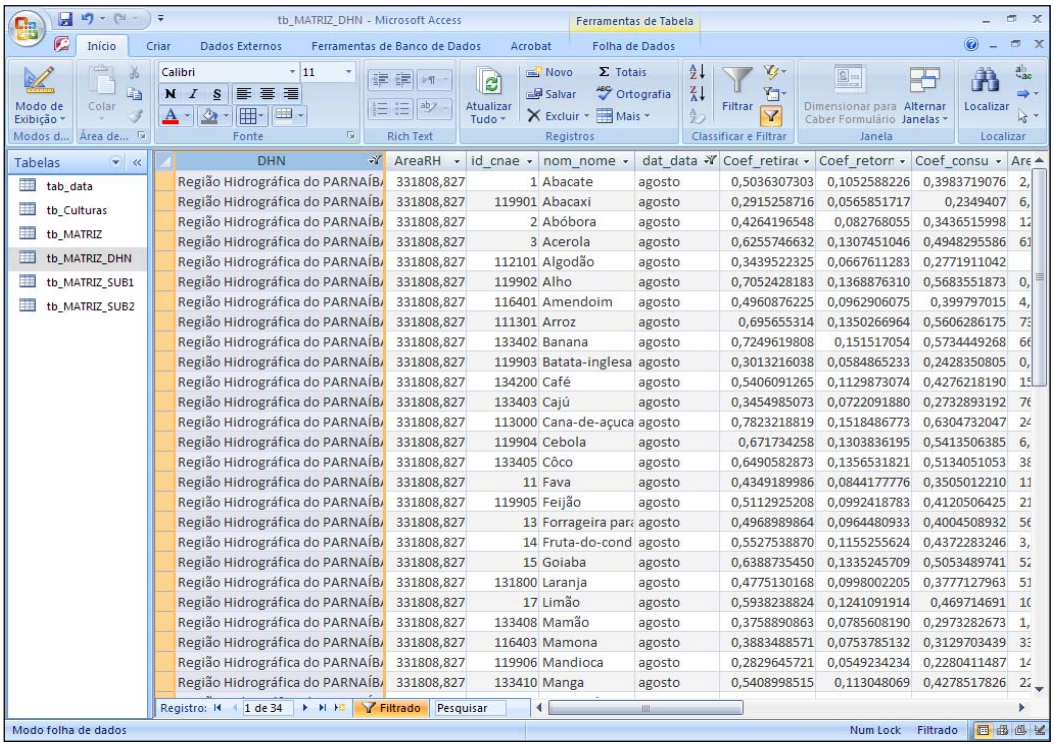
b.2) Abra a tabela tb_MATRIZ_DHN;

b.3) Utilize a ferramenta de filtro para selecionar no campo DAT_DATA o mês "Agosto";



DHN	AreaRH	id_cnae	nom_nome	dat_data	Coef_retirac	Coef_retorn
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	119901	Abacaxi	agosto	0,0762393398	0,014798055
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	2	Abóbora	agosto	0,208651488	0,040499253
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	133401	Açaí	agosto	0,2787863739	0,058266352
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	3	Acerola	agosto	0,2739047613	0,057246095
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	112101	Algodão	agosto	0,2190102242	0,042509884
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	116401	Amendoim	agosto	0,2147848258	0,041689734
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	111301	Arroz	agosto	0,184192145	0,035751695
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	133402	Banana	agosto	0,3645828376	0,076197813
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	119903	Batata-inglesa	agosto	0,1310797475	0,02544257
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	135100	Cacau	agosto	0,3882413272	0,081142437
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	134200	Café	agosto	0,3004041638	0,062784470
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	133403	Cajú	agosto	0,0869631592	0,018175300
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	113000	Cana-de-açuca	agosto	0,5136130977	0,099692302
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	119904	Cebola	agosto	0,3145792403	0,061059830
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	133405	Côco	agosto	0,3326083062	0,069515136
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	11	Fava	agosto	0,1606684042	0,031185737
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	119905	Feijão	agosto	0,3112182976	0,060407471
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	114800	Fumo	agosto	0,0986811780	0,019154016
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	15	Goiaba	agosto	0,3378103282	0,070602358
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	16	Graviola	agosto	0,2332337317	0,048745849
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	131800	Laranja	agosto	0,2181204173	0,045587167
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	17	Limão	agosto	0,3256882043	0,068068834
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	18	Malva	agosto	0,2404790203	0,046676977
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	133408	Mamão	agosto	0,0822753608	0,017195550
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	116403	Mamona	agosto	0	
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,76636	119906	Mandioca	agosto	0,1458351082	0,028306594

b.4) Utilize a ferramenta de filtro para selecionar no campo DHN a "Região Hidrográfica do PARNAÍBA";



DHN	AreaRH	id_cnae	nom_nome	dat_data	Coef_retirac	Coef_retorn	Coef_consu	Are
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	1	Abacate	agosto	0,5036307303	0,1052588226	0,3983719076	2,
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	119901	Abacaxi	agosto	0,2915258716	0,0565851717	0,2349407	6,
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	2	Abóbora	agosto	0,4264196548	0,082768055	0,3436515998	12
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	3	Acerola	agosto	0,6255746632	0,1307451046	0,4948295586	61
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	112101	Algodão	agosto	0,3439522325	0,0667611283	0,2771911042	
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	119902	Alho	agosto	0,7052428183	0,1368876310	0,5683551873	0,
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	116401	Amendoim	agosto	0,4960876225	0,0962906075	0,399797015	4,
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	111301	Arroz	agosto	0,695655314	0,1350266964	0,5606286175	73
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	133402	Banana	agosto	0,7249619808	0,151517054	0,5734449268	66
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	119903	Batata-inglesa	agosto	0,3013216038	0,0584865233	0,2428350805	0,
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	134200	Café	agosto	0,5406091265	0,1129873074	0,4276218190	15
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	133403	Cajú	agosto	0,3454985073	0,0722091880	0,2732893192	76
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	113000	Cana-de-açuca	agosto	0,7823218819	0,1518486773	0,6304732047	24
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	119904	Cebola	agosto	0,671734258	0,1303836195	0,5413506385	6,
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	133405	Côco	agosto	0,6490582873	0,1356531821	0,5134051053	38
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	11	Fava	agosto	0,4349189986	0,0844177776	0,3505012210	11
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	119905	Feijão	agosto	0,5112925208	0,0992418783	0,4120506425	21
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	13	Forrageira para	agosto	0,4968989864	0,0964480933	0,4004508932	56
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	14	Fruta-do-cond	agosto	0,5527538870	0,1155255624	0,4372283246	3,
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	15	Goiaba	agosto	0,6388735450	0,1335245709	0,5053489741	52
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	131800	Laranja	agosto	0,4775130168	0,0998002205	0,3777127963	51
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	17	Limão	agosto	0,5938238824	0,1241091914	0,469714691	10
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	133408	Mamão	agosto	0,3758890863	0,0785608190	0,2973282673	1,
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	116403	Mamona	agosto	0,3883488571	0,0753785132	0,3129703439	33
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	119906	Mandioca	agosto	0,2829645721	0,0549234234	0,2280411487	14
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,827	133410	Manga	agosto	0,5408998515	0,113048069	0,4278517826	22

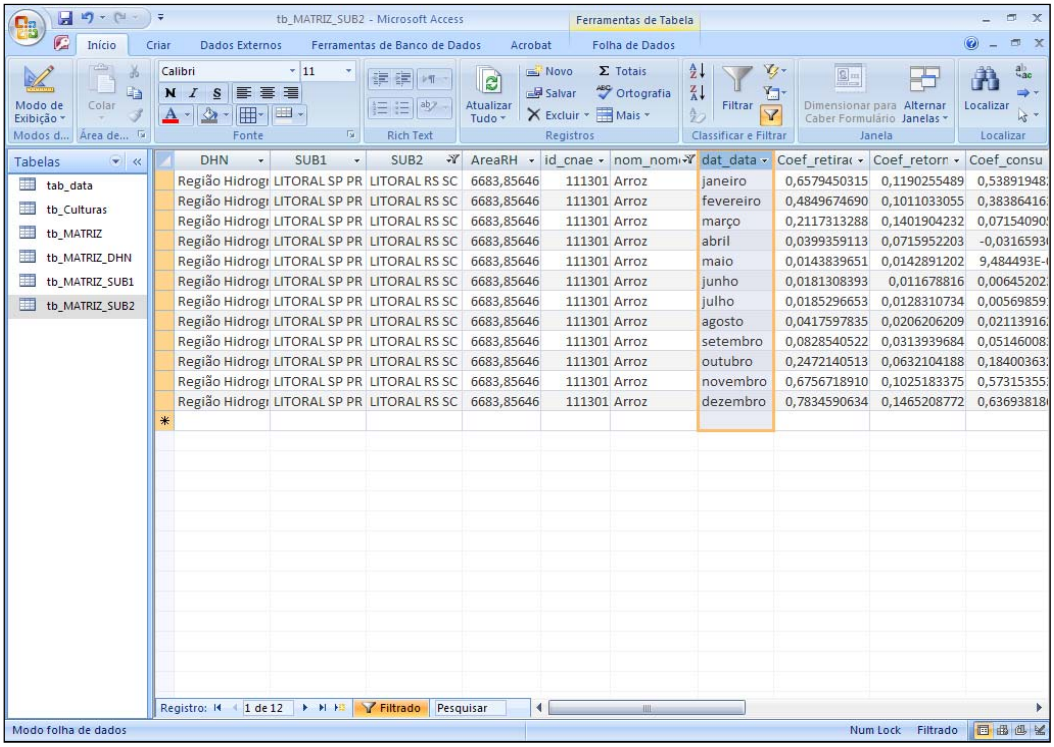
b.5) Observe a relação dos coeficientes das diferentes culturas para o mês de agosto na Região Hidrográfica do PARNAÍBA.

c) Seleção dos coeficientes para o arroz na SUB 2 LITORAL RS SC 02.

c.1) Abra o banco de dados Matriz.mdb no ACCESS;

c.2) Abra a tabela tb_MATRIZ_SUB2;

c.3) Utilize a ferramenta de filtro para selecionar no campo NOM_NOME a cultura "Arroz" e posteriormente no campo SUB2 a região "LITORAL RS SC 02".



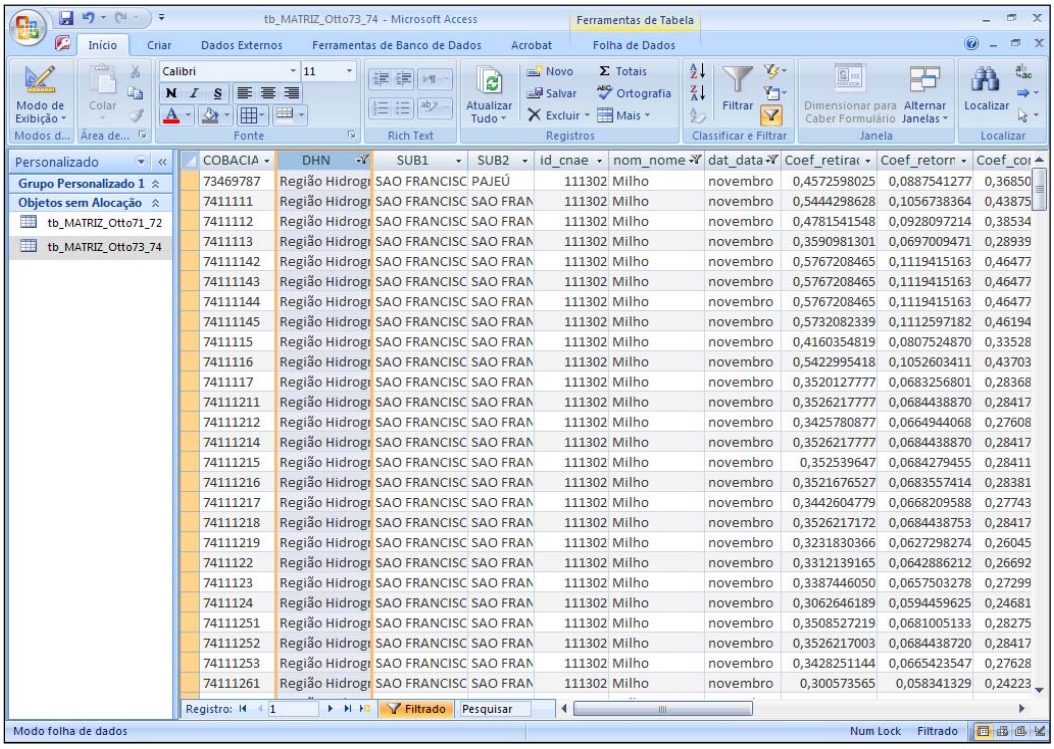
DHN	SUB1	SUB2	AreaRH	id_cnae	nom_nom	dat_data	Coef_retira	Coef_retorn	Coef_consu
Região Hidrogr	LITORAL SP PR	LITORAL RS SC	6683,85646	111301	Arroz	janeiro	0,6579450315	0,1190255489	0,53891948
Região Hidrogr	LITORAL SP PR	LITORAL RS SC	6683,85646	111301	Arroz	fevereiro	0,4849674690	0,1011033055	0,38386416
Região Hidrogr	LITORAL SP PR	LITORAL RS SC	6683,85646	111301	Arroz	março	0,2117313288	0,1401904232	0,07154090
Região Hidrogr	LITORAL SP PR	LITORAL RS SC	6683,85646	111301	Arroz	abril	0,0399359113	0,0715952203	-0,0316593
Região Hidrogr	LITORAL SP PR	LITORAL RS SC	6683,85646	111301	Arroz	maio	0,0143839651	0,0142891202	9,484493E-
Região Hidrogr	LITORAL SP PR	LITORAL RS SC	6683,85646	111301	Arroz	junho	0,0181308393	0,011678816	0,00645202
Região Hidrogr	LITORAL SP PR	LITORAL RS SC	6683,85646	111301	Arroz	julho	0,0185296653	0,0128310734	0,00569859
Região Hidrogr	LITORAL SP PR	LITORAL RS SC	6683,85646	111301	Arroz	agosto	0,0417597835	0,0206206209	0,02113916
Região Hidrogr	LITORAL SP PR	LITORAL RS SC	6683,85646	111301	Arroz	setembro	0,0828540522	0,0313939684	0,05146008
Região Hidrogr	LITORAL SP PR	LITORAL RS SC	6683,85646	111301	Arroz	outubro	0,2472140513	0,0632104188	0,18400363
Região Hidrogr	LITORAL SP PR	LITORAL RS SC	6683,85646	111301	Arroz	novembro	0,6756718910	0,1025183375	0,57315355
Região Hidrogr	LITORAL SP PR	LITORAL RS SC	6683,85646	111301	Arroz	dezembro	0,7834590634	0,1465208772	0,63693818

d) Seleção dos coeficientes para o milho no mês de novembro e nas ottobacias da Região Hidrográfica do SÃO FRANCISCO.

d.1) Abra o banco de dados Matriz-Otto71_74.mdb no ACCESS;

d.2) Abra a tabela tb_MATRIZ_Otto73_74;

d.3) Utilize a ferramenta de filtro para selecionar no campo NOM_NOME a cultura "Milho", no campo DAT_DATA o mês "Novembro" e posteriormente no campo DHN a "Região Hidrográfica do SÃO FRANCISCO".



COBACIA	DHN	SUB1	SUB2	id_cnae	nom_nome	dat_data	Coef_retira	Coef_retorn	Coef_co
73469787	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	PAJEÚ	111302	Milho	novembro	0,4572598025	0,0887541277	0,36850
7411111	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,5444298628	0,1056738364	0,43875
7411112	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,4781541548	0,0928097214	0,38534
7411113	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,3590981301	0,0697009471	0,28939
74111142	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,5767208465	0,1119415163	0,46477
74111143	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,5767208465	0,1119415163	0,46477
74111144	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,5767208465	0,1119415163	0,46477
74111145	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,5732082339	0,1112597182	0,46194
7411115	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,4160354819	0,0807524870	0,33528
7411116	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,5422995418	0,1052603411	0,43703
7411117	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,3520127777	0,0683256801	0,28368
74111211	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,3526217777	0,0684438870	0,28417
74111212	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,3425780877	0,0664944068	0,27608
74111214	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,3526217777	0,0684438870	0,28417
74111215	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,352539647	0,0684279455	0,28411
74111216	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,3521676527	0,0683557414	0,28381
74111217	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,3442604779	0,0668209588	0,27743
74111218	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,3526217172	0,0684438753	0,28417
74111219	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,3231830366	0,0627298274	0,26045
7411122	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,3312139165	0,0642886212	0,26692
7411123	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,3387446050	0,0657503278	0,27299
7411124	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,3062646189	0,0594459625	0,24681
74111251	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,3508527219	0,0681005133	0,28275
74111252	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,3526217003	0,0684438720	0,28417
74111253	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,3428251144	0,0665423547	0,27628
74111261	Região Hidrogr	SAO FRANCISC	SAO FRAN	111302	Milho	novembro	0,300573565	0,058341329	0,24223

e) Cálculo dos coeficientes para a bacia do Rio Manhuaçu (Bacia do Rio Doce) a partir dos valores espacializados nas ottobacias.

De acordo com a base Otto hidrorreferenciada da ANA, a bacia do Rio Manhuaçu possui o código 762.

e.1) Abra o banco de dados Matriz-Otto75_79.mdb no ACCESS;

e.2) Crie a consulta **vw_Rio Manhuacu** para selecionar no campo COBACIA todos os polígonos otto com o código iniciado por 762 que corresponde as ottobacias da bacia do rio Manhuaçu.

As consultas exemplificadas neste capítulo podem ser realizadas em qualquer versão do ACCESS, porém o exemplo a seguir foi elaborado utilizando o banco de dados MS ACCESS versão 2007.

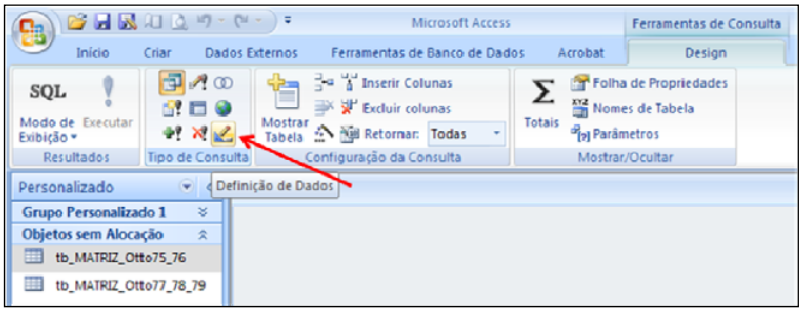
A consulta deverá ser realizada acessando a aba "**FERRAMENTAS DE BANCO DE DADOS**" do ACCESS. Para efetuar essa consulta siga os seguintes passos:

1. Na **BARRA DE MENSAGENS**, clique em **OPÇÕES** e, em seguida, clique em **HABILITAR ESTE CONTEÚDO**;

2. Na guia Criar, no grupo **OUTRO**, clique em **DESIGN DE CONSULTA**;

3. Feche a caixa de diálogo **MOSTRAR TABELA**;

4. Na guia **DESIGN**, no grupo **TIPO DE CONSULTA**, clique em **DEFINIÇÃO DE DADOS** ( );

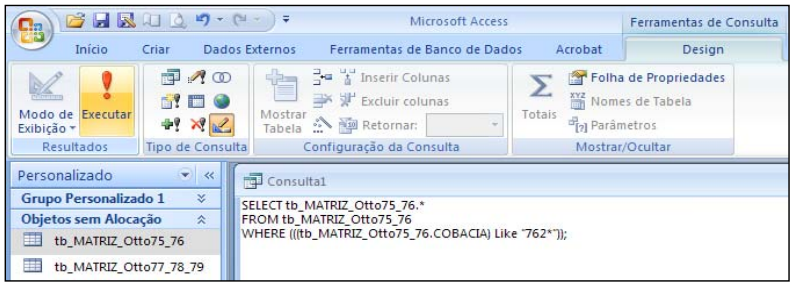


A grade de **DESIGN** fica oculta e a guia de objeto Modo SQL é exibida.

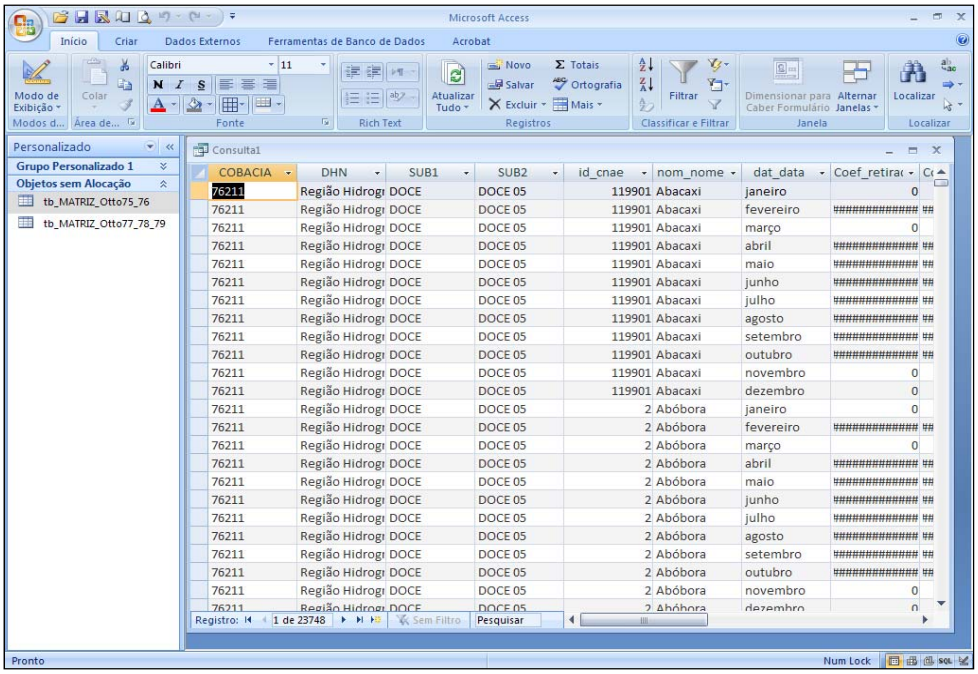
5. Digite a instrução SQL conforme exemplo apresentado a seguir:

```
SELECT tb_MATRIZ_Otto75_76.*
FROM tb_MATRIZ_Otto75_76
WHERE (((tb_MATRIZ_Otto75_76.COBACIA) Like "762*"));
```

6. Na guia **DESIGN**, no grupo **RESULTADOS**, clique em **EXECUTAR**.



Após o processamento da consulta aparecerá a tabela a seguir como resultado:



A partir do resultado anterior, salve a tabela do tipo *view*como **vw_Rio Manuacu** para que a próxima consulta seja efetuada, como segue:

e.3) Criando a tabela **tb_Rio Manhuaçu**: Para obter os coeficientes de retirada, retorno e consumo mensais para as culturas na bacia do rio Manhuaçu agregando os valores espacializados nos polígonos Otto, deve-se seguir o passo-a-passo anterior alterando o exemplo da consulta apresentada anteriormente pelo comando SQL a seguir. Note que a *view* **vw_Rio Manhuacu** deverá estar **selecionada**.

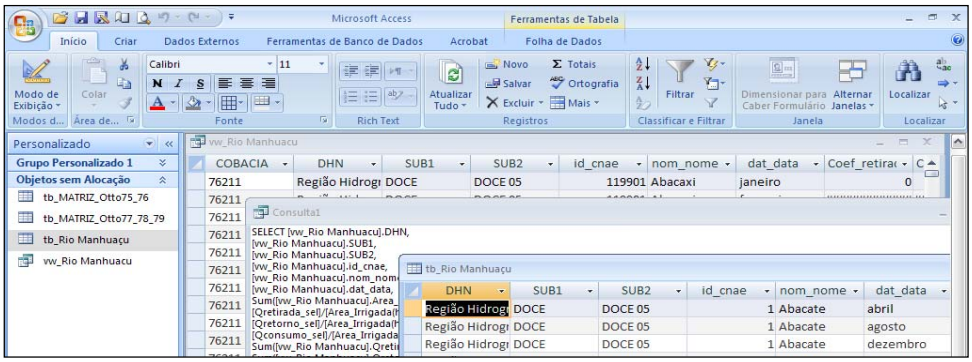
Exemplo de comando SQL:

```
SELECT [vw_Rio Manhuacu].DHN,
       [vw_Rio Manhuacu].SUB1,
       [vw_Rio Manhuacu].SUB2,
       [vw_Rio Manhuacu].id_cnae,
       [vw_Rio Manhuacu].nom_nome,
       [vw_Rio Manhuacu].dat_data,
       Sum([vw_Rio Manhuacu].Area_Irrigada_bac) AS [Area_Irrigada(ha)],
       [Qretirada_sel]/[Area_Irrigada(ha)] AS Coef_retirada_sel,
       [Qretorno_sel]/[Area_Irrigada(ha)] AS Coef_retorno_sel,
       [Qconsumo_sel]/[Area_Irrigada(ha)] AS Coef_consumo_sel,
       Sum([vw_Rio Manhuacu].Qretirada_bac) AS Qretirada_sel,
       Sum([vw_Rio Manhuacu].Qretorno_bac) AS Qretorno_sel,
       Sum([vw_Rio Manhuacu].Qconsumo_bac) AS Qconsumo_sel

INTO [tb_Rio Manhuaçu]

FROM [vw_Rio Manhuacu]

GROUP BY [vw_Rio Manhuacu].DHN,
         [vw_Rio Manhuacu].SUB1,
         [vw_Rio Manhuacu].SUB2,
```

```
                [vw_Rio Manhuacu].id_cnae,
                [vw_Rio Manhuacu].nom_nome,
                [vw_Rio Manhuacu].dat_data

ORDER BY [vw_Rio Manhuacu].nom_nome,
         [vw_Rio Manhuacu].dat_data;
```

Com isso será criada a **tb_Rio Manhuacu**. Para visualizar, basta selecionar essa nova tabela e, com o botão direito do mouse, selecionar a função **abrir**.

Nessa tabela, portanto, são apresentados os coeficientes de retirada, retorno e consumo para as atividades de irrigação existentes na bacia do Rio Manhuaçu.



f) Cálculo dos coeficientes para a banana no mês de fevereiro e na bacia do Rio Manhuaçu (SUB1 = Bacia do Rio Doce) a partir dos valores espacializados nas ottobacias.

f.1) No banco de dados Matriz-Otto75_76.mdb no ACCESS, os respectivos coeficientes podem ser obtidos utilizando o comando SQL a seguir e a *view* **vw_Rio Manhuacu** criada no item e.2).

Exemplo de comando SQL:

```
SELECT
 [vw_Rio Manhuacu].nom_nome,
 [vw_Rio Manhuacu].dat_data,
 Sum([vw_Rio Manhuacu].Area_Irrigada_bac) AS [Area_Irrigada(ha)],
 [Qretirada_sel]/[Area_Irrigada(ha)] AS Coef_retirada_sel,
 [Qretorno_sel]/[Area_Irrigada(ha)] AS Coef_retorno_sel,
 [Qconsumo_sel]/[Area_Irrigada(ha)] AS Coef_consumo_sel,
 Sum([vw_Rio Manhuacu].Qretirada_bac) AS Qretirada_sel,
 Sum([vw_Rio Manhuacu].Qretorno_bac) AS Qretorno_sel,
 Sum([vw_Rio Manhuacu].Qconsumo_bac) AS Qconsumo_sel

FROM
 [vw_Rio Manhuacu]

GROUP BY
[vw_Rio Manhuacu].nom_nome,
 [vw_Rio Manhuacu].dat_data

HAVING
 ((([vw_Rio Manhuacu].nom_nome)="Banana") AND
```

```
(([vw_Rio Manhuacu].dat_data)="Fevereiro"))
ORDER BY
 [vw_Rio Manhuacu].nom_nome,
 [vw_Rio Manhuacu].dat_data;
```

Os cálculos consideram a razão entre Qretirada_bac, Qretorno_bac e Qconsumo_bac e o total da área irrigada.

$$Coef_retirada = \frac{\sum_{i=1}^{n} Qretirada_bac_n}{\sum_{i=1}^{n} Area_Irrigada_bac_n} = \frac{12{,}98143668400}{40{,}60495774204} = 0{,}3197007805419$$

O resultado na bacia do Rio Manhuaçu para a banana no mês de fevereiro é:

Area_Irrigada(ha)	Coef_retirada_sel	Coef_retorno_sel	Coef_consumo_sel
40,6049577420413	0,319700780541966	6,68174631332707E-02	0,252883317408695

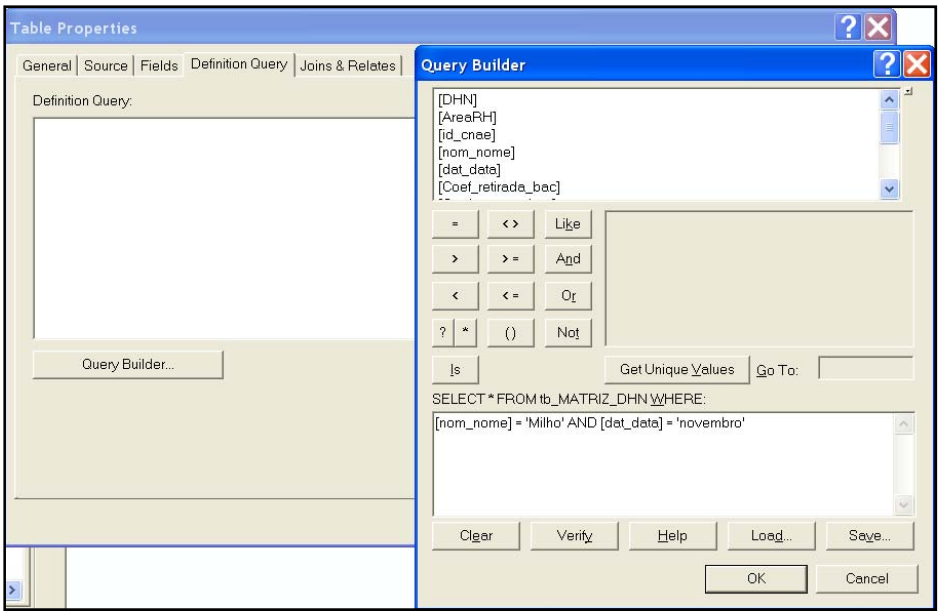
g) Gerar mapa com os coeficientes para o milho no mês de novembro para a Divisão Hidrográfica Nacional.

g.1) Abra o programa de ArcGis;

g.2) Carregue a camada espacial (shapefile) DHN.shp;

g.3) Carregue a tabela tb_MATRIZ_DHN no banco Matriz.mdb;

g.4) Na propriedade da tabela tb_MATRIZ_DHN defina a expressão que selecionará os registros da cultura do milho no mês de novembro. Serão exibidos os 12 registros correspondentes a cada uma das regiões hidrográficas hidrográficas;

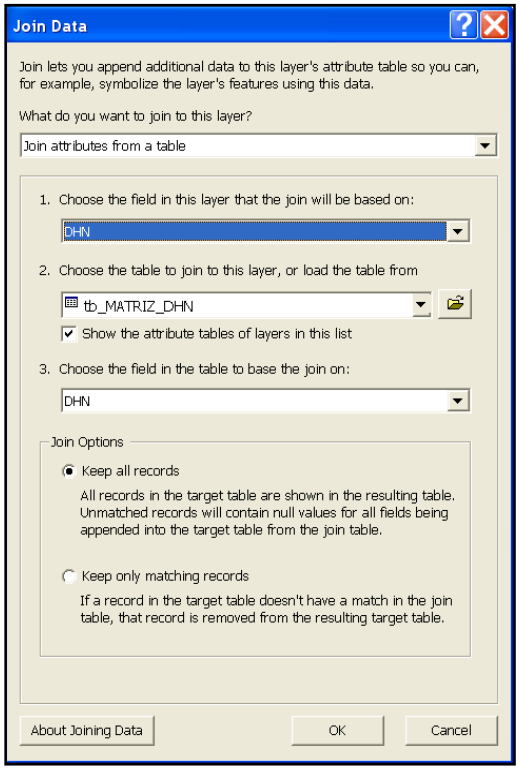


Attributes of tb_MATRIZ_DHN

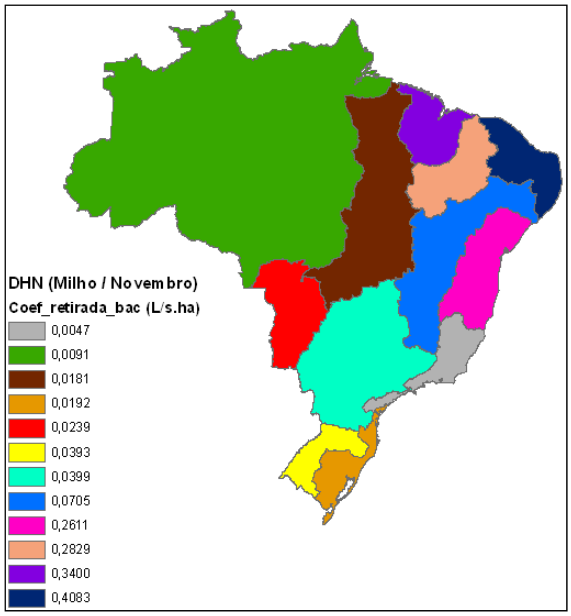
DHN	AreaRH	id_cnae	nom_nome	dat_data	Coef_retirada	Coef_retorno	Coef_consum	Area_Irrigada
Região Hidrográfica AMAZÔNICA	3844917,7663	111302	Milho	novembro	0,009146	0,001775	0,007371	12296,290404
Região Hidrográfica ATLÂNTICO LESTE	386068,13845	111302	Milho	novembro	0,261128	0,050685	0,210443	6493,531279
Região Hidrográfica ATLÂNTICO NORDEST	268906,01611	111302	Milho	novembro	0,339982	0,065991	0,273992	4489,294958
Região Hidrográfica ATLÂNTICO NORDEST	285281,21803	111302	Milho	novembro	0,408329	0,079257	0,329072	16415,123623
Região Hidrográfica ATLÂNTICO SUDESTE	213316,01298	111302	Milho	novembro	0,004701	0,000913	0,003789	4427,579962
Região Hidrográfica ATLÂNTICO SUL	186079,86041	111302	Milho	novembro	0,019236	0,003734	0,015502	4838,138511
Região Hidrográfica do PARAGUAI	362263,92958	111302	Milho	novembro	0,023862	0,004632	0,019231	4498,735734
Região Hidrográfica do PARANÁ	877513,54779	111302	Milho	novembro	0,039877	0,00774	0,032137	120610,77289
Região Hidrográfica do PARNAÍBA	331808,82728	111302	Milho	novembro	0,282882	0,054907	0,227975	3892,947849
Região Hidrográfica do SÃO FRANCISCO	636137,07723	111302	Milho	novembro	0,070512	0,013686	0,056826	45178,855384
Região Hidrográfica do TOCANTINS-ARAGU	918273,16364	111302	Milho	novembro	0,018086	0,00351	0,014575	10287,400995
Região Hidrográfica do URUGUAI	174127,78008	111302	Milho	novembro	0,03934	0,007636	0,031704	10047,19146

Record: 0 Show: All Selected Records (0 out of 12 Selected) Options

g.5) Defina a conexão (join) entre a tabela de atributos da camada espacial (shapefile) DHN.shp e a tabela tb_MATRIZ_DHN a partir do campo comum DHN. Confirme a expressão de consulta definida no passo anterior;



g.6) Configure a simbologia da camada espacial (shapefile) DHN.shp conforme interesse. A seguir é apresentado o mapa para os coeficientes de retirada.



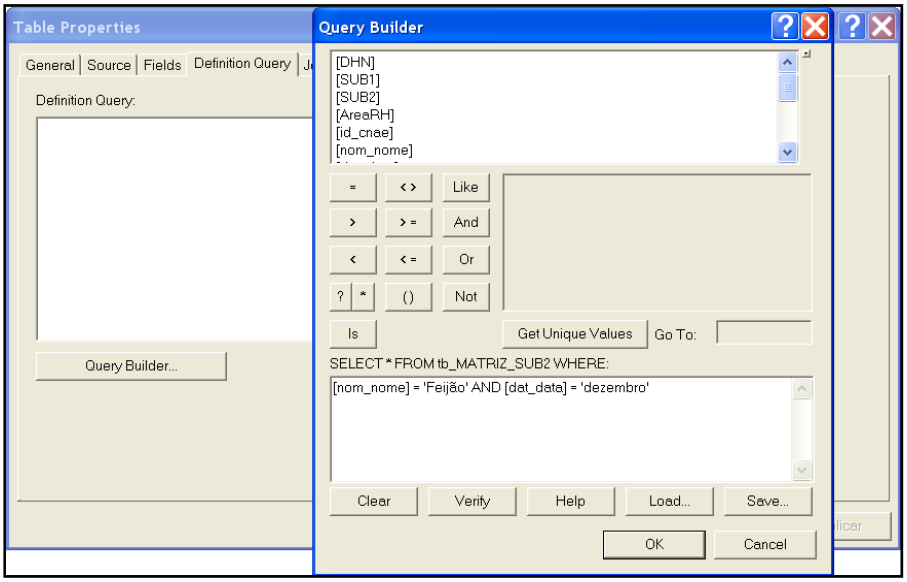
h) Gerar mapa com os coeficientes para o feijão no mês de dezembro para a unidade SUB2.

h.1) Abra o programa de ArcGis;

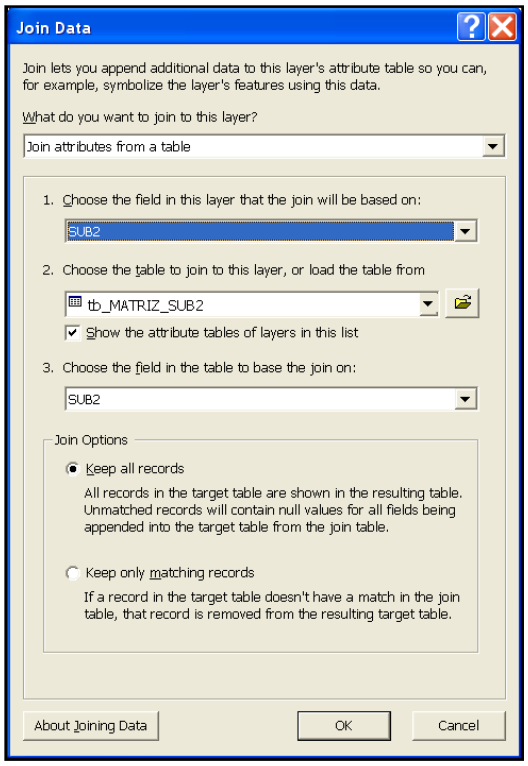
h.2) Carregue a camada espacial (shapefile) SUB2.shp;

h.3) Carregue a tabela tb_MATRIZ_SUB2 no banco Matriz.mdb;

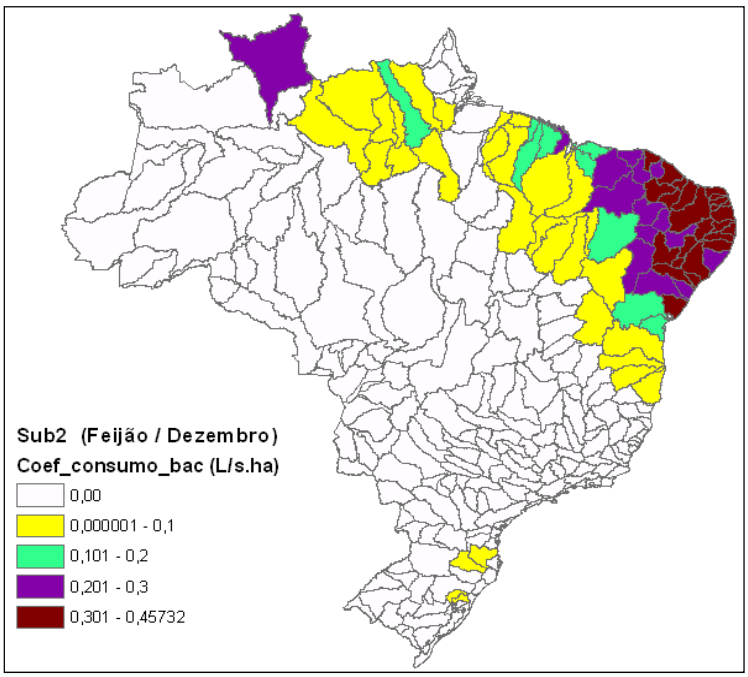
h.4) Na propriedade da tabela tb_MATRIZ_SUB2 defina a expressão que selecionará os registros da cultura do feijão no mês de dezembro. Serão exibidos os registros com coeficientes para o feijão no mês de dezembro correspondentes a cada uma das unidades;



h.5) Defina a conexão (join) entre a tabela de atributos da camada espacial (shapefile) SUB2.shp e a tabela tb_MATRIZ_SUB2 a partir do campo comum SUB2. Confirme a expressão de consulta definida no passo anterior.



h.6) Configure a simbologia da camada espacial (shapefile) SUB2.shp conforme interesse. A seguir é apresentado o mapa para os coeficientes de consumo.



III.4. Referências Bibliográficas – Agricultura Irrigada

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil. Cadernos de Recursos Hídricos. Brasília, 2005. 124p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Nota técnica 007/2003/SPR Memorial descritivo do cálculo da demanda de irrigação contida no documento "Plano Nacional de Recursos Hídricos – Documento Base de Referência, Minuta". 2003 40p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). *Classificação e Codificação de Bacias Hidrográficas do Brasil. Método Otto Pfafstetter.* Série SNIRH – HIDROGEO – CD nº 9. Brasília, DF. Março/2003.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). *Topologia hídrica: método de construção e modelagem da base hidrográfica para suporte à gestão de recursos hídricos: versão 1.11.* Agência Nacional de Águas, Superintendência de Gestão da Informação. Brasília: ANA, SGI, 2006. 29 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil. Brasília, 2002. 64 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Overview of hydrographic regions in Brazil. In: CÚPULA MUNDIAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, RIO +10, 2002, Johanesburgo, África do Sul. Brasília, 2002.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS; SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. Panorama das regiões hidrográficas brasileiras. Brasília, 2002. 56 p.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. *Crop Evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements*. Rome: FAO, 1998. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56).

AMARAL, L. G. H. do; RODRIGUEZ, R. del G.; PRUSKI, F. F.; RAMOS, M. M. Vazão retirada e consumo efetivo de água em diferentes sistemas de irrigação do arroz. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v. 13, n. 3, p. 178-192, jul./set. 2005. Disponível em: http://www.ufv.br/dea/reveng/arquivos/Vol13/v13n3p178-192.pdf. Acesso em: 20 dez. 2005.

ANA/GEF/PNUMA/OEA. PROJETO GEF SÃO FRANCISCO, 2002. Disponível em http://www.ana.gov.br/gefsf/. Acesso em 23/mar/2003.

BERNARDO, S. *Manual de irrigação*. 5.ed. Viçosa, UFV: Imprensa Universitária, 1989. 596p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Recife, 1973. 431 p. (Boletim técnico, 30).

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola. Aptidão agrícola das terras: estudos básicos para o planejamento agrícola, v.1. Rio Grande do Sul. Brasília: Ministério da Agricultura, 1978a.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola. Aptidão agrícola das terras: estudos básicos para o planejamento agrícola, v.2. Santa Catarina. Brasília: Ministério da Agricultura, 1978b.

CAMARGO, A.P. de; CAMARGO, M.B.P. de. Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial. Bragantia, Campinas, v. 59, n. 2, p. 125-1 37, 2000.

CBH-PCJ, Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí; IRRIGART, IRRIGART - Engenharia e Consultoria em Recursos Hídricos e Meio Ambiente Ltda.

"Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivarí e Jundiaí 2002/2003", 2004.

CBH-PCJ, Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí; IRRIGART, IRRIGART - Engenharia e Consultoria em Recursos Hídricos e Meio Ambiente Ltda." Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2004 - 2006", 2007.

CHRISTOFIDIS, D. Água e Irrigação no Brasil. Brasília: CDS – UnB, 1997.

CHRISTOFIDIS, D. Recursos Hídricos e Irrigação no Brasil. Brasília: CDS – UnB, 1999.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO – CBHSF. Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, Módulo 1 Resumo Executivo, Proposta para Apreciação pelo Plenário do CBHSF, Salvador, 28 de junho de 2004.

COPPETEC. *Projeto: Gestão dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, RJ. Sistema de informações e de apoio à decisão de outorga para a bacia do Rio Paraíba do Sul: PGRH-RE-03-RO.* Rio de Janeiro: ANA; COPPETEC/UFRJ, 2001. 79 p.

COSTA, A. D. M. Quantificação de atributos físicos de solos de várzea, relacionados com a disponibilidade de água, o espaço aéreo e a consistência do solo. Pelotas, 1993. 134 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), UFPEL-FAEM.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. *Las necesidades de agua de los cultivos*. Roma: FAO, 1992. 194p. (Riego y Drenaje, Bol. 24).

EMBRAPA. *Cultivo do arroz irrigado no Brasil*. Embrapa Clima Temperado, 2003. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/sistemas/arroz/> Acesso em: 09 maio 2005.

ENGECORPS. Manual de Outorga. Secretaria de Recursos Hídricos, Fundação Arthur Bernardes, Engecorps. 210-SRH-MAO-RT-006/98. 1998. 163p.

ENGENHARIA E CONSULTORIA EM RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE LTDA (IRRIGART) – Relatório de Situação 2004-2006. Piraciacaba. 2007. 377p

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. http://www.fao.org/landandwater/aglw/climwat.stm. Acesso em 6/mar/2005

FUNDAÇÃO COORDENAÇÃO DE PROJETOS, PESQUISAS E ESTUDOS TECNOLÓGICOS (COPPETEC) - Plano de Recursos Hídricos Consolidado – 2007. 147p. Disponível em: <http://ceivap.org.br/downloads/PSR-RE-012-R1.pdf>. Visitado no dia 31/08/2009 as 21:29.

FUNDAÇÃO COORDENAÇÃO DE PROJETOS, PESQUISAS E ESTUDOS TECNOLÓGICOS (COPPETEC) – Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Diagnóstico dos Recursos Hídricos (Relatório Final). 2006. 201p. Disponível em: <http://ceivap.org.br/downloads/PSR-010-R0.pdf> Visitado no dia 31/08/2009 as 23:00.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Estudos preliminares para elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Secretaria de Recursos Hídricos, Fundação Getúlio Vargas, 1998.

GALETI, P.A. Guia do Técnico Agropecuário: Água. Editora: Instituto Campineiro. 1ª Ed. 1983. 135p.

GOMES, A. do S.; PAULETTO, E. A. (Ed.) *Manejo do solo e da água em áreas de várzea. Pelotas*: Embrapa Clima Temperado, 1999. 201 p.

GOMES, A. do S.; PAULETTO, E. A; FRANZ, A. F. H. Uso e manejo da água em arroz irrigado. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JUNIOR, A. M. (Ed.) Arroz *irrigado no Sul do Brasil*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004a. p. 417-455.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. "Censo Demográfico 2000." 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo agropecuário 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_est/> Acesso em Janeiro de 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo agropecuário 1995-1996. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 26 fev. 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA: Sistema IBGE de Recuperação Automática SIDRA Disponível em : http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c=825 Acessado em Fevereiro de 2010.

IRGA - Instituto Rograndense do Arroz. *Cultivares*. Disponível em: http://www.irga.rs.gov.br/arquivos/cultivares.pdf. Acesso em: 09 mai 2005a.

KONIG, O. *Rendimento do milho sob três níveis estáticos de drenagem e irrigação sub-superficial em plano-sol (RS)*. Santa Maria, 1983. 85 f. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria.

MACHADO, R. L.; TURATTI, A. L.; MACHADO, A. L.; ALONÇO, A. S.; REIS, A. *Estudo de parâmetros físicos em solo de várzea, antes e após escarificação*. Revista Brasileira de Agrociência, v.2, n.3, p. 175-178, 1996.

MARCHEZAN, E.; CAMARGO, E. R.; LOPES, S. I. G.; SANTOS, F. M.; MICHELON, S. Desempenho de genótipos de arroz irrigado cultivados no sistema pré-germinado com inundação contínua. Ciência Rural, Santa Maria, v. 34, n. 5, p.1349-1354, 2004.

MARCHEZAN, E.; SANTOS, O. S.; ÁVILA, L. A.; SILVA, R. P. *Adubação foliar com micronutrientes em arroz irrigado, em área sistematizada*. Ciência Rural, Santa Maria, v. 31, n. 6, p.941-945, 2001.

MIRANDA, Jarbas Honório (Org.); PIRES, Regina Célia de Matos (Org.). IRRIGAÇÃO - Volume 2. 1ª ed. Jaboticabal - SP: FUNEPE, 2003. v. 2. 703 p."

NOTA TÉCNICA. Unidades hidrográficas de referência para o Plano Nacional de Recursos Hídricos. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos/ANA. Agosto/2002. 27 p.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. Estimativas das Vazões para as Atividades de Uso Consuntivo da Água em Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN. Brasília: ONS; FAHMA-DZETA; ANA; ANEEL; MME, 2005. 205p.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. Estimativas das Vazões para as Atividades de Uso Consuntivo da Água nas principais Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN. Brasília: ONS; FAHMA-DREER; ANA; ANEEL; MME, 2003. 201p.

PENMAN, H. L. *Evaporation: in introductory survey*. Nethear lands Journal of Agricultural Science, Wageningen, 4, 1956. p. 9-29.

PEREIRA, F.A. et al. *Estimativa da evapotranspiração de referência para o Estado da Bahia por Thornthwaite, Hargreaves e Blaney – Criddle*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12. REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 3., 2001, Fortaleza. Anais..., Fortaleza: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia / Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, 2001. p. 465-466. 938p.

PETRINI, J. A.; FRANCO, D. F.; SOUZA, P. R. de; BACHA, R. E.; TRONCHONI, J. G. Sistema de cultivo de arroz pré-germinado e transplante de mudas. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JUNIOR, A. M. (Ed.) Arroz irrigado no Sul do Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 387-416.

PFAFSTETTER, O. *Classificação de Bacias Hidrográficas – Metodologia de Codificação*. Rio de Janeiro, RJ: DNOS, 1989. 19 p. Trabalho não publicado.

PINTO, L. F. S.; LAUS NETO, J. A.; PAULETTO, E. A. Solos de várzea do Sul do Brasil cultivados com arroz irrigado. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JUNIOR, A. M. (Ed.) *Arroz irrigado no Sul do Brasil*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 75-95.

PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Panorama e Estado dos Recursos Hídricos no Brasil – Volume1. Ministério do Meio Ambiente; Secretaria de Recursos Hídricos, MMA, 2006. 352p.

RUBERT, O.A.V. *Codificação Automática de Regiões Hidrográficas Utilizando Sistemas de Informações Geográficas*. Dissertação de Mestrado, Viçosa, Minas Gerais: UFV, 2000. 63 p.

SANTA CATARINA. Secretaria da Agricultura. *Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de Santa Catarina*. Santa Maria: UFSM/SUDESUL, 1973. v. 2.

Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente (Brasil). *BACIAS hidrográficas, metodologia de classificação e codificação: seminário*. Brasília, DF: MMA; SRH; IBAMA. 1998. (Seminário).

SHS CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA S/S LTDA - Plano de Bacias Hidrográficas 2004-2007 dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. 2006. 803p.

SOSBAI – Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Itajaí: SOSBAI, 2003.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P. *Solos do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2002.

STS ENGENHARIA LTDA - Plano de Bacias Hidrográficas 2004-2007 dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2008-2011. 2008. 664p

TELLES, D.A. Água na Agricultura e pecuária. In: Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação. 2° Edição. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. p.305-336.

THORNTHWAITE, C. W. *An approach toward a rational classification of climate*. Geographical Review, 1948. v. 38. n. 1.

THORNTHWAITE, C. W.; HARE, F. K. *The loss os water to the air*. Meteorological. Monographs 6: 162-180. Boston: American Meteorological Society, 1965.

TRONCHONI, J. G. Pré-germinação e semeadura. In: ENCONTRO ESTADUAL DO SISTEMA PRÉ-GERMINADO EM ARROZ IRRIGADO, 1., Pelotas, 1995. *Resumos*. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1995. p.41-45.

VAREJÃO–SILVA, M. A. *Meteorologia e climatologia*. 1.ed. Brasília: Gráfica e Editora Stilo, 2000. 532p.

VASCONCELLOS, E. B. *Levantamento dos atributos físicos e hídricos de três solos de várzea do Rio Grande do Sul*. Pelotas, 1995. 120 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), UFPEL-FAEM.

VERDIN, K. L., *A System for topologically coding global drainage basins and stream networks.* In: ANNUAL ESRI USERS CONFERENCE, 17, San Diego, California. Proceedings… California: ESRI. 1997. (www.esri.com).

WEBER, L.; MARCHEZAN, E.; CARLESSO, R.; MARZARI, V. *Cultivares de arroz irrigado e nutrientes na água de drenagem em diferentes sistemas de cultivos*. Ciência Rural, Santa Maria, v. 33, n. 1, p.27-33, 2003.

Relatório Técnico 6

Relatório Final dos Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos das Atividades Industrial e Agricultura Irrigada

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL

MMA

FUNARBE
Fundação de Apoio à Universidade Federal de Viçosa