



MONITORAMENTO AMBIENTAL DE PESTICIDAS E PFOS:
SUBSÍDIOS PARA POLÍTICAS PÚBLICAS

RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DAS ATIVIDADES
DESENVOLVIDAS

Jaguariúna, SP, 01/Nov/2024



Instituição responsável: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)

Vigência do projeto: 39 meses

Período de acompanhamento: 01/09/2023 a 30/09/2024

Coordenador do Projeto: Robson Barizon

Equipe do projeto:

Anderson Soares Pereira. Pesquisador. Hidrometeorologia

Debora Renata Cassoli de Souza Dutra. Analista. Laboratório de Resíduos e Contaminantes.

Maria Aparecida Rosa. Analista. Laboratório de Resíduos e Contaminantes.

Márcia Assalin. Analista. Laboratório de Resíduos e Contaminantes.

José Tadeu Lana. Analista. Laboratório de Geotecnologias

Alexandre Ortega Gonçalves. Pesquisador. Hidrologia

Robson Barizon. Pesquisador. Dinâmica Ambiental de Contaminantes

Fábio Kummrow. Professor UNIFESP. Ecotoxicologia

Yago Guida. Pesquisador Associado. Química Ambiental

Dimaghi Schwamback. Pesquisador Associado. Hidrologia

Ricardo Pazianotto. Analista. Ciência de dados.



SUMÁRIO

Resumo executivo.....	4
Justificativa.....	6
Objetivos do projeto.....	7
Atividades desenvolvidas.....	8
i) Expandir o monitoramento ambiental do PFOS.....	8
ii) Ampliar o Programa Piloto de Monitoramento de Agrotóxicos em Recursos Hídricos.....	11
iii) Investigar Processos de Transporte Relacionados à Contaminação de Corpos d'Água.....	14
Atividades previstas.....	26
Cronograma de atividades.....	27
Anexo 1.....	30
Anexo 2.....	69
Anexo 3.....	95
Anexo 4.....	100
Anexo 5.....	107



Resumo executivo

O presente projeto tem como objetivo principal gerar informações sistematizadas e qualificadas sobre a contaminação ambiental por pesticidas e PFOS no Brasil. Essas informações são essenciais para subsidiar a formulação e implementação de políticas públicas voltadas para a conservação ambiental e a segurança hídrica no país. A iniciativa é liderada pela Embrapa Meio Ambiente, em colaboração com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), e conta com o suporte técnico e logístico de diversas instituições parceiras.

A justificativa do projeto parte da necessidade urgente de preencher lacunas significativas de dados sobre a presença e o transporte de contaminantes em ambientes agrícolas e recursos hídricos no Brasil. A lacuna de informações qualificadas sobre pesticidas e PFOS dificulta o diagnóstico preciso e a proposição de medidas de mitigação para proteger a saúde ambiental e humana. Em resposta a essa necessidade, o projeto se estrutura em três eixos de ação: (i) expandir o monitoramento ambiental de PFOS; (ii) ampliar o Programa Piloto de Monitoramento de Agrotóxicos em Recursos Hídricos; e (iii) investigar processos de transporte de contaminantes em corpos d'água.

O primeiro eixo envolve a expansão do monitoramento ambiental de PFOS para novas áreas de interesse, com foco no estado do Mato Grosso do Sul, onde o uso de iscas formicidas à base de sulfluramida é expressivo. Até o momento, foram realizadas coletas de água superficial, sedimentos e amostras biológicas em diversas microbacias hidrográficas, visando determinar as concentrações de PFOS e seus precursores (EtFOSA, FOSA e FOSAA). Em colaboração com o projeto "Bandeiras e Rodovias", amostras de tecidos de tamanduás, organismos sentinelas para bioacumulação de PFOS, também estão sendo analisadas para identificar padrões de contaminação e bioacumulação. Resultados preliminares indicam níveis de PFOS variando entre 1-700 ng/g (peso úmido) em soro sanguíneo e 45-5800 ng/g (peso seco) em fígados de tamanduás atropelados, evidenciando a presença do contaminante em áreas de alta vulnerabilidade.

O segundo eixo de ação busca fortalecer o Programa Piloto de Monitoramento de Agrotóxicos, ampliando a abrangência de substâncias monitoradas para incluir moléculas listadas nas Convenções de Estocolmo e Roterdã. Foram definidos 63 pontos de coleta distribuídos em todo o território brasileiro, considerando a representatividade das culturas agrícolas e a vulnerabilidade ambiental das bacias hidrográficas. No entanto, desafios logísticos para o envio de amostras aos laboratórios da Embrapa Meio Ambiente foram identificados, levando à implementação de medidas corretivas, como testes de degradação dos compostos



e uma possível mudança de parceria para coleta e transporte das amostras, atualmente em discussão com a ANA.

O terceiro eixo concentra-se na investigação dos processos de transporte de contaminantes em áreas com práticas agrícolas descritas como sustentáveis. Para isso, duas áreas piloto foram selecionadas: as microbacias de Itaí (ITA-1 e ITA-2) e a bacia hidrográfica do Ribeirão da Onça, no estado de São Paulo. Nessas regiões, estão sendo realizadas modelagens hidrológicas para simular o transporte de pesticidas em diferentes cenários de uso do solo. Diversos modelos hidrológicos, como SWAT e MIKE SHE, estão sendo analisados para selecionar a ferramenta mais apropriada ao estudo das condições tropicais. As simulações se concentrarão na avaliação do papel dos carregadores e caminhos preferenciais no transporte de pesticidas, proporcionando uma compreensão mais profunda dos fatores que afetam a mobilidade dos contaminantes.

As atividades realizadas até o momento incluem a seleção dos pontos de coleta de água superficial para monitoramento de pesticidas, coleta de dados hidrometeorológicos e de qualidade da água, definição de compostos a serem monitorados, a escrita de artigos científicos sobre os resultados gerados previamente, a aquisição de um novo equipamento (GC-MS), o início de testes pilotos e a adoção de medidas corretivas necessárias.

As atividades previstas para o próximo período incluem a submissão de um artigo científico sobre a contaminação ambiental por PFOS e a expansão do monitoramento para novas regiões no Mato Grosso do Sul. Além disso, serão realizadas coletas de amostras de água e solo e análises de concentração de PFOS, EtFOSA, FOSA e FOSAA. Paralelamente, um estudo piloto com formigueiros será conduzido para avaliar a dinâmica de transformação de PFOS em ecossistemas locais.

Outras atividades incluem a instalação de novos equipamentos analíticos, coleta de dados hidrometeorológicos, e integração das variáveis ambientais em modelos hidrológicos. Estão planejadas análises multivariadas para identificar padrões de contaminação, além de modelagem específica dos processos de transporte de pesticidas em microbacias selecionadas, visando propor estratégias de mitigação eficazes e fornecer suporte técnico para políticas públicas ambientais.



Justificativa

O Brasil, como uma das nações líderes em produção agrícola, enfrenta a dualidade de promover a segurança alimentar e, simultaneamente, garantir a sustentabilidade ambiental. Nesse contexto, o monitoramento da contaminação de recursos hídricos por pesticidas torna-se imprescindível. Esta prática não apenas salvaguarda a biodiversidade e a saúde humana, mas também estabelece métricas que sejam reconhecidas internacionalmente. Isso inclui a alimentação de bases globais, a demonstração de práticas sustentáveis para o comércio internacional e o cumprimento de convenções como as de Estocolmo e Roterdã. Assim, o presente termo alinha-se com as necessidades geopolíticas e socioambientais do país, elevando o compromisso do Brasil com a sustentabilidade.

Atualmente, o Brasil enfrenta uma lacuna significativa em relação a dados qualificados sobre a contaminação ambiental por agrotóxicos. Essa insuficiência obstaculiza o diagnóstico adequado e a proposição de medidas eficazes. O termo proposto busca contribuir para suprir essa deficiência, estabelecendo um sistema robusto de monitoramento e análise de agrotóxicos que permitirá a elaboração de políticas públicas mais informadas e direcionadas.

O MMA possui um histórico notável na coordenação e implementação de políticas públicas e iniciativas estratégicas para a conservação ambiental. O envolvimento do Ministério nesta iniciativa reforça o compromisso governamental com a questão, garantindo direcionamento, recursos e apoio institucional para um projeto de grande importância.

A parceria com a Embrapa Meio Ambiente, uma instituição com reconhecida experiência em pesquisa e desenvolvimento, se mostra de grande relevância. Com uma equipe capacitada e laboratórios estruturados em equipamentos de última geração, a Embrapa está posicionada de forma estratégica para conduzir pesquisas em áreas críticas como a contaminação ambiental por PFOS e pesticidas em recursos hídricos.

A presente iniciativa fortalece a posição do Brasil no cenário internacional, alinhando-se com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e contribuindo para um debate qualificado sobre segurança alimentar e preservação ambiental. Unindo a necessidade de métricas de sustentabilidade confiáveis, a capacidade coordenativa do MMA, a lacuna existente em dados qualificados e a expertise da Embrapa, este termo representa um passo na direção da busca do Brasil por uma agricultura mais responsável e sustentável.



Objetivos do projeto

O objetivo geral da presente proposta consiste na geração de informações sistematizadas e qualificadas sobre a contaminação ambiental por pesticidas, visando subsidiar a implementação e execução de políticas públicas voltadas a esse tema no Brasil. Para tanto, os seguintes objetivos específicos são propostos:

- i) Expandir o monitoramento ambiental do PFOS: além de confirmar os resultados anteriores acerca da formação do PFOS pela biodegradação da sulfluramida, o objetivo desta ação é expandir o monitoramento do PFOS para regiões brasileiras com uso expressivo dessa substância, como os estados de Minas Gerais, Paraná e Mato Grosso do Sul. Também está prevista a avaliação da contaminação ambiental por PFOS em escala de propriedade rural, aprofundando análises não contempladas anteriormente.
- ii) Ampliar o Programa Piloto de Monitoramento de Agrotóxicos em Recursos Hídricos: o segundo eixo de ação visa expandir e fortalecer o programa piloto de monitoramento de agrotóxicos que está sendo executado pela Embrapa Meio Ambiente. Esta expansão é planejada para um período de três anos e inclui a análise de moléculas listadas nas Convenções de Estocolmo e Roterdã, enriquecendo assim o leque de substâncias analisadas e aumentando o escopo do monitoramento atual.
- iii) Investigar Processos de Transporte Relacionados à Contaminação de Corpos d'Água: O terceiro objetivo está focado no estudo dos processos de transporte que levam à contaminação ambiental por agrotóxicos em áreas com práticas agrícolas descritas como sustentáveis. Considerando os riscos ambientais à organismos aquáticos, o intuito é identificar os processos de transporte mais impactantes em condições tropicais, uma área pouco explorada na literatura. Os resultados dessas investigações poderão orientar futuras políticas públicas, reduzindo riscos em ambientes tropicais como no caso do Brasil.



Atividades desenvolvidas

Ao longo dos primeiros 12 meses de vigência do projeto intitulado “Monitoramento Ambiental de Pesticidas e PFOS: Subsídios para Políticas Públicas”, diversas atividades foram desenvolvidas visando o cumprimento do objetivo geral do projeto, a partir dos três objetivos específicos detalhados no plano de trabalho inicial apresentado ao Ministério do Meio Ambiente. Portanto, a descrição das atividades desenvolvidas, dos desafios encontrados e das medidas corretivas adotadas será detalhada, daqui em diante, dentro das três linhas de atuação de acordo com os objetivos específicos:

Atividades desenvolvidas visando i) Expandir o monitoramento ambiental do PFOS:

Além de confirmar os resultados anteriores acerca da formação do PFOS pela biodegradação da sulfluramida, o objetivo desta ação é expandir o monitoramento do PFOS para regiões brasileiras com uso expressivo dessa substância, como os estados de Minas Gerais, Paraná e Mato Grosso do Sul. Também está prevista a avaliação da contaminação ambiental por PFOS em escala de propriedade rural, aprofundando análises não contempladas anteriormente.

1) Publicação científica dos dados de monitoramento ambiental de PFOS

Foi dado prosseguimento à publicação científica dos dados gerados no projeto anterior, intitulado “Diagnóstico da Contaminação Ambiental por Ácido Perfluorooctano Sulfônico (PFOS) pelo Uso da Sulfluramida para Subsidiar a Revisão e Atualização do Plano Nacional de Implementação da Convenção de Estocolmo – NIP BRASIL-2015”.

O presente projeto incluiu, como parte de suas atividades, a produção e publicação de um artigo científico em periódico de alto impacto (Qualis A1) sobre os dados de monitoramento da ocorrência de Sulfluramida, PFOS, FOSA e FOSAA em água superficial, subterrânea e sedimento. Esses dados foram obtidos a partir de um acordo anterior celebrado entre as mesmas instituições, visando fortalecer o respaldo científico dos resultados e subsidiar futuras decisões relacionadas ao uso de PFOS no Brasil.

Durante o período de vigência do projeto atual, foi realizada uma revisão literária detalhada sobre os efeitos ecotoxicológicos do PFOS, seus modos de ação e respectivos endpoints. O objetivo foi avaliar o risco ecotoxicológico das concentrações observadas em amostras de águas superficiais, subterrâneas e sedimentos coletados durante o monitoramento. Além disso, também foi conduzida



uma revisão literária abrangente sobre as concentrações dessas substâncias em diversas regiões do planeta, com o intuito de comparar os resultados obtidos no Brasil com estudos internacionais.

A partir das informações coletadas e da revisão bibliográfica realizada, deu-se início à escrita de um artigo científico que se pretende submeter para publicação ainda em 2024. Este artigo focará na apresentação dos dados de monitoramento e na contextualização dos resultados no cenário global, evidenciando a relevância dos achados para a revisão e atualização das políticas ambientais relacionadas ao uso de PFOS no país. Como resultado preliminar desta atividade um rascunho do artigo proposto é apresentado no Anexo 1 para fins únicos e exclusivos de acompanhamento uma vez que ele se encontra em fase de desenvolvimento.

2) Expansão do monitoramento ambiental de PFOS

Visando ampliar o entendimento a respeito da ocorrência de PFOS no meio ambiente para outras regiões do país, especialmente em áreas brasileiras onde há o uso expressivo de iscas formicidas à base de sulfluramida, foi realizado um levantamento espacializado de áreas de reflorestamento nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul. O critério para a escolha dos estados foi a relevância na área ocupada com florestas plantadas no país. O estado do Mato Grosso do Sul foi selecionado para um monitoramento mais detalhado por ser a unidade federativa com o maior consumo de isca formicida à base de sulfluramida registrado no país, sendo incluídas nesta análise matrizes abióticas e bióticas.

As oito microbacias selecionadas no estado de São Paulo para o primeiro projeto piloto sobre a ocorrência de PFOS no meio ambiente foram mantidas neste projeto e foi realizado o levantamento de 26 potenciais áreas de coleta de água superficial nos quatro outros estados. A delimitação das microbacias hidrográficas dos pontos de amostragem selecionados foi efetuada utilizando a extensão ArcSWAT para o ArcGIS, versão 10.3, com base no modelo digital de elevação do SRTM. A seleção das microbacias e seus detalhes individuais podem ser encontrados no Anexo 2 para fins únicos e exclusivos de acompanhamento.

Considerando o expressivo uso de iscas formicidas à base de sulfluramida na região e a dinâmica de transformação da sulfluramida em PFOS, foi estabelecida uma colaboração com o pessoal do projeto de conservação "Bandeiras e Rodovias" ([Bandeiras e Rodovias - ICAS](#)). A colaboração tem como objetivo a coleta de material biológico de tamanduás vivos e encontrados mortos em rodovias do estado do Mato Grosso do Sul. Os tamanduás podem servir como organismos sentinelas



para monitorar a bioacumulação de PFOS em seus tecidos, uma vez que a dieta desses animais é predominantemente composta por formigas e cupins, os principais alvos das iscas à base de sulfluramida.

As amostras biológicas, de tamanduás, foram enviadas para análises químicas na Universidade de Farmácia de Daiichi, Fukuoka, Japão. Até o presente momento, aproximadamente 60 amostras de soro sanguíneo de animais vivos e 40 amostras de fígado de animais atropelados (mortos) foram analisadas e os resultados preliminares mostraram concentrações de PFOS e seus isômeros variando entre 1-700 ng/g em peso úmido para soro sanguíneo e 45-5800 ng/g em peso seco para fígados. As análises de PFOS e seus isômeros em amostras biológicas foram realizadas seguindo o método descrito por Harada e colaboradores (2020) em (*Environ. Sci. Technol. Lett.* 2020, 7, 4, 259–265 <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.0c00133>). Os resultados preliminares das concentrações de PFOS em amostras ambientais biológicas encontram-se detalhados no Anexo 3 para fins únicos e exclusivos de acompanhamento uma vez que o estudo se encontra em fase de desenvolvimento

Além disso, foi iniciado um estudo piloto nas dependências da Embrapa Meio Ambiente de Jaguariúna, onde 10 formigueiros foram tratados com iscas formicidas à base de sulfluramida para i) avaliação do tempo de ação/eficácia do tratamento na eliminação das formigas; ii) avaliação das concentrações de PFOS e seus precursores em formigas (principal componente da dieta de tamanduás) no caso de as mesmas serem encontradas após o tratamento; iii) avaliação das concentrações de PFOS e seus precursores em amostras de solo dos formigueiros tratados para expandir o conhecimento em relação a dinâmica de formação de PFOS in situ.

Para a análise da sulfluramida, PFOS, FOSA e FOSAA em amostras abióticas será empregado um método multirresíduo já validado na Embrapa durante o projeto anterior de avaliação da degradação de sulfluramida e do monitoramento ambiental que permitirá a quantificação dos analitos em amostras de água superficial, sedimentos e solos de formigueiro. Esse método envolverá o uso de cromatografia líquida de alta eficiência acoplada à espectrometria de massas com analisador de triplo quadrupolo (LC-MS/MS) para a detecção e quantificação precisa dos compostos alvo.

Vale ressaltar que foi realizada uma revisão literária sobre os métodos utilizados em diversos estudos para detecção de PFOS e compostos relacionados em água, para avaliar uma possível otimização do método implementado pela Embrapa e ficou decidido que a preparação das amostras incluirá etapas de extração e purificação, utilizando técnicas de extração em fase sólida (SPE) para concentrar e isolar os



analitos de interesse. A quantificação dos compostos será realizada por meio de padrões internos e curvas de calibração, garantindo a precisão e a acurácia dos resultados. Um resumo da revisão literária é apresentado no Anexo 4 para fins únicos e exclusivos de acompanhamento.

Atividades desenvolvidas visando ii) Ampliar o Programa Piloto de Monitoramento de Agrotóxicos em Recursos Hídricos:

O segundo eixo de ação visa expandir e fortalecer o programa piloto de monitoramento de agrotóxicos que está sendo executado pela Embrapa Meio Ambiente. Esta expansão é planejada para um período de três anos e inclui a análise de moléculas listadas nas Convenções de Estocolmo e Roterdã, enriquecendo assim o leque de substâncias analisadas e aumentando o escopo do monitoramento atual.

1) Amostragem

As atividades de monitoramento de agrotóxicos em recursos hídricos do presente projeto visam fortalecer o programa iniciado entre a Embrapa e o MAPA e ampliar o número de substâncias monitoradas, incluindo moléculas listadas nas Convenções de Roterdã e Estocolmo, além de incluir o monitoramento de agrotóxicos em sedimentos. Para tanto, foram selecionados previamente 63 pontos de coleta em todo o território brasileiro, com base na representatividade da área de agricultura em cada estado e na distribuição das principais culturas por estado. Para cada ponto de coleta, foi delimitada a bacia de drenagem e realizada a caracterização da bacia hidrográfica em relação ao uso da terra, mapa de solos e vulnerabilidade à erosão. A seleção das microbacias e seus detalhes individuais podem ser encontrados no Anexo 5 para fins únicos e exclusivos de acompanhamento.

As amostragens nos pontos de coleta têm sido realizadas em parceria com o Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM), responsável pela operação da Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência (RHNR). Aproveitando-se os esforços já programados do SGB para realizar as campanhas de campo da RHNR, as amostragens seguirão o planejamento previamente estabelecido. As equipes foram capacitadas para a coleta das amostras de água superficial nos cursos d'água selecionados, sendo o material de coleta disponibilizado pela Embrapa, que também tem coordenado o processo de logística para o envio das amostras aos laboratórios da Embrapa Meio Ambiente, responsável pelas análises das amostras.

No entanto, foram encontrados obstáculos logísticos em relação ao envio das amostras para a sede da Embrapa Meio Ambiente em Jaguariúna, SP, devido ao



tempo de coleta do material preparado e disponibilizado pela equipe da CPRM para retirada nos hotéis em que a equipe se hospeda entre os diferentes pontos de coleta. Dependendo da localidade, o serviço de transporte tem levado diversos dias para retirar o material coletado, comprometendo a nossa confiança na preservação das amostras. Por tanto, se fez necessário adotar medidas corretivas para prosseguir com a coleta de amostras de água.

A primeira medida corretiva adotada foi o preparo de um ensaio de degradação das substâncias monitoradas em água, para avaliar o potencial percentual de degradação de cada substância monitorada ao longo do tempo e investigar a viabilidade de trabalhar com as amostras que tiveram o envio atrasado devido a dificuldades logísticas com o serviço de transporte. Um primeiro teste foi realizado, porém os resultados obtidos foram insatisfatórios e um novo estudo de degradação está sendo proposto pela equipe técnica do projeto.

A segunda medida corretiva se trata da possível mudança de parceria para coleta, armazenamento e envio das amostras. Está sendo discutida entre a Embrapa, o MMA e a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) a possibilidade de utilização da Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais (RNQA/QUALIAGUAS) da ANA que possui uma dinâmica de coleta que poderia facilitar o envio das amostras para os laboratórios da Embrapa Meio Ambiente em Jaguariúna, SP, em um período mais curto, visando o não comprometimento do armazenamento e condicionamento das amostras a baixas temperaturas utilizando caixas térmicas e blocos de gelo. Algumas reuniões foram realizadas entre as partes e decidiu-se pelo início da colaboração em alguns estados, selecionados para um teste piloto, de forma concomitante com as amostragens que seguem sendo realizadas pela equipe da CPRM, para avaliar a viabilidade de tal mudança em relação a todos os pontos de amostragem. No decorrer de tal mudança, alguns pontos de amostragem podem vir a ser modificados para adequação a rotina de amostragem da ANA. O primeiro estado contactado foi o Mato Grosso através da Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA), onde houve concordância em participar desta etapa de avaliação e um Acordo de Cooperação Técnica está sendo elaborado entre o SEMA-MT e a Embrapa Meio Ambiente. Além do estado do Mato Grosso, a ANA indicou o estado do Tocantins como possível parceiro. Uma reunião de aproximação está sendo articulada para o mês de outubro/2024.

2) Seleção de compostos a serem monitorados

Atualmente, os laboratórios da Embrapa Meio Ambiente possuem dois métodos multiressíduos validados para quantificação de 46 ingredientes ativos de pesticidas



de uso atual e alguns de seus principais metabólitos em amostras de água e para a quantificação de 25 ingredientes ativos de pesticidas de uso atual e alguns de seus principais metabólitos em amostras de sedimento, além de outro método para a análise do glifosato, e dos seus principais metabólitos, o AMPA, o etefom e o glufosinato. A fim de aumentar o número de substâncias monitoradas para expandir a cobertura do monitoramento ambiental de pesticidas de uso atual em sedimentos e incluir as substâncias utilizadas como agrotóxicos listadas como poluentes orgânicos persistentes (POPs) pela Convenção de Estocolmo, foi feita uma seleção de novas moléculas de acordo com i) o volume de venda dos ingredientes ativos no Brasil nos últimos cinco anos; ii) as propriedades físico químicas dos ingredientes ativos com base nas diretivas adotadas pela União Européia (Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) - Technical Report - 2010 - 041, Guidance Document No. 25 on Chemical Monitoring of Sediment and Biota under the Water Framework Directive; as moléculas foram selecionadas para análise em sedimento se $\text{Log } K_{ow} \geq 3$); e iii) um índice de prioridades, definido com base no Plano Nacional de Implementação do Brasil para a Convenção de Estocolmo atualizado. Os POPs identificados como sendo de baixa relevância foram considerados como irrelevantes para futuros esforços nacionais. Portanto, não haveria necessidade de monitorá-los.

Dos 100 ingredientes ativos mais vendidos no Brasil nos últimos cinco anos, 38 foram identificados para monitoramento preferencial em sedimento ($\text{Log } K_{ow} \geq 3$). Destes 38, 14 estão incluídos no método validado na Embrapa Meio Ambiente e os 24 novos ingredientes ativos estão sendo considerados para inclusão no monitoramento em sedimentos a partir da viabilidade analítica e disponibilidade de padrões. Alguns compostos adicionais, tidos como relevantes devido ao seu potencial toxicológico e conhecida ocorrência ambiental, tais quais alguns piretróides, também estão sendo considerados.

Por fim, foram selecionadas 20 moléculas de POPs e seus compostos relacionados, tidos como relevantes no contexto nacional devido a previsão de ações futuras no Plano Nacional de Implementação da Convenção de Estocolmo. Sendo eles: op-DDT, pp-DDT, opDDE, ppDDE, op-DDD, pp-DDD; γ -HCH (lindane), α -HCH, β -HCH; Methoxychlor, Pentachlorophenol (PCP), sodium pentachlorophenate (Na-PCP), pentachlorophenyl laurate (PCP-L), pentachloroanisole (PCA); Mirex; HCB; α -endosulfan, β -endosulfan, endosulfan sulfate; e Dicofol. Como todos os POPs e seus compostos relacionados possuem um $\text{Log } K_{ow} > 3$ e seus usos encontram-se proibidos no Brasil há anos, decidiu-se que eles seriam monitorados apenas em amostras de sedimentos.



3) Aquisição de equipamento analítico

Para execução das análises planejadas no método multiresíduos em sedimentos, conforme descrito no item anterior, foi elaborada um processo de aquisição de um novo cromatógrafo gasoso acoplado à espectrometria de massa (CG/MS-MS). O processo de licitação foi submetido à Fundação de Apoio à Pesquisa em março de 2024, tendo sido definido o fornecedor em setembro de 2024. O equipamento adquirido é da marca Agilent modelo 7010C Triple Quadrupolo GC/MSMS. Com a aquisição do sistema de espectrometria de massa por cromatografia gasosa de triplo quadrupolo Agilent 7010C, será possível atender de forma eficiente e precisa às necessidades analíticas do projeto. A previsão de entrega inicial seria Novembro/2024, porém o fornecedor solicitou um prazo adicional e a entrega está prevista para o primeiro trimestre de 2025.

Atividades desenvolvidas visando iii) Investigar Processos de Transporte Relacionados à Contaminação de Corpos d'Água

O terceiro objetivo está focado no estudo dos processos de transporte que levam à contaminação ambiental por agrotóxicos em áreas com práticas agrícolas descritas como sustentáveis. Considerando os riscos ambientais à organismos aquáticos, o intuito é identificar os processos de transporte mais impactantes em condições tropicais, uma área pouco explorada na literatura. Os resultados dessas investigações poderão orientar futuras políticas públicas, reduzindo riscos em ambientes tropicais como no caso do Brasil.

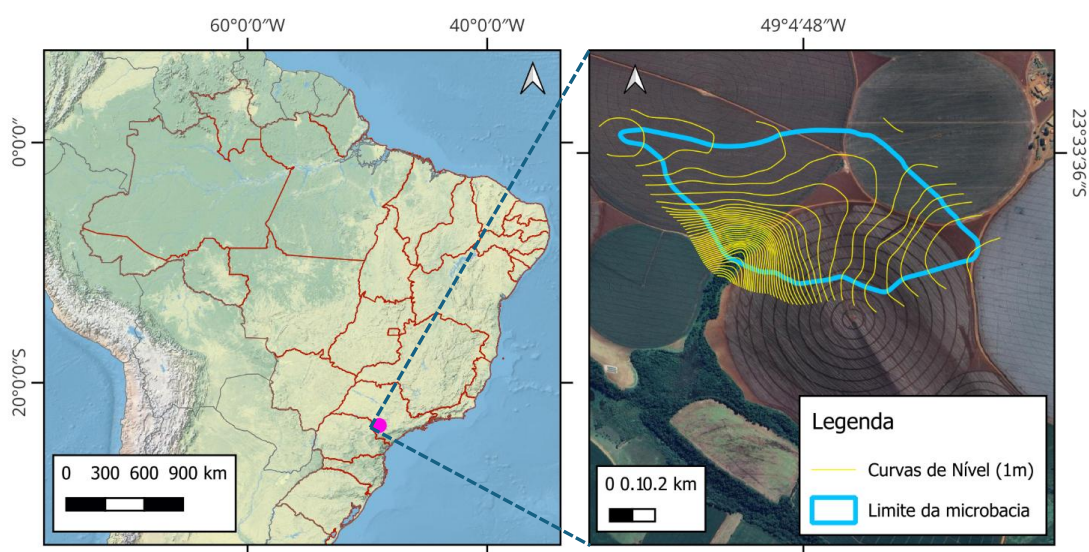
1) Prospecção de áreas para monitoramento

O uso intensivo de pesticidas pode resultar na contaminação de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, comprometendo tanto a saúde ambiental quanto a humana. Monitorar essas substâncias em áreas estratégicas é crucial para identificar os riscos de poluição, entender os processos de degradação e transporte dos contaminantes, e, assim, desenvolver políticas de manejo sustentável. Neste contexto, foram identificadas duas áreas de monitoramento em regiões de importância hidrogeológica: a área 1 é uma bacia com intensa atividade agrícola e a áreas 2 está localizada em uma área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani, ambas escolhidas devido à sua susceptibilidade à contaminação por pesticidas e à necessidade de conservação da qualidade dos recursos hídricos. Ambas as áreas estão localizadas no estado de São Paulo e maiores descrições são apresentadas abaixo.

Área 1: Microbacias de Itai

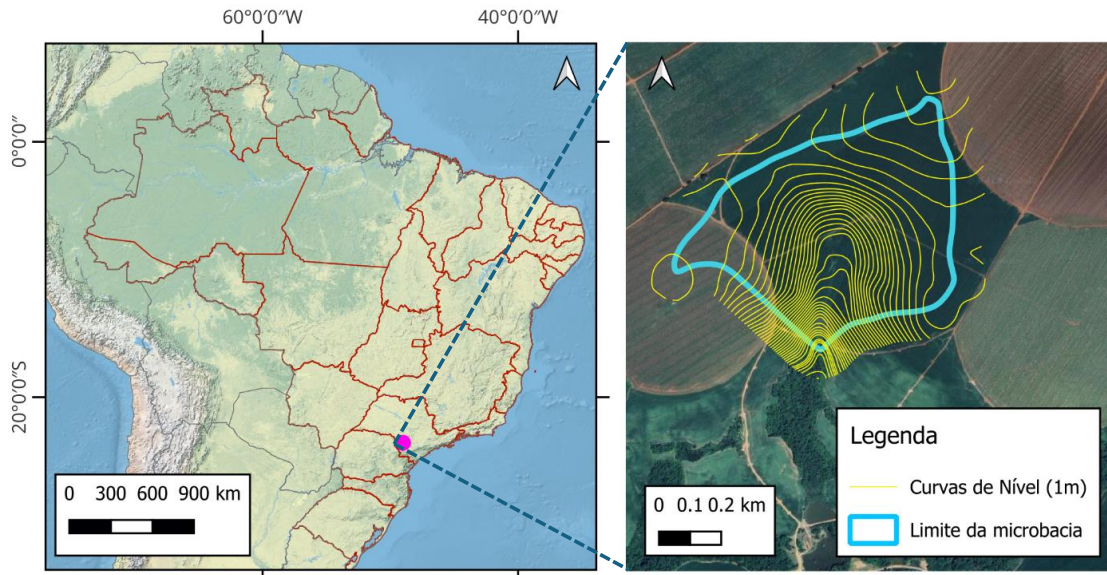
A área 1 é composta por duas microbacias: ITA-1 e ITA-2. Ambas as bacias localizadas no município de Itaí, região Centro-Oeste do estado de São Paulo (ver Figura 1 e Figura 2). A ITA-1 possui 0,74 km² de área de drenagem e 686 m de caminho médio de transporte de sedimentos, enquanto a ITA-2 possui 0,47 km² e 547m, respectivamente. Maiores detalhes quanto a morfologia dessas duas bacias é apresentada na Tabela 1 e nas descrições abaixo.

Figura 1: Mapa de localização da microbacia de ITA-1.



Fonte: Os autores.

Figura 2: Mapa de localização da microbacia de ITA-2.



Fonte: Os autores.

Tabela 1: Descrição morfométrica das microbacias ITA-1 e ITA-2.

Bacia	Altitude (m)	Declividade média (%)	Área (km ²)	P (km)	CC	IC	FF	L (m)
ITA-1	613 - 647	2,3%	0,74	3,88	1,3	0,6	0,2	686
ITA-2	672 - 710	4,2%	0,47	2,84	1,2	0,7	0,5	547

Onde: P, perímetro; CC, coeficiente de compacidade; IC, índice de circularidade; FF, fator de forma conforme Villela; Mattos (1975), L, caminho médio dos sedimentos.

Fonte: Sabino et al. (2020).

De acordo com a classificação climática de Köppen (Alvares et al., 2013), o clima do município de Itaí é caracterizado como do tipo Cwa, que corresponde a um clima subtropical úmido. Além disso, a precipitação pluvial média anual atinge 1346,2 mm, majoritariamente concentrada no verão, entre os meses de novembro e fevereiro (Gonçalves, 2020). Pedologicamente, o solo predominante na área da microbacia hidrográfica ITA-2 é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, com moderada A e textura argilosa epieutrófica (Santos et al., 2018). Já na microbacia ITA-1, o solo apresenta características de um Latossolo Vermelho Distrófico típico, também com moderada A, porém com uma textura muito argilosa e epieutrófica (Santos et al., 2018).

No município de Itaí, a principal atividade agrícola concentra-se na produção de grãos, incluindo feijão, milho, soja e trigo, além de culturas anuais como o algodão,



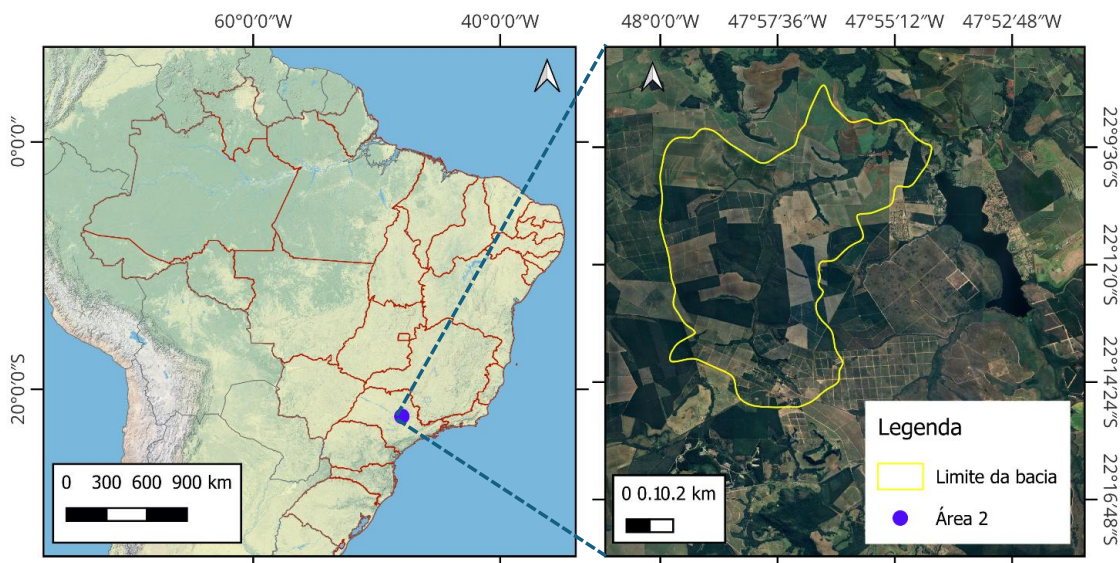
geralmente sob condições de irrigação. Itaí se destaca como o município que possui a maior área de pivôs centrais do Estado de São Paulo, totalizando aproximadamente 13.840 hectares dedicados a esse tipo de irrigação. Essa combinação de práticas agrícolas e a infraestrutura de irrigação robusta contribuem significativamente para a economia local e a segurança alimentar da região. Por outro lado, a agricultura extensiva alinhada à irrigação intensiva propicia o transporte de pesticidas residuais por meio do escoamento superficial e lixiviação.

Adicionalmente à representatividade estratégica de monitoramento de áreas com aptidão agrícola, as bacias ITA-1 e ITA-2 foram selecionadas por apresentarem monitoramento climatológico e hidrológico (vazão, turbidez, condutividade elétrica, temperatura da água e conteúdo de água no solo) contínuo desde 2017.

Área 2: Ribeirão da Onça

A área 2 de investigação corresponde à bacia hidrográfica do Ribeirão da Onça, no município de Brotas, situado na região central do estado de São Paulo (Figura 3). A bacia abrange uma extensão de aproximadamente 65 km² e é um dos afluentes situados na margem esquerda do rio Jacaré-Guaçu. Em termos de classificação pedológica, a bacia do Ribeirão da Onça (BRO) é predominantemente coberta por solos do tipo neossolo quartzarênico órtico a moderado, além de áreas com latossolos vermelhos, característicos de regiões tropicais. A topografia da bacia varia em altitude, indo de 643 a 842 metros acima do nível do mar, apresentando uma declividade média de 7,6 metros por quilômetro (Neto et al., 2011), o que influencia o escoamento superficial e a dinâmica hídrica local.

Figura 3: Mapa de localização da bacia do Ribeirão da Onça.



Fonte: Os autores.

Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger (Alvares et al., 2013), a região da BRO está inserida em uma área de clima subtropical úmido (Cwa), caracterizado por invernos secos e verões chuvosos (Beck et al., 2018). Durante o semestre chuvoso, ocorre aproximadamente 65% da precipitação anual, que totaliza uma média anual de 1500 mm, enquanto a temperatura média do ar é de 21,6°C (Cabrera et al., 2016). Em relação ao uso e ocupação do solo, as atividades agropecuárias e de silvicultura têm dominado a bacia do Ribeirão da Onça por pelo menos três décadas.

Um aspecto geológico relevante dessa bacia é sua posição estratégica sobre uma área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani (SAG), o que confere à bacia uma importância hidrogeológica significativa, tornando-a representativa em termos de recarga e dinâmica das águas subterrâneas. Este sistema aquífero fornece água para mais de 90 milhões de pessoas distribuídas entre Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai (Kirchheim et al., 2019), sendo uma das maiores e mais valiosas reservas de água subterrânea da América do Sul. A recarga do SAG, ou seja, a reposição natural da água que ocorre nas áreas de afloramento, é um fator crucial para a manutenção desse recurso hídrico. No entanto, essa mesma característica torna o aquífero vulnerável à contaminação por atividades humanas, como a presença de nitrato, nutrientes e pesticidas oriundos de práticas agrícolas e urbanas.



Adicionalmente, a bacia possui uma ampla disponibilidade de dados climatológicos coletados desde a década de 1980, por meio de iniciativas da Universidade de São Paulo (USP). O Laboratório de Hidráulica Computacional da Escola de Engenharia de São Carlos (LHC/EESC/USP) estabeleceu uma rede de monitoramento contínuo, iniciada em 2004 e expandida ao longo dos anos. Atualmente, são monitorados o nível freático e a temperatura das águas subterrâneas em 31 poços de observação ativos, além das vazões e níveis de água do ribeirão em três seções fluviométricas. A rede também conta com três estações meteorológicas automáticas instaladas na bacia, que medem os principais parâmetros climáticos, além de uma estação convencional operada pelo Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais (CRHEA/USP), localizada nas proximidades da área de estudo.

2) Seleção de modelos hidrológicos

A modelagem do transporte de pesticidas em sistemas hidrológicos é essencial para prever o comportamento de contaminantes e auxiliar na gestão ambiental. Diversos modelos foram analisados para identificar os mais adequados ao estudo das áreas selecionadas. Entre eles, o Soil and Water Assessment Tool (SWAT) destacou-se por sua capacidade de simular interações entre hidrologia e qualidade da água em grandes bacias, mas requer dados extensivos para calibração. O Pesticide Root Zone Model (PRZM) foca no transporte de pesticidas na zona não saturada e é útil para avaliar o potencial de lixiviação para aquíferos, enquanto o Hydrologic Simulation Program-FORTRAN (HSPF) e o MIKE SHE demonstraram eficácia na integração de processos superficiais e subterrâneos, sendo adequados para ambientes tropicais. Já os modelos HYDRUS-1D e HYDRUS-2D são apropriados para simulação de transporte em solos, embora não capturem interações com águas superficiais.

A eficácia desses modelos depende da disponibilidade e qualidade dos dados de entrada, além da calibração e validação em contextos locais. Assim, a modelagem não apenas contribui para a compreensão dos processos de transporte de pesticidas, mas também fornece uma base científica para a formulação de políticas públicas e práticas agrícolas sustentáveis, visando minimizar os impactos negativos no ambiente. O Quadro 1 a seguir resume vários modelos usados para simulação hidrológica de transporte de pesticidas, destacando suas vantagens e limitações com base nas referências fornecidas. O Quadro 1 fornece uma visão geral concisa dos pontos fortes e fracos de cada modelo, auxiliando pesquisadores e profissionais

na seleção da ferramenta mais apropriada para simular o transporte de pesticidas em vários contextos hidrológicos.

Quadro 1: Sumário de potencialidades e limitações dos diferentes modelos para simulação do transporte de pesticidas.

Modelo	Aplicabilidade e potencialidade	Limitações	Referências
Soil and Water Assessment Tool (SWAT)	Capaz de simular o transporte de pesticidas em escala de bacia hidrográfica; Integra noções quantitativas e qualitativas; Disponibilidade de diversos manuais de operação.	Necessidade de dados extensivos; complexidade de calibração; Aplicabilidade em grandes bacias.	(Winchell et al., 2018; Abbasi et al., 2019; Rathjens et al., 2023)
Pesticide Root Zone Model (PRZM)	Foca no transporte subterrâneo de pesticidas; Útil para avaliar o movimento vertical de pesticidas no solo.	Frequentemente criticado por suas simplificações em relação às condições reais do solo; Limitado a tipos e condições específicas de solo; Pode não contabilizar adequadamente o escoamento superficial.	(Chu and Mariño, 2004; Fox et al., 2007)
Hydrus	Este modelo simula com precisão o fluxo de água e o transporte de solutos no solo; Interface amigável ao usuário	Comumente utilizado para análises pontuais de fluxo vertical; necessidade de dados precisos de infiltração e condutividade hidráulica do solo	(Šimůnek et al., 2008; Diamantopoulos et al., 2017)
MIKE SHE	Modelo baseado em física que integra processos de águas superficiais e subterrâneas; Adaptado a várias condições e escalas hidrológicas	A natureza abrangente do modelo requer dados de entrada extensos; Devido às suas simulações detalhadas, MIKE SHE pode ser computacionalmente exigente	(Fauser et al., 2007; Wang et al., 2023)
Root Zone Water Quality Model (RZWQM)	Integra o crescimento das plantas e os processos de destino dos pesticidas.	Sensível aos parâmetros de entrada, particularmente à meia-vida dos pesticidas; A calibração pode ser demorada.	(Malone et al., 2004b, 2004a)
Vegetative Filter Strip Modeling System (VFSMOD)	Projetado especificamente para avaliar a eficácia de tampões vegetativos na redução do transporte de pesticidas; Vincula hidrologia com transporte de sedimentos.	Limitado a cenários envolvendo tampões vegetativos; Pode não levar em conta todas as vias hidrológicas.	(Abu-Zreig et al., 2001; Sabbagh et al., 2009)



Os esforços atuais foram dedicados na revisão dos modelos disponíveis para que se possa ponderar a melhor ferramenta para descrição numérica dos processos de transporte de pesticidas nas bacias experimentais da Área 1 e Área 2 descritas anteriormente. Nos próximos meses, o monitoramento nas microbacias Itaí e Ribeirão da Onça será aprofundado para integração com as ferramentas de simulação hidrológica, visando caracterizar os processos de transporte e propor estratégias de mitigação mais eficazes para áreas agrícolas tropicais.

3) Levantamento de variáveis ambientais para o estudo do transporte de pesticidas

O transporte de pesticidas em ambientes agrícolas é influenciado por uma interação complexa entre variáveis ambientais, como pedologia, hidrologia e cobertura do solo. Propriedades físicas dos solos, como textura (teores de argila, areia e silte), afetam a retenção e mobilidade dos pesticidas, determinando o potencial de lixiviação para águas subterrâneas e a dinâmica de transporte em águas superficiais. Solos argilosos tendem a reter mais pesticidas, enquanto solos arenosos facilitam o movimento rápido de contaminantes, aumentando o risco de contaminação.

A hidrologia desempenha papel essencial no transporte de pesticidas. Eventos de chuvas intensas, saturação do solo e padrões de escoamento podem mobilizar pesticidas para corpos d'água, especialmente em áreas inclinadas e com baixa cobertura vegetal. Além disso, a cobertura do solo e o uso da terra, como práticas de manejo agrícola e topografia, impactam o escoamento e a retenção de água, exacerbando ou mitigando a perda de pesticidas.

As condições químicas do solo, como a capacidade de troca de cátions (CTC), acidez e teor de carbono orgânico, também influenciam a sorção de pesticidas. Solos com alto teor de CTC retêm mais pesticidas iônicos, reduzindo a lixiviação, enquanto a presença de carbono orgânico dissolvido (COD) pode aumentar a mobilidade de compostos hidrofóbicos.

Visando entender como essas as diferentes variáveis fisiográficas citadas anteriormente estão relacionadas ao transporte de pesticidas em meio tropical, é previsto uma correlação multivariada com os dados da rede nacional experimental de monitoramento de pesticidas no Brasil que conta com 63 bacias em monitoramento distribuídas em todos os estados da federação e contemplando os mais diversos cultivos agrícolas (Figura 4). Na Tabela 2 sumariza os dados geoespaciais das variáveis a serem correlacionadas com os dados de



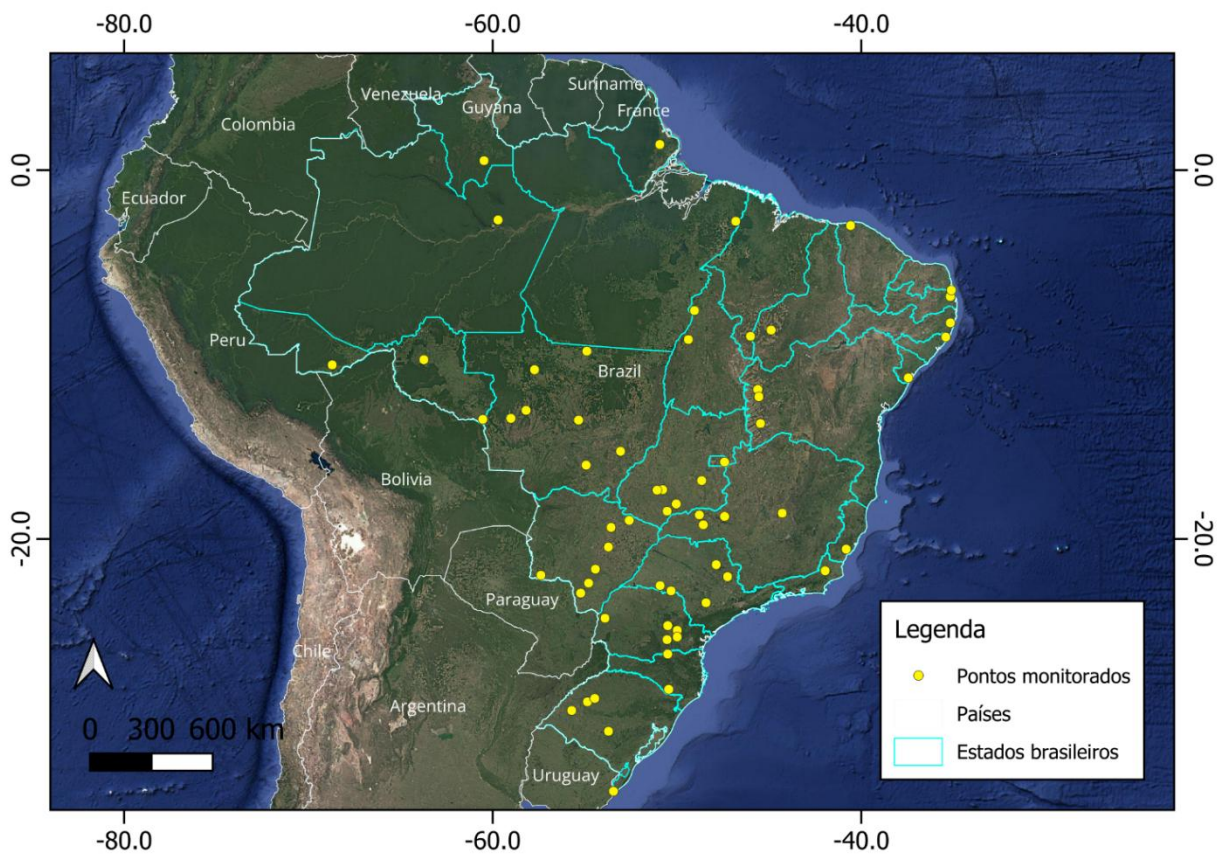
monitoramento. A etapa de correlação será realizada no próximo período, quando houver mais quantidade de dados de campo.

Tabela 2: Variáveis fisiográficas a serem utilizadas na análise multivariável de transporte de pesticidas.

Variável	Resolução espacial	Fonte
Capacidade de água do solo	30m	ANA
Cobertura do solo	30m	MAP Biomas
Declividade média	30m	COPERNICUS
Pedologia	1:250.000	IBGE
Precipitação	Pontual	ANA
Susceptibilidade à erosão	30m	EMBRAPA
Susceptibilidade ao escoamento superficial	30m	EMBRAPA
Teor de acidez	30m	SGB
Teor de areia / argila / silte	30m	SGB
Teor de carbono do solo	30m	SGB
Teor de troca catiônica	30m	SGB
Vazão	Pontual	ANA

No próximo período, será realizada uma análise multivariada para correlacionar essas variáveis com os dados de monitoramento obtidos em 63 bacias agrícolas distribuídas em todo o Brasil, a fim de identificar padrões de contaminação e aprimorar as estratégias de manejo ambiental.

Figura 4: Mapa de localização dos 63 pontos de monitoramento de pesticidas no Brasil atualmente em operação através desse projeto.



Fonte: O autor.



Atividades previstas

Dando continuidade ao desenvolvimento do projeto, as seguintes atividades estão previstas:

1) Submissão e publicação de artigo científico sobre dados de monitoramento ambiental de PFOS

a) Finalizar a redação e submissão de um artigo científico que aborde a ocorrência de PFOS, FOSA e FOSAA em água superficial, subterrânea e sedimentos.

2) Expansão do Monitoramento Ambiental de PFOS

a) Realizar coleta de amostras de água e solo nas microbacias selecionadas no estado do Mato Grosso do Sul cobrindo as áreas de vida dos tamanduás amostrados.

b) Dar continuidade as análises químicas para quantificação de PFOS nos demais tecidos de tamanduás.

c) Dar prosseguimento ao estudo piloto de tratamento de formigueiros com PFOS; realizar coletas nos tempos predeterminados e iniciar preparo de amostras e análises químicas.

d) Iniciar análises de quantificação de EtFOSA, FOSA, FOSAA, e PFOS nas amostras de água, solo e formigas (se disponíveis) coletadas até o momento nos laboratórios da Embrapa Meio Ambiente.

e) Conduzir tratamento e análise de dados para os resultados gerados visando a produção de publicações científicas com os dados de PFOS em amostras biológicas.

3) Amostragem de água superficial para análise de pesticidas de uso atual e PFOS

a) Conduzir um segundo teste de degradação dos pesticidas monitorados em amostras de água nas condições e tempo de envio das amostras reais.

b) Iniciar amostragem piloto junto a RNQA da ANA e avaliar possível mudança de parceiro institucional para amostragem de água superficial em todos os estados do país.

c) Adquirir os padrões analíticos necessários para a expansão do monitoramento de pesticidas de uso atual e POPs

d) Instalar o equipamento (GC-MSMS) adquirido para condução do projeto.



e) Validar métodos analíticos no novo equipamento, incluindo os novos compostos selecionados.

4) Aquisição de dados hidrometeorológicos

a) Levantar as bases de dados hidrometeorológicos disponíveis e coletar informações de precipitação, temperatura e vazão das estações selecionadas. Padronizar e validar os dados para assegurar consistência entre diferentes pontos de coleta.

b) Aplicar métodos de interpolação espacial, como IDW e krigagem, para preencher lacunas nos dados e garantir cobertura contínua. Em seguida, realizar análises para identificar tendências e padrões espaciais e temporais.

5) Análise de padrões e tendências de contaminação ambiental

a) Coletar e integrar os dados das características físicas das bacias hidrográficas (uso da terra, vulnerabilidade ao escoamento), dados hidrometeorológicos e concentrações encontradas de cada composto monitorado para construir uma base de informações robusta para as análises.

b) Realizar Análise de Componentes Principais (PCA) para simplificar a complexidade dos dados e destacar as variáveis mais influentes. Empregar Análise de Cluster para identificar grupos com padrões de contaminação semelhantes e áreas críticas.

c) Aplicar regressão múltipla para estabelecer a relação entre fatores ambientais e níveis de contaminação, identificando os principais vetores de poluição e oferecendo uma compreensão aprofundada dos mecanismos de contaminação nas bacias estudadas.

6) Investigar Processos de Transporte Relacionados à Contaminação de Corpos d'Água

a) Coletar amostras no exutório das bacias de estudo (Área 1 e Área 2), utilizando tanto amostradores automáticos ISCO quanto coletas manuais. Essas amostras serão analisadas em laboratório para determinar as concentrações de pesticidas, visando compreender os padrões de contaminação relacionados à cobertura do solo, pedologia e condições climáticas locais.

b) Simular o transporte de pesticidas em superfície e subsuperfície nas bacias estudadas por meio de modelagem. Para isso, será selecionado um modelo que considere a dinâmica de escoamento da água e o comportamento dos pesticidas no solo, levando em conta processos como infiltração, retenção e lixiviação. Essa



etapa permitirá prever o movimento dos pesticidas em diferentes cenários de uso do solo e variações de práticas agrícolas.

c) Realizar simulações focadas nos carreadores e caminhos preferenciais no transporte de pesticidas. O objetivo é avaliar o papel desses elementos no aumento ou redução da mobilidade dos pesticidas ao longo do tempo e sua distribuição nas camadas do solo. Os resultados complementam a análise da dinâmica do comportamento dos contaminantes obtida na fase anterior.

d) Integrar as variáveis fisiográficas (características do solo, topografia, uso da terra e precipitação) com os resultados de contaminação para obter uma visão completa dos fatores que afetam o transporte de pesticidas nas áreas de estudo. Essa análise permitirá desenvolver estratégias de mitigação mais eficazes e propor recomendações baseadas nas condições ambientais específicas de cada área monitorada.

Cronograma de Atividades

Ações	2024		2025		2026		Status
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	
Monitoramento Ambiental do PFOS							
1.1 Seleção dos pontos de amostragem							Iniciada, no prazo
1.2 Quantificação de PFOS em matrizes ambientais							Iniciada, no prazo
2. Monitoramento Piloto de Pesticidas							
2.1 Seleção dos pontos de amostragem							Iniciada, no prazo
2.2 Amostragem							Iniciada, no prazo
2.3 Análise LC/MS-MS							Iniciada, no prazo.
2.4 Análise GC/MS-MS							Não iniciada, atrasada, com previsão de regularização no primeiro semestre/2025
2.5 Aquisição de Dados Hidrometeorológicos							Iniciada, no prazo
2.6 Padrões Tendências de Contaminação Ambiental							Não iniciada, no prazo
3. Processos de Transporte							
3.1 Análise Hidrológica Transporte de Pesticidas							Iniciada, no prazo
3.2 Revisão de Literatura							Iniciada, no prazo
4. Comunicação e Disseminação dos Resultados							
4.1 Entrega de relatórios de acompanhamento							Iniciada, no prazo
4.2 Relatório com diretrizes e estratégia de monitoramento da contaminação ambiental por agrotóxicos e PFOS (sulfato de perfluorooctano)							Não iniciada, no prazo

 Planejado
  Executado



REFERÊNCIAS

- Abbasi, Y., Mannaerts, C. M., and Makau, W. (2019). Modeling Pesticide and Sediment Transport in the Malewa River Basin (Kenya) Using SWAT. *Water*. doi: 10.3390/w11010087.
- Abu-Zreig, M., Rudra, R. P., and Whiteley, H. R. (2001). Validation of a Vegetated Filter Strip Model (VFSMOD). *Hydrol. Process*. doi: 10.1002/hyp.101.
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., de Moraes Gonçalves, J. L., and Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol. Zeitschrift* 22, 711–728. doi: 10.1127/0941-2948/2013/0507.
- Beck, H. E., Zimmermann, N. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Berg, A., and Wood, E. F. (2018). Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Sci. Data* 5, 180214. doi: 10.1038/sdata.2018.214.
- Cabrera, M. C. M., Anache, J. A. A., Youton, C., and Wendland, E. (2016). Performance of evaporation estimation methods compared with standard 20 m² tank. *Rev. Bras. Eng. Agrícola e Ambient.* 20, 874–879. doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v20n10p874-879.
- Chu, X., and Mariño, M. A. (2004). Semidiscrete Pesticide Transport Modeling and Application. *J. Hydrol.* doi: 10.1016/j.jhydrol.2003.07.004.
- Diamantopoulos, E., Šimůnek, J., Oberdörster, C., Hammel, K., Jene, B., Schröder, T., et al. (2017). Assessing the Potential Exposure of Groundwater to Pesticides: A Model Comparison. *Vadose Zo. J.* 16, 1–13. doi: 10.2136/vzj2017.04.0070.
- Fausser, P., Thomsen, M., Sørensen, P. B., and Petersen, S. (2007). Predicted Concentrations for Pesticides in Drainage Dominated Catchments. *Water. Air. Soil Pollut.* 187, 149–156. doi: 10.1007/s11270-007-9503-0.
- Fox, G. A., Sabbagh, G. J., Malone, R. W., and Rojas, K. W. (2007). Modeling Parent and Metabolite Fate and Transport in Subsurface Drained Fields With Directly Connected Macropores^{>1}. *Jawra J. Am. Water Resour. Assoc.* doi: 10.1111/j.1752-1688.2007.00116.x.
- Gonçalves, A. O. (2020). Caracterização hidrossedimentológica e sua relação com o índice de qualidade participativo do plantio direto, na bacia do Alto Paranapanema-SP. doi: 10.11606/T.11.2020.tde-22012020-095632.
- Kirchheim, R. E., Gastmans, D., Chang, H. K., and Gilmore, T. E. (2019). The use of isotopes in evolving groundwater circulation models of regional continental aquifers: The case of the Guarani Aquifer System. *Hydrol. Process.* 33, 2266–2278. doi: 10.1002/hyp.13476.
- Malone, R. W., Ahuja, L. R., Ma, L., Wauchope, R. D., Ma, Q., and Rojas, K. W. (2004a). Application of the Root Zone Water Quality Model (RZWQM) to



- Pesticide Fate and Transport: An Overview. *Pest Manag. Sci.* doi: 10.1002/ps.789.
- Malone, R. W., Ma, L., Wauchope, R. D., Ahuja, L. R., Rojas, K. W., Ma, Q., et al. (2004b). Modeling Hydrology, Metribuzin Degradation and Metribuzin Transport in Macroporous Tilled and No-till Silt Loam Soil Using RZWQM. *Pest Manag. Sci.* doi: 10.1002/ps.738.
- Neto, A. A. M., Melo, D. de C. D., and Wendland, E. C. (2011). Bacia representativa em região de afloramento do Aquífero Guarani. in *XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, ed. ABRH (Porto Alegre: ABRH), 1–20.
- Rathjens, H., Kiesel, J., Winchell, M., Arnold, J. G., and Sur, R. (2023). Technical Note: Extending the SWAT Model to Transport Chemicals Through Tile and Groundwater Flow. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* doi: 10.5194/hess-27-159-2023.
- Sabbagh, G. J., Fox, G. A., Kamanzi, A., Roepke, B., and Tang, J. (2009). Effectiveness of Vegetative Filter Strips in Reducing Pesticide Loading: Quantifying Pesticide Trapping Efficiency. *J. Environ. Qual.* doi: 10.2134/jeq2008.0266.
- Sabino, H., Vasques, G. M., Hermani, L. C., and Dart, R. O. (2020). MORFOMETRIA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DE PRIMEIRA ORDEM EM ÁREAS AGRÍCOLAS SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO: DELIMITAÇÃO E PROPENSÃO À EROÇÃO E INUNDAÇÃO. *Rev. Bras. Geomorfol.* 21. doi: 10.20502/rbg.v21i3.1770.
- Santos, H. G. Dos, Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C. Dos, Oliveira, V. Á. De, Lumberras, J. F., Coelho, M. R., et al. (2018). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5ª edição. Brasília, DF: Embrapa.
- Šimůnek, J., Köhne, J. M., Kodešová, R., and Šejna, M. (2008). Simulating nonequilibrium movement of water, solutes and particles using hydrus - a review of recent applications. *Soil Water Res.* 3, S42–S51. doi: 10.17221/1200-SWR.
- Wang, B., Li, S., and Ge, Y. (2023). Numerical Simulation of the Lower and Middle Reaches of the Yarkant River (China) Using MIKE SHE. *Water* 15, 2492. doi: 10.3390/w15132492.
- Winchell, M., Peranginangin, N., Srinivasan, R., and Chen, W. (2018). Soil and Water Assessment Tool Model Predictions of Annual Maximum Pesticide Concentrations in High Vulnerability Watersheds. *Integr. Environ. Assess. Manag.* doi: 10.1002/ieam.2014.



ANEXO 1

Rascunho do artigo em desenvolvimento

Potential Environmental Occurrence of Perfluorooctanesulfonic Acid
from Sulfluramid-Based Ant Bait Usage and Its Ecotoxicological Risks

Yago Guida ^a, Robson Rolland Monticelli Barizon ^{b,*}, Fábio Kummrow ^c, Márcia
Regina Assalin ^b, Maria Aparecida Rosa ^b, Ricardo Antônio Almeida Pazianotto ^b

^a Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Ilha do
Fundão, Rio Janeiro, RJ, 21941-902, Brazil.

^b Brazilian Agricultural Research Corporation – Embrapa. SP 340 Road. Zip code:13918-110.
Jaguaríuna, SP, Brazil.

^c Departamento de Ciências Farmacêuticas, Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e
Farmacêuticas, Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) - Campus Diadema, Rua São
Nicolau, 210 - Centro, Diadema, SP, Brazil.

*Corresponding author: robson.barizon@embrapa.br



ABSTRACT

Após primeira revisão e inclusão da parte ecotoxicológica

Keywords: Environmental contamination; Forever chemicals; Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS); Perfluoroalkyl acids (PFAAs); Pesticides; Insecticides; Environmental risk assessment.



1. INTRODUCTION

Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) are a diverse group of synthetic chemicals widely used since the 1950s due to their unique properties such as thermal stability, resistance to degradation, and ability to repel water and oil ([3M, 2000](#); [Glüge et al., 2020](#); [Henry et al., 2018](#); [Kissa, 2001](#); [Schultz et al., 2003](#)).

Among them, perfluoroalkyl acids (PFAAs) are a subgroup of PFAS of particular concern due to their high environmental persistence, bioaccumulation potential, and widespread distribution in air, water, soil, sediment, biota, and human tissues and ([Cousins et al., 2022](#); [Fiedler et al., 2022](#); [Kurwadkar et al., 2022](#); [Liu et al., 2021](#)).

Perfluorooctanesulfonic acid (PFOS), a PFAAs representative, is one of the most extensively studied PFAS and is commonly referred to as a “forever chemical” due to its high resistance to degradation in the environment. Besides, PFOS poses significant ecotoxicological risks to aquatic ecosystems due to its bioaccumulation, and toxicity. The compound is particularly toxic to benthic organisms and has been shown to adversely impact aquatic invertebrates and plankton, which are key components of the aquatic food web ([Ma et al., 2022](#)). Moreover, studies have demonstrated that PFOS has a high potential for bioaccumulation in fish and other aquatic species, which in turn poses risks to higher trophic levels, including birds and mammals that rely on these species as a food source ([Giesy & Kannan, 2001](#); [Xu et al., 2014](#)).



The bioaccumulative nature of PFOS, coupled with the chemical's tendency to biomagnify, means that even low concentrations in water and sediment can lead to significant exposure and adverse effects in top predators, including in humans (Chen et al., 2020; Zhao et al., 2012). This compound has been linked to hepatotoxicity, reproductive toxicity and developmental toxicity in mammals, including humans, and it has been shown to be particularly toxic to children (Pelch et al., 2022; Goodrich et al., 2022; Hærvig et al., 2022; Cao and Ng, 2021; Wang et al., 2020; Goudarzi et al., 2017).

In recognition of these adverse effects, PFOS, its salts, and perfluorooctane sulfonyl fluoride (PFOSF) were listed under Annex B of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs) in 2009, with restrictions aimed at limiting its use to acceptable purposes (UNEP, 2009). As a Party to the Stockholm Convention, Brazil requested the acceptable purpose use of PFOSF exclusively for the synthesis of sulfluramid (EtFOSA), an insecticide active ingredient used to control leaf-cutting ants (genus *Atta* and *Acromyrmex*) that are considered a major agricultural and forestry pest (MMA, 2015). This is currently the only registered use of PFOS related compounds in Brazil although other uses had existed in the country (Torres et al., 2022).

The continued use of sulfluramid-based ant baits is advocated by a lack of better alternatives (de Britto et al., 2016; UNEP, 2024). However, EtFOSA is identified as a PFOS precursor in the environment, with studies showing that it biodegrades into PFOS under aerobic conditions, with higher PFOS yields observed in Brazilian



soils compared to Canadian soils (Mejia Avendaño and Liu, 2015; Löfstedt Gilljam et al., 2016b; Tomy et al., 2004; Yin et al., 2018; Zabaleta et al., 2018; Zhang et al., 2022; Zhao et al., 2018a, 2018b). According to findings published by Zhang et al. (2017), the biodegradation of EtFOSA under aerobic conditions leads to the formation of perfluorooctane sulfonamide acetic acid (FOSAA) and perfluorooctane sulfonamide (FOSA), which eventually convert into PFOS.

In order to support Brazil in making informed decisions regarding the agricultural use of sulfluramid, we previously investigated the biodegradation of EtFOSA in Brazilian soils typical of forest plantations (Guida et al., 2023). The biodegradation assay conducted to assess the formation of PFOS and other precursor compounds, such as FOSAA and FOSA, revealed that EtFOSA transformed into PFOS with a 30% yield over 120 days, while PFOS precursors remained present (Guida et al., 2023). In soils with plants, the biodegradation of EtFOSA resulted in higher PFOS yields compared to plant-free soils (Zabaleta et al., 2018; Yin et al., 2018). Besides, the transformation of FOSA into PFOS has also been observed in aquatic environments (Rhoads et al., 2008; Plumlee et al., 2009; Benskin et al., 2013). This suggests that the use of sulfluramid-based ant baits could contribute significantly to environmental PFOS pollution. Assuming a complete transformation of EtFOSA into PFOS, approximately 357 tonnes of PFOS could have been released to the environment only due to sulfluramid-based ant bait usage in Brazil (Guida et al 2023b).



Therefore, we aimed to investigate the occurrence of PFOS and its precursors from sulfluramid-based ant baits application (EtFOSA, FOSAA and FOSA) in surface water, groundwater and sediment from micro-watersheds predominantly used for agricultural purposes, focusing on forest plantation, in Brazil.

2. MATERIALS & METHODS

2.1. Characterization and selection of the monitored watersheds

Spatial surveys were conducted in reforestation areas in the states of São Paulo and Paraná, as these plantations frequently use sulfluramid-based ant baits to combat leaf-cutting ants and represent the crops with the highest use of this molecule. The delineation of the micro-watersheds was performed using the ArcSWAT extension for ArcGIS version 10.3. The SRTM digital elevation model was used to obtain the sub-watersheds through ArcSWAT. In total, 11 sub-watersheds in planted forest areas were selected for preliminary evaluation. From those, three sub-watersheds were excluded due to the presence of dams along the watercourse and small communities in the headwater regions. But one watershed (PF1) was kept as an industrial/urban control for the study, as it features a significant urban and industrial complex. Thus, a total of eight watersheds were monitored in the present study (Fig. 1).

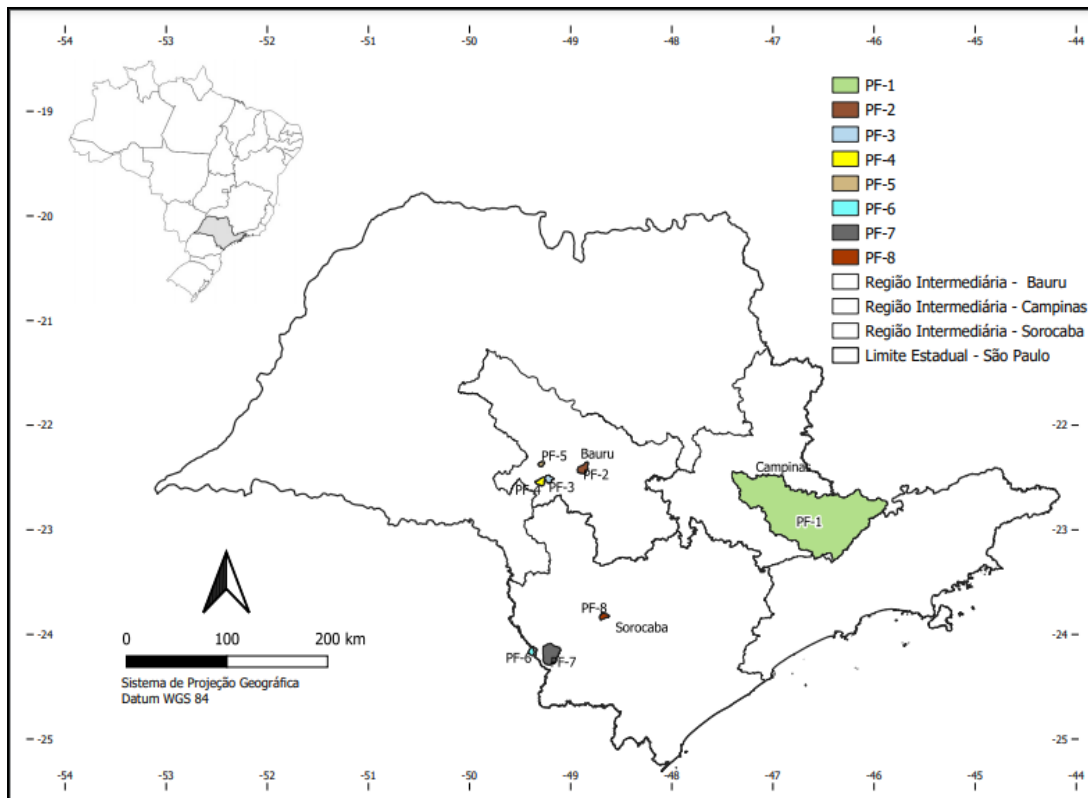


Figure 1: Geographical location of the eight micro-watersheds selected in São Paulo and Paraná, Brazil. (Imagem precisa ser melhorada e traduzida)

After the selection and delineation, the selected watersheds were characterized based on the predominant soils in each basin, as well as slope and land use. The soil map source for the watersheds in the state of São Paulo was the soil survey by the State Secretariat for the Environment of São Paulo (São Paulo, 2017). For the basin located in the state of Paraná, the Brazilian territory soil map (1:5,000,000) was used (Referencia?).

The slope map was generated from the SRTM elevation raster and converted to the Sirgas UTM 22 S datum and projection. Slope images were produced using the



Slope command in QGIS and are shown in the supplementary file. Slope classes were classified according to the Brazilian Soil Classification System from Embrapa, as Flat: 0–3%; Gently undulating: 3–8%; Undulating: 8–20%; Strongly undulating: 20–45%; Mountainous: 45–75%; and Strogly mountainous: >75%.

The land use map was prepared using raster images obtained from the TerraClass Cerrado platform (Almeida et al., 2016; Brasil, 2021). However, for points PF1, PF5, and PF8, which were not covered by TerraClass mapping, the images used were obtained from the MapBiomias platform – Collection 5 – Year 2019, Cerrado and Atlantic Forest biomes. The selected watersheds were then clipped for the cerrado and Atlantic Forest biomes' rasters.

Shapefiles of planted areas provided by forestry companies were also clipped from the selected watershed shapefiles. Subsequently, the shapefiles of the planted forest areas in the micro-watersheds were merged, overlapping the coincident areas of the land use raster from TerraClass/MapBiomias. In this way, the land use map for each micro-watershed was composed of the forestry companies' shapefile with a complement from the land use raster.

Figure 2 presents the land use map of the PF1 watershed, which has mixed-use, meaning it is influenced by agricultural, urban, and industrial activities. The remaining land use maps are presented in the supplementary file. The urban structure in PF1 represents 6.2% of the watershed area, and it is also characterized by significant industrial activity. Due to the large area of the watershed PF1, covering 719,911 hectares, slope and soil maps were not

generated. Besides, this information is not relevant to the purpose of selecting this sampling point for the study. The PF1 watershed was included as a positive control since urban and industrial activities are known sources of PFOS contamination.

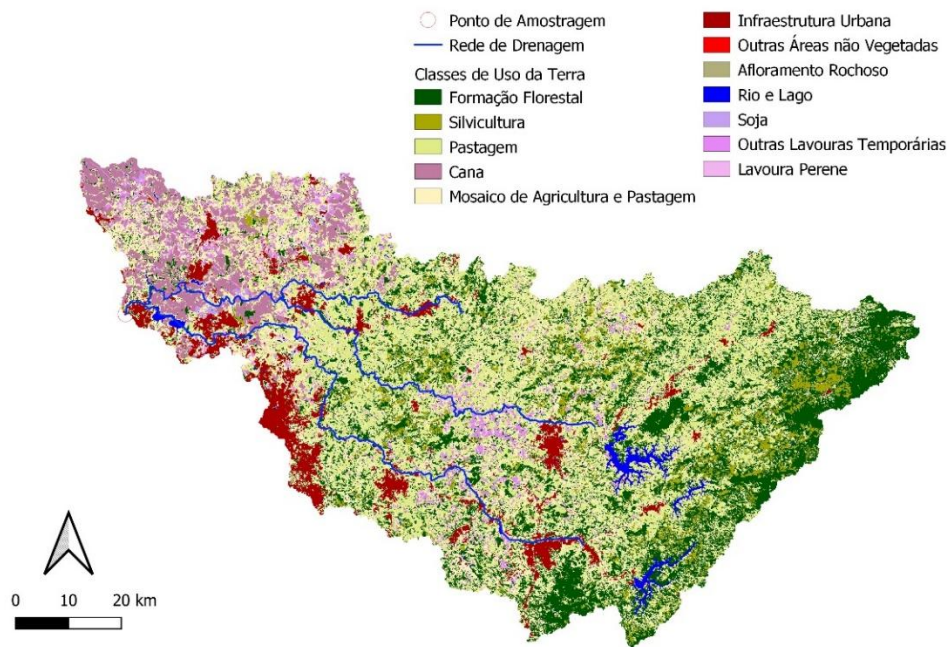


Figure 2: Land use map of the PF1 watershed. Source: MapBiomass - Collection 5 – Year 2019. (Imagem precisa ser melhorada e traduzida)

For the other seven watersheds, which are predominantly used for forestry and agriculture, the participation of commercial forest species, such as eucalyptus and pine, ranged from 40.8% (PF5) to 94.7% (PF6). The total contributing area of the watersheds ranged from 2,483 hectares (PF5) to 28,910 hectares (PF7).



Additionally, it is worth noting that no industrial, urban, nor rural settlements were present in any of the selected watersheds, which could otherwise be considered potential sources of PFOS contamination. Information on total area, planted forest area, and predominant terrain slope class are summarized in [Table 1](#).

Table 1: Summarized information on the total area, planted forest area in percentage of the total area, and predominant terrain slope class for each sampling point

Sampling point	Total area	Planted forest	Slope class
	ha	%	
PF1	719,911	6.1	n.a.
PF2	8,776	71.9	Gently undulating
PF3	4,953	54.6	Gently undulating
PF4	5,679	66.1	Gently undulating
PF5	2,483	40.8	Undulating
PF6	3,685	94.7	Undulating
PF7	28,910	52.2	Undulating
PF8	4,478	81.4	Undulating

n.a = not available information.

2.2. Sampling

Water (both surface and groundwater) and sediment samples were collected over multiple campaigns. Surface water samples were collected monthly during one year, from October 2020 to September 2021, from the eight watersheds selected using a 500 mL stainless steel collector attached to a telescopic rod or a stainless

steel bucket, depending on access to the watercourse. Groundwater samples were collected from monitoring wells installed in plots cultivated with commercial forest species in the states of Paraná and Santa Catarina. Groundwater samples were taken from two wells in each location in late April and early May 2021. The main characteristics of the monitoring wells are presented in Table 2. Sediment samples were collected using an Ekman-Birge sampler in all monitored watersheds during February 2021 (rainy season) and July 2021 (dry season). All surface water, groundwater, and sediment samples were stored in polypropylene bottles, refrigerated, packed in thermal boxes, and sent to the laboratory within 48 hours.

Table 3: Characterization of monitoring wells in the states of Santa Catarina (SC) and Paraná (PR).

Sampling point	Sampling date	State	Water table depth (m)	Crop	Age (Years)
GW1	05/05/21	PR	21	Eucalyptus	7
GW2	05/05/21	PR	18	Eucalyptus	7
GW3	29/04/21	SC	13	Pine	11
GW4	29/04/21	SC	10	Pine	7

2.3. Chemicals & Standards

Ammonium acetate (LC-MS grade) and anhydrous magnesium sulfate (analytical grade) were sourced from Sigma-Aldrich (Missouri, USA). Methanol (LC-MS grade) was obtained from Supelco (Massachusetts, USA). Ultra-pure water was produced using a Milli-Q® Elix-Rios/Advantage A10 water purification system from Millipore



(Massachusetts, USA). Sodium acetate (analytical grade, anhydrous) and acetonitrile (HPLC-grade) were provided by Scharlau (Barcelona, Spain). Certified analytical standards of PFOS (100% purity), FOSA (95.3% purity), and EtFOSA (97.1% purity) were supplied by AccuStandard (New Haven, USA), while FOSAA (>98% purity) was obtained from Wellington Laboratories (Ontario, Canada).

2.4. Sample preparation and chemical analysis

The method for analyzing EtFOSA, FOSAA, FOSA, and PFOS in water samples (both surface and groundwater) was adapted from the [EPA \(2018\) guidelines](#). First, the pH of the samples was adjusted to between 6 and 7. CHROMABOND® HR-X cartridges (6 mL, 200 mg) were used to extract 500 mL of water samples, with prior conditioning using 5 mL of methanol and 5 mL of ultra-pure water. The cartridges were then dried under vacuum with a nitrogen flow for 20 minutes. The analytes were eluted using methanol (4 x 2 mL) and collected in polypropylene vials. Ammonium acetate solution (20 mM, 2 mL) in methanol was added to the eluate. The total volume (10 mL) was evaporated under a nitrogen flow at room temperature until reduced to 0.5 mL. The final extract was reconstituted with mobile phase (methanol: 20 mM ammonium acetate, 70:30 v/v), adjusting the final volume to 1 mL, and injected into an ultra-performance liquid chromatography coupled to a triple quadrupole tandem mass spectrometer (UPLC-ESI-MS/MS).

Sediment samples were treated according to the method proposed by [Cassoli de Souza Dutra et al., \(2020\)](#), based on QuEChERS acetate buffering extraction, as



previously described by [Guida et al., \(2023\)](#). The samples were dried in a forced-air circulation oven at $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$, sieved (1 mm), and weighed into 50 mL polypropylene tubes. Initially, 4 mL of pure water was added to the tubes containing 10 g of sediment, followed by vortexing for 30 seconds. The analytes were extracted using 14 mL of acetonitrile, and the mixture was vortexed for 2 minutes at 1600 rpm. Then, 6 g of anhydrous magnesium sulfate and 1.5 g of anhydrous sodium acetate were added, shaken manually for 10 seconds, and vortexed for 5 minutes. The tubes were centrifuged at 10,000 rpm at 10°C for 10 minutes. After phase separation, 7 mL of the supernatant was evaporated to dryness under a nitrogen stream. The residue was reconstituted with 1.0 mL of mobile phase (70% methanol: 30% ammonium acetate 20 mM, v/v) and filtered through a $0.22\ \mu\text{m}$ PVDF syringe filter (Millipore) before being injected into the UPLC-ESI-MS/MS system for analysis.

2.5. Instrumental Analysis

The instrumental analysis did not differ between water and sediment samples. Chemical concentrations were measured using an UPLC-ESI-MS/MS system (model Quattro Premier XE, Waters Corporation, Massachusetts, USA), as previously described by [Guida et al., \(2023\)](#).

The electrospray ionization (ESI) parameters were optimized in negative mode by infusing individual analyte solutions (1.0 mg/L) prepared in a solution of 20 mM ammonium acetate and methanol (50:50, v/v) at a flow rate of 0.02 mL/min. The



capillary voltage was set to 3.0 kV, and the source temperature was maintained at 120°C. Nitrogen was used as the desolvation gas at 400°C with a flow rate of 500 L/h, while argon served as the collision gas, flowing at 20 mL/min.

Chromatographic separation was achieved using an Acquity UPLC® BEH C18 column (1.7 µm, 2.1 mm ID, 100 mm) (Waters, Dublin, Ireland) at 40°C. The mobile phase consisted of 20 mM ammonium acetate (A) and methanol (B). A gradient elution program was used, starting with 70% B for 7 minutes, increasing to 90% for the next 2 minutes, before returning to the initial conditions, with a total run time of 10 minutes. The flow rate was maintained at 0.25 mL/min, and the injection volume was set to 20 µL. Multiple Reaction Monitoring (MRM) mode was employed, with two transitions monitored per analyte (quantifier and qualifier ions). Data acquisition was performed using MassLynx software, version 4.1 (Waters Corporation, Massachusetts, USA).

2.7. Method validation

The validation of the analytical methods for monitoring EtFOSA, FOSAA, FOSA, and PFOS in water and sediment samples was performed to verify the method regarding selectivity, linearity, detection limit of the instrument (LOD), quantification limit of the method (LOQ), accuracy (recovery) and precision (repeatability and intermediate precision) according to the INMETRO/DOQ-CGCRE-008 guidelines (INMETRO, 2020). Results of the method applied for sediment samples were



previously described elsewhere ([Guida et al., 2023](#)). Thus, we presented here only the results of the method used for water samples.

2.8. Statistical analysis

Confirmar detalhes com Ricardo

3. RESULTS & DISCUSSION

3.1. Method validation

The selectivity of the compounds was assessed by comparing chromatograms of blank samples (samples without target compounds) with those of blank samples spiked with the target compounds. No peaks corresponding to interfering compounds with the same retention time and m/z values as the target chemicals were observed.

Linearity was assessed using 7-point calibration curves (ranging from 0.10 to 10 ng/mL, depending on the analyte) prepared in matrix-matched solvent extracts. A weighted ($1/x$) linear least-square regression was applied, resulting in coefficients of determination (R^2) values greater than 0.99 for all analytes. The limit of detection (LOD) was determined as the lowest analyte concentration that produced a coefficient of variation of less than 20% in the peak areas for six replicates ($n = 6$). The limit of quantification (LOQ) was defined as the lowest concentration of the analyte in the matrix that could be quantified with acceptable accuracy (between

70% and 120%) and precision (relative standard deviation, $RSD \leq 20\%$). Retention times, quantifier and qualifier ions, as well as LOD and LOQ values for the target compounds, are presented in Table 3.

Table 2: Selected reaction monitoring (SRM) settings, LOD and LOQ for the target compounds in water. (Como o LOQ é menor que o LOD?)

Analyte	Retention Time (min)	Quantifier ion (m/z)	Qualifier ion (m/z)	LOD ng mL^{-1}	LOQ ng mL^{-1}
EtFOSA	9.45	526 > 169	526 > 219	0.10	0.0002
FOSAA	4.37	556 > 419	556 > 498	1	0.004
FOSA	5.52	498 > 78	498 > 478	0.25	0.0005
PFOS	3.03	499 > 80	499 > 99	0.5	0.002

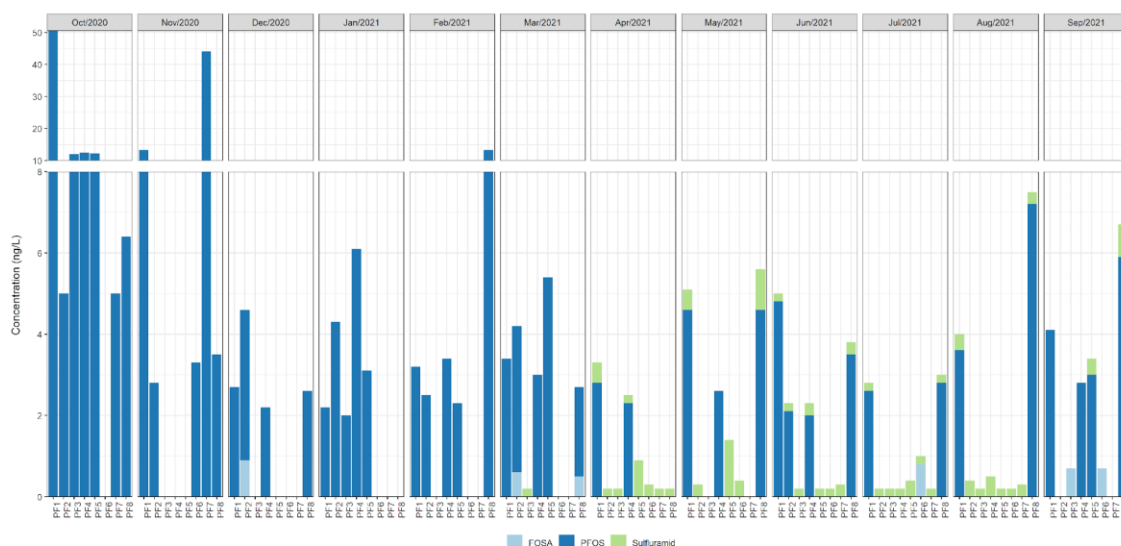
Accuracy (as percent recovery) was assessed using a total of ten replicates ($n = 10$) over two different days at three concentration levels (LOQ and $2 \times \text{LOQ}$) for all target compounds. The recovery values for the target compounds were within the acceptable range of 70% to 120%. Intra-day precision was evaluated by analyzing five replicates ($n = 5$) at each concentration level on the same day, while inter-day precision was determined using ten replicates ($n = 10$) at each concentration level on different days. The relative standard deviation (RSD) for both intra-day and inter-day precision was below 20% (Table 4).

Table 3: Validation data of the analytical method for the determination of PFOS, FOSA, EtFOSA and FOSAA in water.

Analyte		Recovery (%) (n=5)	Precision (RSD%)	
			Intra-day (n=5)	Inter-day (n=10)
EtFOSA	LOQ	83.2	19.3	21.4
	2 x LOQ	84.6	21.9	23.7
FOSAA	LOQ	79.2	20.5	20.4
	2 x LOQ	65.2	22.1	16.9
FOSA	LOQ	112.4	12.5	18.2
	2 x LOQ	111.5	15.4	16.3
PFOS	LOQ	93.4	16.8	18.2
	2 x LOQ	116.2	13.5	12.4

3.2. Surface and ground water

Detailed results are presented for each compound by sampling campaigns at each sampling site in the supplementary file and illustrated in Figure 3. All the compounds analyzed were detected in surface water samples from all the monitored watersheds during at least one sampling period. PFOS had the highest detection frequency, being found in 85.3% of the samples, followed by sulfluramid (63.2%), FOSA (51.6%), and FOSAA (43.2%).



The sampling period with the highest average sulfuramid concentrations was in May 2021, while the lowest concentrations for this compound were observed in October 2020, November 2020, and March 2021. In December 2020, January 2021, and February 2021, no sulfuramid was detected at any sampling point. PFOS was detected in higher concentrations in October 2020, with the lowest concentrations recorded in April 2021. FOSA had an average concentration of 3 ng L⁻¹ from October 2020 to February 2021, but it was no longer detected in subsequent months. FOSA showed the highest average concentration in December 2020.

The PF1 site (urban/industrial and agricultural drainage area) recorded the highest PFOS concentrations, with an average of 8.2 ng L⁻¹. The highest average PFOS concentration among exclusively agricultural watersheds was at PF8 (4.4 ng L⁻¹), while the lowest was at PF6 (1.5 ng L⁻¹). Sulfuramid had the highest average concentrations at PF5 (0.54 ng L⁻¹) and the lowest at PF2 (0.21 ng L⁻¹). FOSA



showed the highest concentrations in samples from PF2 and PF6. FOSAA, when present, was consistently detected at the limit of quantification of the analytical method.

The detection of PFOS at all sampling locations, which feature different soil and climate conditions, suggests that the formation of this compound from sulfluramid likely occurs in other agricultural production scenarios where sulfluramid-based ant baits are used to control leaf-cutting ants. Since the method of applying these baits does not vary based on the crop being protected, it can be inferred that the transformation of sulfluramid into PFOS occurs under all conditions of use.

The PFOS concentrations observed in surface waters are consistent with the values reported by [Nascimento et al. \(2018\)](#), who investigated the presence of this substance in the Itanhaém River in southern Bahia (northeast Brazil), where PFOS concentrations ranged from 0.1 to 2 ng/L. The biodegradation of sulfluramid was the primary hypothesis for these findings.

Most studies analyzing PFOS in water have focused on marine environments, which are influenced by various PFAS contamination sources, making it difficult to directly compare with the current study, which analyzed only freshwater systems. However, similar values to those observed by [González-Gaya et al. \(2014\)](#) in ocean water samples from tropical and subtropical regions were found. For most other studies, the PFOS concentrations detected were lower ([Quinete et al., 2009](#); [Benskin et al., 2012](#); [Gilljam et al., 2016](#)), likely due to the dilution effect in ocean waters, which may explain the lower PFOS concentrations in marine environments.

Except for FOSAA, all compounds were quantified in groundwater samples collected from locations in the states of Paraná and Santa Catarina. PFOS showed the highest concentrations, followed by FOSA and sulfluramid (Table 5).

Table 4: Concentrations of EtFOSA, FOSAA, FOSA, and PFOS in groundwater samples collected from monitoring wells installed in plots cultivated with commercial forest species in the states of Paraná (PR) and Santa Catarina (SC).

Analyte	PR		SC	
	GW1	GWF2	GWF3	GWF4
	ng L ⁻¹			
EtFOSA	0.2	0.2	0.5	0.2
FOSAA	<LD	<LD	<LD	<LD
FOSA	1.7	0.6	1.4	1.8
PFOS	22.6	7.0	22.4	6.7

<LD = below the limit of detection

The groundwater monitoring wells were located in plots of planted forests treated with ant baits, with no urban or industrial contamination sources nearby. Therefore, the only possible contamination route in this scenario is the biodegradation of sulfluramid applied through ant baits, reinforcing the evidence presented earlier (Guida et al., 2023).

3.3. Sediment

The detection of the selected analytes was considerable different between the two sampling campaigns, conducted in February 2021 (rainy season) and July 2021



(dry season). In the rainy season, EtFOSA, FOSAA, FOSA and PFOS were detected only at PF8. During the dry season, FOSAA was not detected at any sampling location. For the other compounds, at least two of the analyzed substances were quantified in the samples from all monitored locations. EtFOSA was not detected only at the PF3. PFOS was not quantified at PF1, PF2, PF6, and PF7, while FOSA was present in the sediment samples from all sampling points. The highest concentration of PFOS was observed at PF5 during the dry season (Table 6).

Analyte	PF1	PF2	PF3	PF4	PF5	PF6	PF7	PF8
ng g ⁻¹								
Fev/21								
EtFOSA	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	0.03
FOSAA	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	0.07
FOSA	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	0.03
PFOS	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	0.07
Jul/21								
EtFOSA	0.06	0.07	< LD	0.07	0.07	0.09	0.17	0.15
FOSAA	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
FOSA	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.07
PFOS	< LD	< LD	0.12	0.11	0.44	< LD	< LD	0.21

<LD = below the limit of detection

The lower detection frequency observed during February 2021 collection can be attributed to the higher rainfall during this period compared to the July 2021 sampling, which is historically one of the driest months of the year in the state of



São Paulo. In these wetter conditions, river flow and potential energy increase, reducing the deposition of sediments at the bottom of the riverbed.

4. CONCLUSIONS

Ao final, após primeira revisão e inclusão da parte de ecotox

5. ACKNOWLEDGMENT

This study is part of the Project: “Review and Update of the Brazilian National Implementation Plan for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants”, funded by the Global Environment Facility (GEF-UNEP: SSFA/2019/002/GLF- SB-001062.03.02.23) and developed under the umbrella of the Brazilian Ministry of Environment, as the focal point for the Stockholm Convention.

Incluir outros agradecimentos??? Shape files, coletas?

6. REFERENCES

Ahmed, M.B., Johir, M.A.H., McLaughlan, R., Nguyen, L.N., Xu, B., Nghiem, L.D.,
2020. Per- and polyfluoroalkyl substances in soil and sediments: Occurrence,



fate, remediation and future outlook. *Science of The Total Environment* 748, 141251. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141251>

Ankley, G.T., Cureton, P., Hoke, R.A., Houde, M., Kumar, A., Kurias, J., Lanno, R., McCarthy, C., Newsted, J., Salice, C.J., Sample, B.E., Sepúlveda, M.S., Steevens, J., Valsecchi, S., 2021. Assessing the Ecological Risks of Per- and Polyfluoroalkyl Substances: Current State-of-the Science and a Proposed Path Forward. *Environ Toxicol Chem* 40, 564–605. <https://doi.org/10.1002/etc.4869>

Brambilla, G., D'Hollander, W., Oliaei, F., Stahl, T., Weber, R., 2015. Pathways and factors for food safety and food security at PFOS contaminated sites within a problem based learning approach. *Chemosphere*. 129, 192-202. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.09.050>

Bastos, J.K., Freitas, L.A.P., Pagliarussi, R.S., Merino, R.E., 2001. A rapid quantitative method for the analysis of sulfluramid and its isomers in ant bait by capillary column gas chromatography. *Journal of Separation Science* 24, 406–410. [https://doi.org/10.1002/1615-9314\(20010501\)24:5<406::AID-JSSC406>3.0.CO;2-H](https://doi.org/10.1002/1615-9314(20010501)24:5<406::AID-JSSC406>3.0.CO;2-H)

Benskin, J.P., Ikonomidou, M.G., Gobas, F.A.P.C., Begley, T.H., Woudneh, M.B., Cosgrove, J.R., 2013. Biodegradation of N-Ethyl Perfluorooctane Sulfonamido Ethanol (EtFOSE) and EtFOSE-Based Phosphate Diester (SAmPAP Diester) in Marine Sediments. *Environ. Sci. Technol.* 47, 1381–1389.



<https://doi.org/10.1021/es304336r>

Cassoli de Souza Dutra, D.R., Regina Assalin, M., Scanagatta Dos Santos, R., F.

Gaspar de Carvalho Dores, E., 2020. Method validation for multiresidue pesticide determination in riverbed sediment using QuEChERS and GC-MS/MS and application in samples from an important watershed in Central Western Brazil. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 100, 1536–1548. <https://doi.org/10.1080/03067319.2019.1657107>

Costello, M.C.S., Lee, L.S., 2020. Sources, Fate, and Plant Uptake in Agricultural Systems of Per- and Polyfluoroalkyl Substances. *Curr Pollution Rep.*

<https://doi.org/10.1007/s40726-020-00168-y>

Cousins, I.T., Johansson, J.H., Salter, M.E., Sha, B., Scheringer, M., 2022. Outside the Safe Operating Space of a New Planetary Boundary for Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS). *Environ. Sci. Technol.* 56, 11172–11179.

<https://doi.org/10.1021/acs.est.2c02765>

de Britto, J., Forti, L., Oliveira, M., Zanetti, R., Wilcken, C., Zanuncio, J., Loeck, A., Caldato, N., Nagamoto, N., Lemes, P., Camargo, R., 2016. Use of alternatives to PFOS, its salts and PFOSF for the control of leaf-cutting ants *Atta* and *Acromyrmex*. *Ijres* 3, 11–92s

De Voogt, P. (Ed.), 2010. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology Volume 208, Reviews of Environmental Contamination and Toxicology.*

Springer New York, New York, NY. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6880-7>



- Deng, Y., Liang, Z., Lu, X., Chen, D., Li, Z., Wang, F., 2021. The degradation mechanisms of perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) by different chemical methods: A critical review. *Chemosphere* 283, 131168. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131168>
- Dorneles, P.R., Lailson-Brito, J., Azevedo, A.F., Meyer, J., Vidal, L.G., Fragoso, A.B., Torres, J.P., Malm, O., Blust, R., Das, K., 2008. High Accumulation of Perfluorooctane Sulfonate (PFOS) in Marine Tucuxi Dolphins (*Sotalia guianensis*) from the Brazilian Coast. *Environ. Sci. Technol.* 42, 5368–5373. <https://doi.org/10.1021/es800702k>
- EFSA, 2018. Risk to human health related to the presence of perfluorooctane sulfonic acid and perfluoro-octanoic acid in food. *EFSA Journal* 2018; 16 (12):5 194. <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/5194>
- Fenton, S.E., Ducatman, A., Boobis, A., DeWitt, J.C., Lau, C., Ng, C., Smith, J.S., Roberts, S.M., 2021. Per- and Polyfluoroalkyl Substance Toxicity and Human Health Review: Current State of Knowledge and Strategies for Informing Future Research. *Environmental Toxicology and Chemistry* 40, 606–630. <https://doi.org/10.1002/etc.4890>
- Fiedler, H., Sadia, M., 2021. Regional occurrence of perfluoroalkane substances in human milk for the global monitoring plan under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants during 2016–2019. *Chemosphere* 277, 130287. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130287>



Fróes-Asmus, C.I.R., Meyer, A., da Cunha, A.J.L.A., Damasceno, N., Gomes, L.E., Luiz, R.R., Rosa, A.C.S., do Couto Jacob, S., Barbosa, A.P., de B. Fernandes, T.V.R., Medronho, R., de Magalhães Câmara, V., 2021. Multiple Environmental Exposure in Pregnant Women and Their Children in the City of Rio de Janeiro, Brazil, Rio Birth Cohort Study: PIPA Project. *Expo Health* 13, 431–445.

<https://doi.org/10.1007/s12403-021-00394-9>

Gawor, A., Shunthirasingham, C., Hayward, S.J., Lei, Y.D., Gouin, T., Mmereki, B.T., Masamba, W., Ruepert, C., Castillo, L.E., Shoeib, M., Lee, S.C., Harner, T., Wania, F., 2014. Neutral polyfluoroalkyl substances in the global Atmosphere. *Environ. Sci.: Processes Impacts* 16, 404–413.

<https://doi.org/10.1039/C3EM00499F>

Ghisi, R., Vamerali, T., Manzetti, S., 2019. Accumulation of perfluorinated alkyl substances (PFAS) in agricultural plants: A review. *Environmental Research* 169, 326–341. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.10.023>

Goodrich, J.A., Walker, D., Lin, X., Wang, H., Lim, T., McConnell, R., Conti, D.V., Chatzi, L., Setiawan, V.W., 2022. Exposure to perfluoroalkyl substances and risk of hepatocellular carcinoma in a multiethnic cohort. *JHEP Reports* 4, 100550. <https://doi.org/10.1016/j.jhepr.2022.100550>

Goudarzi, H., Miyashita, C., Okada, E., Kashino, I., Chen, C.-J., Ito, S., Araki, A., Kobayashi, S., Matsuura, H., Kishi, R., 2017. Prenatal exposure to perfluoroalkyl acids and prevalence of infectious diseases up to 4years of age. *Environment International* 104, 132–138.

<https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.01.024>

Hærvig, K.K., Petersen, K.U., Hougaard, K.S., Lindh, C., Ramlau-Hansen C.H., Toft, G., Giwercman, A., Høyer B.B., Flachs, E.M., Bonde, J.P., Tøttenborg S.S., 2022. Maternal Exposure to Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) and Male Reproductive Function in Young Adulthood: Combined Exposure to Seven PFAS. *Environmental Health Perspectives* 130, 107001.

<https://doi.org/10.1289/EHP10285>

Hauser-Davis, R.A., Bordon, I.C., Kannan, K., Moreira, I., Quinete, N., 2021. Perfluoroalkyl substances associations with morphometric health indices in three fish species from differentially contaminated water bodies in Southeastern Brazil. *Environmental Technology & Innovation* 21, 101198.

<https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101198>

Higgins, C.P., McLeod, P.B., MacManus-Spencer, L.A., Luthy, R.G., 2007. Bioaccumulation of Perfluorochemicals in Sediments by the Aquatic Oligochaete *Lumbriculus variegatus*. *Environ. Sci. Technol.* 41, 4600–4606.

<https://doi.org/10.1021/es062792o>

Inmetro. 2020. Instituto Nacional de Metrologia. Normalização e Qualidade Industrial. Orientação sobre Validação de Métodos Analíticos Documento de caráter orientativo:DOQ-CGCRE-08.

http://www.inmetro.gov.br/Sidoq/Arquivos/Cgcre/DOQ/DOQ-Cgcre-8_08.pdf.

Kurwadkar, S., Dane, J., Kanel, S.R., Nadagouda, M.N., Cawdrey, R.W., Ambade,



B., Struckhoff, G.C., Wilkin, R., 2022. Per- and polyfluoroalkyl substances in water and wastewater: A critical review of their global occurrence and distribution. *Science of The Total Environment* 809, 151003.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151003>

Lascano Alcoser VH, Velthius AGJ, Hoogenboom AP, et al (2011) Financial Impact of a Dioxin Incident in the Dutch Dairy Chain. *Journal of Food Protection*, 74(6), 967–979.

Lesmeister, L., Lange, F.T., Breuer, J., Biegel-Engler, A., Giese, E., Scheurer, M., 2021. Extending the knowledge about PFAS bioaccumulation factors for agricultural plants – A review. *Science of The Total Environment* 766, 142640.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142640>

Liu, J., Mejia Avendaño, S., 2013. Microbial degradation of polyfluoroalkyl chemicals in the environment: A review. *Environment International* 61, 98–114.

<https://doi.org/10.1016/j.envint.2013.08.022>

Liu, J., Zhong, G., Li, W., Mejia Avendaño, S., 2019. Isomer-specific biotransformation of perfluoroalkyl sulfonamide compounds in aerobic soil. *Science of The Total Environment* 651, 766–774.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.214>

Liu, L., Qu, Y., Huang, J., Weber, R., 2021. Per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in Chinese drinking water: risk assessment and geographical distribution. *Environ Sci Eur* 33, 6. <https://doi.org/10.1186/s12302-020-00425-3>



Löfstedt Gilljam, J., Leonel, J., Cousins, I.T., Benskin, J.P., 2016a. Additions and Correction to Is Ongoing Sulfluramid Use in South America a Significant Source of Perfluorooctanesulfonate (PFOS)? Production Inventories, Environmental Fate, And Local Occurrence. Environ. Sci. Technol. 50, 7930–7933. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b02351>

Löfstedt Gilljam, J., Leonel, J., Cousins, I.T., Benskin, J.P., 2016b. Is Ongoing Sulfluramid Use in South America a Significant Source of Perfluorooctanesulfonate (PFOS)? Production Inventories, Environmental Fate, and Local Occurrence. Environ. Sci. Technol. 50, 653–659. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b04544>

Lohmann, R., Breivik, K., Dachs, J., Muir, D., 2007. Global fate of POPs: current and future research directions. Environmental Pollution. 150 (1) p. 150-165. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159068>

MacInnis, J.J., Lehnher, I., Muir, D.C.G., St. Pierre, K.A., St. Louis, V.L., Spencer, C., De Silva, A.O., 2019. Fate and Transport of Perfluoroalkyl Substances from Snowpacks into a Lake in the High Arctic of Canada. Environ. Sci. Technol. 53, 10753–10762. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b03372>

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio: Brasil 2017/18 a 2027/28 projeções de longo prazo / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. – Brasília: MAPA/ACE, 2018. 112p.



- Martin, J.W., Asher, B.J., Beesoon, S., Benskin, J.P., Ross, M.S., 2010. PFOS or PreFOS? Are perfluorooctane sulfonate precursors (PreFOS) important determinants of human and environmental perfluorooctane sulfonate (PFOS) exposure? *J. Environ. Monit.* 12, 1979. <https://doi.org/10.1039/c0em00295j>
- Mejia Avendaño, S., Liu, J., 2015. Production of PFOS from aerobic soil biotransformation of two perfluoroalkyl sulfonamide derivatives. *Chemosphere* 119, 1084–1090. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.09.059>
- Miranda, D. de A., Leonel, J., Benskin, J.P., Johansson, J., Hatje, V., 2021. Perfluoroalkyl Substances in the Western Tropical Atlantic Ocean. *Environ. Sci. Technol.* 55, 13749–13758. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c01794>
- Miranda, D.A., Benskin, J.P., Awad, R., Lepoint, G., Leonel, J., Hatje, V., 2021. Bioaccumulation of Per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in a tropical estuarine food web. *Science of The Total Environment* 754, 142146. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142146>
- MMA, 2015. National Implementation Plan Brazil: Convention Stockholm/Ministry of the Environment. Brasília: MMA, 2015. Brazilian Institute of Environment and Natural Renewable Resources, p. 178
- Nascimento, R.A., Nunoo, D.B.O., Bizkarguenaga, E., Schultes, L., Zabaleta, I., Benskin, J.P., Spanó, S., Leonel, J., 2018. Sulfluramid use in Brazilian agriculture: A source of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) to the environment. *Environmental Pollution* 242, 1436–1443.



<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.07.122>

Naspolini, N.F., Machado, P.P., Moreira, J.C., Asmus, C.I.R.F., Meyer, A., 2021.

Maternal consumption of ultra-processed foods and newborn exposure to perfluoroalkyl substances (PFAS). *Cad. Saúde Pública* 37, e00152021.

<https://doi.org/10.1590/0102-311x00152021>

NTP, 2019 a. NTP Technical Report on the Toxicity Studies of Perfluoroalkyl

Carboxylates (Perfluorohexanoic Acid, Perfluorooctanoic Acid,

Perfluorononanoic Acid, and Perfluorodecanoic Acid) Administered by Gavage to Sprague Dawley (Hsd: Sprague Dawley SD) Rats.

NTP, 2019 b. NTP Technical Report on the Toxicity Studies of Perfluoroalkyl

Sulfonates (Perfluorobutane Sulfonic Acid, Perfluorohexane Sulfonate

Potassium Salt, and Perfluorooctane Sulfonic Acid) Administered by Gavage to Sprague Dawley (Hsd: Sprague Dawley SD) Rats.

Obsekov, V., Kahn, L.G., Trasande, L., 2022. Leveraging Systematic Reviews to

Explore Disease Burden and Costs of Per- and Polyfluoroalkyl Substance

Exposures in the United States. *Expo Health*. <https://doi.org/10.1007/s12403-022-00496-y>

OECD, 2018. Toward a New Comprehensive Global Database of Per- and

Polyfluoroalkyl Substances (PFASs): Summary Report on Updating the OECD 2007 List of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs). ENV/JM/MONO.

Pelch, K.E., Reade, A., Kwiatkowski, C.F., Merced-Nieves, F.M., Cavalier, H.,



Schultz, K., Wolffe, T., Varshavsky, J., 2022. The PFAS-Tox Database: A systematic evidence map of health studies on 29 per- and polyfluoroalkyl substances. *Environment International* 167, 107408.

<https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107408>

Plumlee, M.H., McNeill, K., Reinhard, M., 2009a. Indirect Photolysis of Perfluorochemicals: Hydroxyl Radical-Initiated Oxidation of *N*-Ethyl Perfluorooctane Sulfonamido Acetate (*N*-EtFOSAA) and Other Perfluoroalkanesulfonamides. *Environ. Sci. Technol.* 43, 3662–3668.

<https://doi.org/10.1021/es803411w>

Plumlee, M.H., McNeill, K., Reinhard, M., 2009b. Indirect Photolysis of Perfluorochemicals: Hydroxyl Radical-Initiated Oxidation of *N*-Ethyl Perfluorooctane Sulfonamido Acetate (*N*-EtFOSAA) and Other Perfluoroalkanesulfonamides. *Environ. Sci. Technol.* 43, 3662–3668.

<https://doi.org/10.1021/es803411w>

Pozo, K., Moreira, L.B., Karaskova, P., Příbylová, P., Klánová, J., de Carvalho, M.U., Maranhão, L.A., de Souza Abessa, D.M., 2022. Using large amounts of firefighting foams releases per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) into estuarine environments: A baseline study in Latin America. *Marine Pollution Bulletin* 182, 113938. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113938>

Rauert, C., Harner, T., Schuster, J.K., Eng, A., Fillmann, G., Castillo, L.E., Fentanes, O., Villa Ibarra, M., Miglioranza, K.S.B., Moreno Rivadeneira, I., Pozo, K., Aristizábal Zuluaga, B.H., 2018. Atmospheric Concentrations of New



Persistent Organic Pollutants and Emerging Chemicals of Concern in the Group of Latin America and Caribbean (GRULAC) Region. Environ. Sci. Technol. 52, 7240–7249. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b00995>

Rhoads, K.R., Janssen, E.M.-L., Luthy, R.G., Criddle, C.S., 2008. Aerobic Biotransformation and Fate of *N*-Ethyl Perfluorooctane Sulfonamidoethanol (*N*-EtFOSE) in Activated Sludge. Environ. Sci. Technol. 42, 2873–2878. <https://doi.org/10.1021/es702866c>

Schwanz, T.G., Llorca, M., Farré, M., Barceló, D., 2016. Perfluoroalkyl substances assessment in drinking waters from Brazil, France and Spain. Science of The Total Environment 539, 143–152. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.08.034>

Souza, M.C.O., Saraiva, M.C.P., Honda, M., Barbieri, M.A., Bettiol, H., Barbosa, F., Kannan, K., 2020. Exposure to per- and polyfluorinated alkyl substances in pregnant Brazilian women and its association with fetal growth. Environmental Research 187, 109585. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109585>

Stefano, P.H.P., Roisenberg, A., D’Anna Acayaba, R., Roque, A.P., Bandoria, D.R., Soares, A., Montagner, C.C., 2022. Occurrence and distribution of per-and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in surface and groundwaters in an urbanized and agricultural area, Southern Brazil. Environ Sci Pollut Res. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22603-x>

Tomy, G.T., Tittlemier, S.A., Palace, V.P., Budakowski, W.R., Braekevelt, E.,



Brinkworth, L., Friesen, K., 2004. Biotransformation of *N*-Ethyl Perfluorooctanesulfonamide by Rainbow Trout (*Onchorhynchus mykiss*) Liver Microsomes. Environ. Sci. Technol. 38, 758–762.

<https://doi.org/10.1021/es034550j>

Torres, F., Guida, Y., Weber, R., Machado Torres, J.P.M, 2022. Brazilian overview of per- and polyfluoroalkyl substances listed as persistent organic pollutants in the stockholm convention. Chemosphere 291, 132674.

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132674>

Torres, J. P.M., Leite, C., Krauss, T., Weber, R., 2013. Landfill mining from a deposit of the chlorine/ organochlorine industry as source of dioxin contamination of animal feed and assessment of the responsible processes. Environ Sci Pollut Res 20, 1958–1965. [https://doi.org/10.1007/s11356-012-](https://doi.org/10.1007/s11356-012-1073-z)

[1073-z](https://doi.org/10.1007/s11356-012-1073-z)

UNEP, 2009. SC-4/17: Listing of Perfluorooctane Sulfonic Acid, its Salts and Perfluorooctane Sulfonyl Fluoride.

<http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.4-SC-4-17.English.pdf>. Accessed on November 2022

UNEP, 2022. Stockholm Convention Website:

<http://chm.pops.int/Implementation/Alternatives/AlternativestoPOPs/ChemicalslistedinAnnexB/Perfluorooctanesulfonicacidandperfluorooctane/tabid/5869/Default.aspx>. Accessed on November 2022.



USEPA, 2021. PFAS master list of PFAS substances (version 2). Available at:

https://comptox.epa.gov/dashboard/chemical_lists/pfasmaster.

Wang, W., Rhodes, G., Ge, J., Yu, X., Li, H., 2020. Uptake and accumulation of per- and polyfluoroalkyl substances in plants. *Chemosphere* 261, 127584.

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127584>

Weber, R., 2017. Learning from Dioxin & PCBs in meat – problems ahead? IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 85 012002.

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/85/1/012002/pdf>

Weber, R., Herold ,C., Hollert, H., Kamphues, J., Blepp, M., Ballschmiter, K., 2018a. Reviewing the relevance of dioxin and PCB sources for food from animal origin and the need for their inventory, control and management. *Environ Sci Eur.* 30:42. <https://rdcu.be/bax79>

Weber, R., Herold, C., Hollert, H., Kamphues, J., Ugemach, L., Bleep, M., Ballschmiter, K., 2018b. Life cycle of PCBs and contamination of the environment and of food products from animal origin. *Environ Sci Pollut Res* 25, 16325–16343. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1811-y>

Wen, B., Pan, Y., Shi, X., Zhang, H., Hu, X., Huang, H., Lv, J., Zhang, S., 2018. Behavior of N-ethyl perfluorooctane sulfonamido acetic acid (N-EtFOSAA) in biosolids amended soil-plant microcosms of seven plant species: Accumulation and degradation. *Science of The Total Environment* 642, 366–373. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.073>



Yin, T., Te, S.H., Reinhard, M., Yang, Y., Chen, H., He, Y., Gin, K.Y.-H., 2018.

Biotransformation of Sulfluramid (N-ethyl perfluorooctane sulfonamide) and dynamics of associated rhizospheric microbial community in microcosms of wetland plants. *Chemosphere* 211, 379–389.

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.07.157>

Zabaleta, I., Bizkarguenaga, E., Nunoo, D.B.O., Schultes, L., Leonel, J., Prieto, A., Zuloaga, O., Benskin, J.P., 2018. Biodegradation and Uptake of the Pesticide Sulfluramid in a Soil–Carrot Mesocosm. *Environ. Sci. Technol.* 52, 2603–2611.

<https://doi.org/10.1021/acs.est.7b03876>

Zhang, L., Lee, L.S., Niu, J., Liu, J., 2017. Kinetic analysis of aerobic biotransformation pathways of a perfluorooctane sulfonate (PFOS) precursor in distinctly different soils. *Environmental Pollution* 229, 159–167.

<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.05.074>

Zhang, W., Pang, S., Lin, Z., Mishra, S., Bhatt, P., Chen, S., 2021.

Biotransformation of perfluoroalkyl acid precursors from various environmental systems: advances and perspectives. *Environmental Pollution* 272, 115908.

<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115908>

Zhang, Z., Sarkar, D., Biswas, J.K., Datta, R., 2022. Biodegradation of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS): A review. *Bioresource Technology* 344, 126223. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126223>

Zhao, S., Liang, T., Zhou, T., Li, D., Wang, B., Zhan, J., Liu, L., 2018a.



Biotransformation and responses of antioxidant enzymes in hydroponically cultured soybean and pumpkin exposed to perfluorooctane sulfonamide (FOSA). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 161, 669–675.

<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.06.048>

Zhao, S., Liu, T., Wang, B., Fu, J., Liang, T., Zhong, Z., Zhan, J., Liu, L., 2019.

Accumulation, biodegradation and toxicological effects of N-ethyl perfluorooctane sulfonamidoethanol on the earthworms *Eisenia fetida* exposed to quartz sands. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 181, 138–145.

<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.05.062>

Zhao, S., Ma, X., Fang, S., Zhu, L., 2016. Behaviors of N-ethyl perfluorooctane sulfonamide ethanol (N-EtFOSE) in a soil-earthworm system: Transformation and bioaccumulation. *Science of The Total Environment* 554–555, 186–191.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.02.180>

Zhao, S., Wang, B., Zhu, L., Liang, T., Chen, M., Yang, L., Lv, J., Liu, L., 2018b.

Uptake, elimination and biotransformation of N-ethyl perfluorooctane sulfonamide (N-EtFOSA) by the earthworms (*Eisenia fetida*) after in vivo and in vitro exposure. *Environmental Pollution* 241, 19–25.

<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.05.046>

Zhao, S., Zhou, T., Wang, B., Zhu, L., Chen, M., Li, D., Yang, L., 2018c. Different biotransformation behaviors of perfluorooctane sulfonamide in wheat (*Triticum aestivum* L.) from earthworms (*Eisenia fetida*). *Journal of Hazardous Materials* 346, 191–198. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2017.12.018>



Zhao, S., Zhou, T., Zhu, L., Wang, B., Li, Z., Yang, L., Liu, L., 2018d. Uptake, translocation and biotransformation of N-ethyl perfluorooctanesulfonamide (N-EtFOSA) by hydroponically grown plants. *Environmental Pollution* 235, 404–410. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.12.053>

NOVAS

Chen, H., Munoz, G., Duy, S. V., Zhang, L., et al. (2020). Distribution and potential health risks of perfluoroalkyl substances (PFASs) in water, sediment, and fish in the Dongjiang River Basin, Southern China. *Environmental Science and Pollution Research*.

Giesy, J. P., & Kannan, K. (2001). Global distribution of perfluorooctane sulfonate in wildlife. *Environmental Science & Technology*, 35:1339–1342.

Hong, S., Khim, J. S., Park, J., et al. (2013). In situ fate and partitioning of waterborne perfluoroalkyl acids (PFAAs) in river estuaries. *Science of the Total Environment*, 445:136–145.

Ma, T., Ye, C., Wang, T., Li, X., & Luo, Y. (2022). Toxicity of Per- and Polyfluoroalkyl Substances to Aquatic Invertebrates, Planktons, and Microorganisms. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(24), 16729.



ANEXO 2

Apresentação das 34 microbacias selecionadas para o monitoramento ambiental de PFOS nos estados da Bahia, de São Paulo, do Mato Grosso, do Mato grosso do Sul e do Rio Grande do Sul.

Microbacias – Brasil



Relação das microbacias por estados do Brasil



São Paulo

“PF-2, PF-3, PF-4, PF-5, PF-6, PF-7 e PF-8”

Mato Grosso do Sul

“MS-01, MS-02, MS-03, MS-04, MS-05, MS-06, MS-07, MS-08, MS-09, MS-10 e MS-11”

Minas Gerais

“MG-02, MG-03, MG-04 e MG-05”

Rio Grande do Sul

“RS-01, RS-02, RS-04, RS-05 e RS-06”

Bahia

“BA-01, BA-02, BA-03 e BA-04”

Microbacias selecionadas por estado

São Paulo

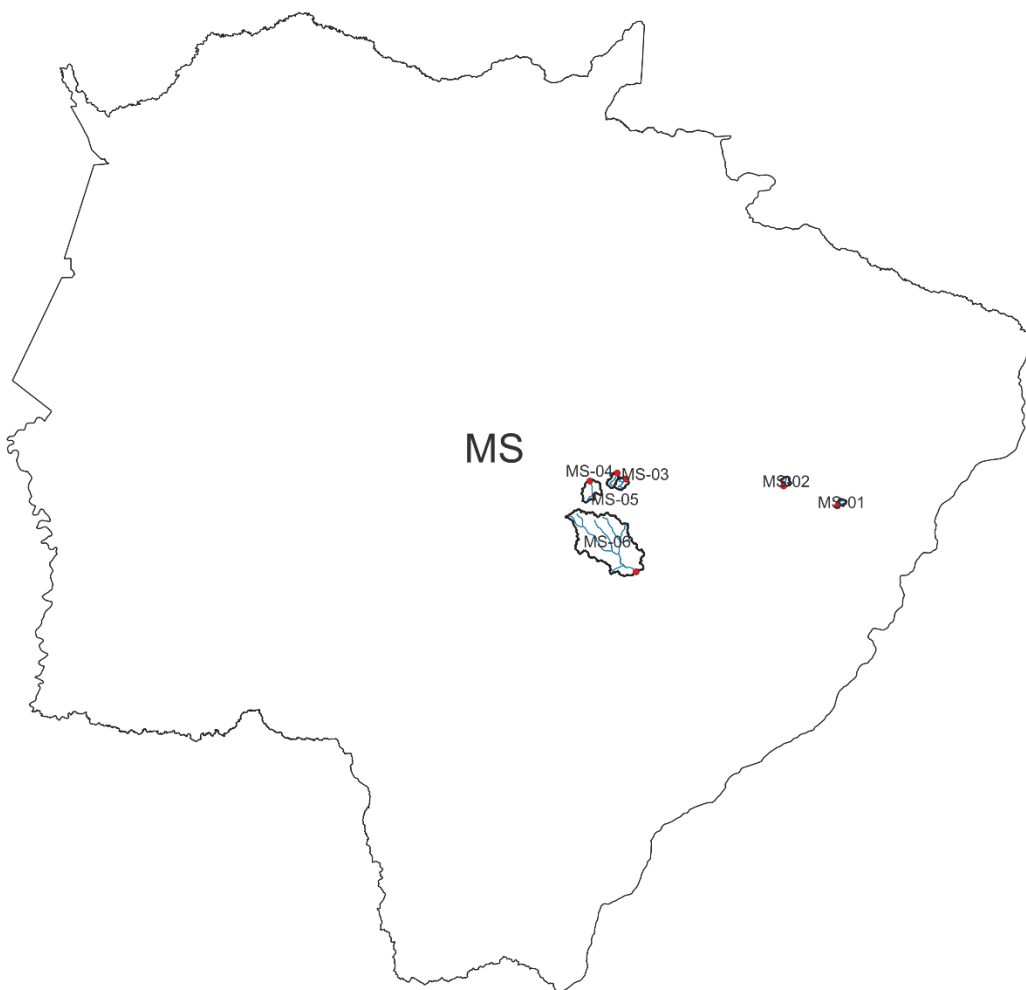
Microbacias selecionadas:

“PF-2, PF-3, PF-4, PF-5, PF-6, PF-7 e PF-8”



Mato Grosso do Sul

Microbacias selecionadas: “MS-01, MS-02, MS-03, MS-04, MS-05 e MS-06”



Minas Gerais

Microbacias selecionadas: "MG-03, MG-04 e MG-05"



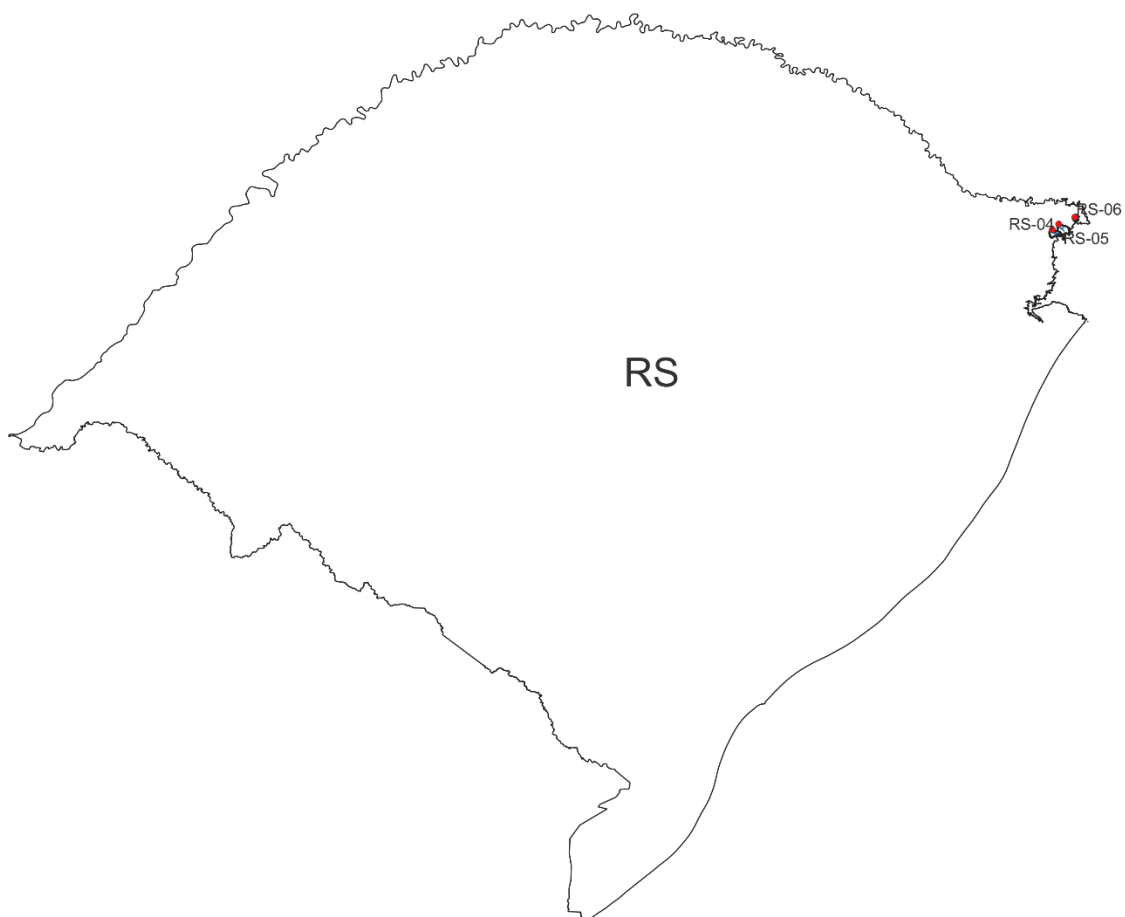
Bahia

Microbacias selecionadas: BA-02, BA-03 e BA-04



Rio Grande do Sul

Microbacias selecionadas: "RS-04, RS-05 e RS-06"





Detalhamento do uso da terra por estado

Fonte dos dados – MapBiomas 2023 – Coleção 9

NOTA INFORMATIVA - COBERTURA E USO DA TERRA

Módulo em processo de atualização.

Atualizado em: 09/2024

A **Coleção 9** do MapBiomas inclui os mapas e dados anuais de cobertura e uso da terra do Brasil para o período de 1985 a 2023. Esta coleção é fruto de nove anos de trabalho do projeto MapBiomas e está em constante desenvolvimento.

Informações sobre a acurácia do Brasil e dos biomas, tanto geral quanto por classe de uso e cobertura para cada ano são apresentadas na página de [análise de acurácia](#). Para maiores informações sobre o método, acesse o [ATBD](#).

Caso tenha sugestões, críticas e ideias para aprimorar o produto entre em contato pelo e-mail: contato@mapbiomas.org

DOI: <https://doi.org/10.58053/MapBiomas/XXUKA8>

Os dados do MapBiomas são públicos, abertos e gratuitos sob licença CC-BY-SA e mediante a referência da fonte observando o seguinte formato: "**Projeto MapBiomas – Coleção [versão] da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, acessado em [data] através do link: [LINK]**".

Acesse [aqui](#) a publicação científica de referência: Souza et. al. (2020) - Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine - Remote Sensing, Volume 12, Issue 17, 10.3390/rs12172735.

ACESSAR O MÓDULO



Detalhamento do uso da terra – Estado da Bahia

Microbacia – BA 02

Ponto de amostragem em graus decimal

Longitude = -39.63247324624476

Latitude = -17.91889014178316

Microbacia_ba_02_mapbiomas_colecao_9_2023			
---	--	--	--



Classe de Uso	Area (m2)	Area (ha)	%
3 - Formação Florestal	1670540.201	167.05	17.03
9 - Silvicultura	6858760.768	685.88	69.92
11 - Campo Alagado e Área Pantanosa	754925.0718	75.49	7.70
15 - Pastagem	99436.91673	9.94	1.01
21 - Mosaico de Agricultura e Pastagem	426385.4989	42.64	4.35
Área Total	9810048.457	981.00	

Microbacia – BA 03

Ponto de amostragem em graus decimal

Longitude = -39.60730382700975

Latitude = -17.75722383319739

microbacia_ba_03_mapbiomas_colecao_9_2023			
Classe de Uso	Area (m2)	Area (ha)	%
3 - Formação Florestal	8620314.198	862.03	16.48
9 - Silvicultura	32749362.16	3274.94	62.62
11 - Campo Alagado e Área Pantanosa	1881410.718	188.14	3.60
15 - Pastagem	4853042.879	485.30	9.28
21 - Mosaico de Usos	4184670.386	418.47	8.00
46 - Café	10679.72025	1.07	0.02
Área Total	52299480.06	5229.95	



Microbacia – BA 04

Ponto de amostragem em graus decimal

Longitude = -39.33870329131477

Latitude = -17.60460084522254

Microbacia_ba_04_mapbiomas_colecao_9_2023			
Classe de Uso	Area (m2)	Area (ha)	%
3 - Formação Florestal	5859541.706	585.95	15.76
9 - Silvicultura	25151597.96	2515.16	67.63
11 - Campo Alagado e Área Pantanosa	4025008.47	402.50	10.82
15 - Pastagem	378853.2063	37.89	1.02
21 - Mosaico de Usos	1733069.311	173.31	4.66
41 - Outras Lavouras Temporárias	40912.87325	4.09	0.11
Área Total (m²)	37188983.52	3718.90	

Detalhamento do uso da terra – Estado de Minas Gerais

Microbacia – MG 03

Ponto de amostragem em graus decimal

Longitude = -43.047349173644

Latitude = -17.535129993767146

Microbacia_mg_03_mapbiomas_colecao_9_2023			
Classe de Uso	Area (m2)	Area (ha)	%
3 - Formação Florestal	11691352	1169.14	4.27
4 - Formação Savânica	91022577.2	9102.26	33.25
9 - Silvicultura	166308450	16630.85	60.75
11 - Campo Alagado e Área Pantanosa	252888.279	25.29	0.09
12 - Formação Campestre	1067463.79	106.75	0.39
15 - Pastagem	1523350.82	152.34	0.56
21 - Mosaico de Usos	1044239.36	104.42	0.38
24 - Área Urbanizada	389654.389	38.97	0.14
25 - Outras Áreas não Vegetadas	406857.674	40.69	0.15
33 - Rio, Lago e Oceano	5160.98529	0.52	0.00
41 - Outras Lavouras Temporárias	59351.3308	5.94	0.02



Área Total	273771346	27377.13	
------------	-----------	----------	--



Microbacia – MG 04

Ponto de amostragem em graus decimal

Longitude = -42.83712945629309

Latitude = -17.55925442825748

Microbacia_mg_04_mapbiomas_colecao_9_2023			
Classe de Uso	Area (m²)	Area (ha)	%
3 - Formação Florestal	14146883.7	1414.69	6.99
4 - Formação Savânica	77293883.1	7729.39	38.19
9 - Silvicultura	104335981	10433.60	51.55
11 - Campo Alagado e Área Pantanosa	26430.4226	2.64	0.01
12 - Formação Campestre	159526.479	15.95	0.08
15 - Pastagem	2683631.84	268.36	1.33
21 - Mosaico de Usos	2755371.56	275.54	1.36
25 - Outras Áreas não Vegetadas	960934.651	96.09	0.47
33 - Rio, Lago e Oceano	33981.972	3.40	0.02
Área Total	202396625	20239.66	

Microbacia – MG 05

Ponto de amostragem em graus decimal

Longitude = -42.445212985523504

Latitude = -17.5232564634384

Microbacia_mg_05_mapbiomas_colecao_9_2023			
Classe de Uso	Area (m2)	Area (ha)	%
3 - Formação Florestal	33966414.5	3396.64	16.17
4 - Formação Savânica	57547777.9	5754.78	27.39
9 - Silvicultura	97319567.9	9731.96	46.33
12 - Formação Campestre	15863.9629	1.59	0.01
15 - Pastagem	11068036.4	1106.80	5.27
21 - Mosaico de Usos	8098135.6	809.81	3.85
25 - Outras Áreas não Vegetadas	102698.286	10.27	0.05
29 - Afloramento Rochoso	14194.0721	1.42	0.01
33 - Rio, Lago e Oceano	279706.715	27.97	0.13
46 - Café	1646512.36	164.65	0.78



48 - Outras Lavouras Perenes	20873.6354	2.09	0.01
Área Total	210079781	21007.98	



Detalhamento do uso da terra – Estado do Mato Grosso do Sul

Microbacia – MS 01

Ponto de amostragem em graus decimal

Longitude = -52.320264740808746

Latitude = -20.64176629728781

Microbacia_ms_01_mapbiomas_colecao_9_2023			
Classe de Uso	Area (m2)	Area (ha)	%
3 - Formação Florestal	5734578.512	573.46	22.95
4 - Formação Savânica	45083.1644	4.51	0.18
9 - Silvicultura	8351041.435	835.10	33.43
11 - Campo Alagado e Área Pantanosa	1790211.474	179.02	7.17
15 - Pastagem	4689468.792	468.95	18.77
20 - Cana-de-açúcar	5737.857288	0.57	0.02
21 - Mosaico de Usos	4368148.784	436.81	17.48
Área Total	24984270.02	2498.43	

Microbacia – MS 02

Ponto de amostragem em graus decimal

Longitude = -52.69882128306006

Latitude = -20.50148826269122

Microbacia_ms_02_mapbiomas_colecao_9_2023			
Classe de Uso	Area (m²)	Area (ha)	%
3 - Formação Florestal	486796.51	48.68	1.29
4 - Formação Savânica	718362.9054	71.84	1.90
9 - Silvicultura	17793426.6	1779.34	47.15
11 - Campo Alagado e Área Pantanosa	705685.913	70.57	1.87
15 - Pastagem	17686094.73	1768.61	46.87
21 - Mosaico de Usos	284809.7637	28.48	0.75
25 - Outras Áreas não Vegetadas	60849.56375	6.08	0.16
Área Total	37736025.99	3773.60	





Microbacia – MS 03

Ponto de amostragem em graus decimal

Longitude = -53.80842634876408

Latitude = -20.45286815315702

Microbacia_ms_03_mapbiomas_colecao_9_2023			
Classe de Uso	Area (m²)	Area (ha)	%
3 - Formação Florestal	3058256.13	305.83	4.59
4 - Formação Savânica	4683973.908	468.40	7.03
9 - Silvicultura	18339501.48	1833.95	27.53
11 - Campo Alagado e Área Pantanosa	2100721.738	210.07	3.15
12 - Formação Campestre	175617.6613	17.56	0.26
15 - Pastagem	29156713.14	2915.67	43.76
21 - Mosaico de Usos	9011694.846	901.17	13.53
25 - Outras Áreas não Vegetadas	84463.73232	8.45	0.13
33 - Rio, Lago e Oceano	7526.471197	0.75	0.01
39 - Soja	5017.647465	0.50	0.01
Área Total	66623486.76	6662.35	

Microbacia – MS 04

Ponto de amostragem em graus decimal

Longitude = -53.871173783421085

Latitude = -20.409435714149083

Microbacia_ms_04_mapbiomas_colecao_9_2023			
Classe de Uso	Area (m²)	Area (ha)	%
3 - Formação Florestal	2355804.234	235.58	3.90
4 - Formação Savânica	2217590.009	221.76	3.67
9 - Silvicultura	21070186.3	2107.02	34.87
11 - Campo Alagado e Área Pantanosa	993909.9327	99.39	1.64
15 - Pastagem	20326294.45	2032.63	33.64
21 - Mosaico de Usos	13281770.73	1328.18	21.98
25 - Outras Áreas não Vegetadas	81872.12023	8.19	0.14



33 - Rio, Lago e Oceano	26410.36136	2.64	0.04
39 - Soja	14965.87144	1.50	0.02
41 - Outras Lavouras Temporárias	61624.17652	6.16	0.10
Área Total	60430428.18	6043.04	

Microbacia – MS 05

Ponto de amostragem em graus decimal

Longitude = -54.064864562444306

Latitude = -20.465655827429952

Microbacia_ms_05_mapbiomas_colecao_9_2023			
Classe de Uso	Area (m2)	Area (ha)	%
3 - Formação Florestal	694687.9615	69.47	0.42
4 - Formação Savânica	12415276.38	1241.53	7.50
9 - Silvicultura	30776493.44	3077.65	18.58
11 - Campo Alagado e Área Pantanosa	4014137.162	401.41	2.42
12 - Formação Campestre	2289961.437	229.00	1.38
15 - Pastagem	101389837.7	10138.98	61.22
21 - Mosaico de Usos	9953156.907	995.32	6.01
25 - Outras Áreas não Vegetadas	119385.9759	11.94	0.07
33 - Rio, Lago e Oceano	18167.43112	1.82	0.01
39 - Soja	3949253.48	394.93	2.38
Área Total	165620357.9	16562.04	

Microbacia – MS 06

Ponto de amostragem em graus decimal

Longitude = -53.738136845608146

Latitude = -21.10581010571941

Microbacia_ms_06_mapbiomas_colecao_9_2023			
Classe de Uso	Area (m²)	Area (ha)	%



3 - Formação Florestal	115904003.8	11590.40	6.92
4 - Formação Savânica	173476010.2	17347.60	10.35
9 - Silvicultura	191002840.4	19100.28	11.40
11 - Campo Alagado e Área Pantanosa	54418167.15	5441.82	3.25
12 - Formação Campestre	33856323.71	3385.63	2.02
15 - Pastagem	939659246.3	93965.92	56.06
21 - Mosaico de Usos	156581268.1	15658.13	9.34
25 - Outras Áreas não Vegetadas	633738.4926	63.37	0.04
33 - Rio, Lago e Oceano	532241.3121	53.22	0.03
39 - Soja	2350938.757	235.09	0.14
41 - Outras Lavouras Temporárias	7627966.96	762.80	0.46
Área Total	1676042745	167604.27	

Detalhamento do uso da terra – Estado do Rio Grande do Sul

Microbacia – RS 04

Ponto de amostragem em graus decimal

Longitude = -49.96572684145001

Latitude = -28.67157118308982

Microbacia_rs_04_mapbiomas_colecao_9_2023			
Classe de Uso	Area (m2)	Area (ha)	%
3 - Formação Florestal	1471180.124	147.12	4.41
9 - Silvicultura	9278034.29	927.80	27.80
12 - Formação Campestre	18470491.59	1847.05	55.34
15 - Pastagem	95995.06123	9.60	0.29
21 - Mosaico de Usos	31998.35374	3.20	0.10
25 - Outras Áreas não Vegetadas	14138.80747	1.41	0.04
33 - Rio, Lago e Oceano	11906.36418	1.19	0.04
39 - Soja	3751993.013	375.20	11.24
41 - Outras Lavouras Temporárias	247801.2046	24.78	0.74
Área Total	33373538.81	3337.35	

Microbacia – RS 05



Ponto de amostragem em graus decimal

Longitude = -49.91918747463329

Latitude = -28.62905810444589

Microbacia rs_05_mapbiomas_colecao_9_2023			
Classe de Uso	Area (m2)	Area (ha)	%
3 - Formação Florestal	3169449.896	316.94	6.09
9 - Silvicultura	20987406.84	2098.74	40.30
12 - Formação Campestre	26302511.55	2630.25	50.50
15 - Pastagem	153765.391	15.38	0.30
21 - Mosaico de Usos	155334.4256	15.53	0.30
33 - Rio, Lago e Oceano	5491.621107	0.55	0.01
39 - Soja	1114014.567	111.40	2.14
41 - Outras Lavouras Temporárias	191422.2214	19.14	0.37
Área Total	52079396.51	5207.94	

Microbacia – RS 06

Ponto de amostragem em graus decimal

Longitude = -49.79998118717607

Latitude = -28.57882576739546

Microbacia rs_06_mapbiomas_colecao_9_2023			
Classe de Uso	Area (m2)	Area (ha)	%
3 - Formação Florestal	124577.1172	12.46	0.94
9 - Silvicultura	4970543.366	497.05	37.49
12 - Formação Campestre	7856719.261	785.67	59.26
15 - Pastagem	7524.792311	0.75	0.06
21 - Mosaico de Usos	1672.176069	0.17	0.01
33 - Rio, Lago e Oceano	9196.96838	0.92	0.07
39 - Soja	284269.9318	28.43	2.14
41 - Outras Lavouras Temporárias	3344.352138	0.33	0.03
Área Total	13257847.96	1325.78	



Detalhamento do uso da terra – Estado de São Paulo

Microbacia – PF 2

Ponto de amostragem em graus decimal

Longitude = -48.82363367929705

Latitude = -22.371471254017752

Microbacia_sp_pf_2_mapbiomas_colecao_9_2023			
Classe de Uso	Area (m2)	Area (ha)	%
3 - Formação Florestal	8586424.27	858.64	9.79
4 - Formação Savânica	107878.122	10.79	0.12
9 - Silvicultura	54308206.4	5430.82	61.92
11 - Campo Alagado e Área Pantanosa	774531.204	77.45	0.88
15 - Pastagem	355660.683	35.57	0.41
20 - Cana-de-açúcar	18860972.6	1886.10	21.50
21 - Mosaico de Usos	3297867.9	329.79	3.76
25 - Outras Áreas não Vegetadas	15170.3609	1.52	0.02
33 - Rio, Lago e Oceano	128948.068	12.89	0.15
39 - Soja	1097322.77	109.73	1.25
41 - Outras Lavouras Temporárias	89336.5698	8.93	0.10
47 - Citrus	35397.5088	3.54	0.04
48 - Outras Lavouras Perenes	52253.4653	5.23	0.06
Área Total	87709969.9	8771.00	

Microbacia – PF 3

Ponto de amostragem em graus decimal

Longitude = -49.19941332267775

Latitude = -22.549984558211023

Microbacia_sp_pf_3_mapbiomas_colecao_9_2023			
Classe de Uso	Area (m2)	Area (ha)	%
3 - Formação Florestal	8788948.57	878.89	17.75
4 - Formação Savânica	333726.249	33.37	0.67
9 - Silvicultura	22916693.1	2291.67	46.28



11 - Campo Alagado e Área Pantanosa	2150680.27	215.07	4.34
12 - Formação Campestre	173867.256	17.39	0.35
15 - Pastagem	3549034.45	354.90	7.17
20 - Cana-de-açúcar	4933380.37	493.34	9.96
21 - Mosaico de Usos	6482529.38	648.25	13.09
25 - Outras Áreas não Vegetadas	57681.08	5.77	0.12
39 - Soja	12360.2314	1.24	0.02
41 - Outras Lavouras Temporárias	11536.216	1.15	0.02
46 - Café	54385.0183	5.44	0.11
47 - Citrus	42848.8023	4.28	0.09
48 - Outras Lavouras Perenes	6592.12343	0.66	0.01
Área Total	49514263.1	4951.43	



Microbacia – PF 4

Ponto de amostragem em graus decimal

Longitude = -49.27828293253911

Latitude = -22.581659664518508

Microbacia_sp_pf_4_mapbiomas_colecao_9_2023			
Classe de Uso	Area (m2)	Area (ha)	%
3 - Formação Florestal	11598342.5	1159.83	20.43
4 - Formação Savânica	519107.401	51.91	0.91
9 - Silvicultura	30937977.1	3093.80	54.50
11 - Campo Alagado e Área Pantanosa	2955616.27	295.56	5.21
12 - Formação Campestre	74158.2002	7.42	0.13
15 - Pastagem	3523338.49	352.33	6.21
20 - Cana-de-açúcar	40375.0201	4.04	0.07
21 - Mosaico de Usos	6784651.34	678.47	11.95
24 - Área Urbanizada	3295.92001	0.33	0.01
25 - Outras Áreas não Vegetadas	105469.44	10.55	0.19
33 - Rio, Lago e Oceano	4119.90001	0.41	0.01
41 - Outras Lavouras Temporárias	128540.88	12.85	0.23
46 - Café	11535.72	1.15	0.02
47 - Citrus	4119.90001	0.41	0.01
48 - Outras Lavouras Perenes	74158.2002	7.42	0.13
Área Total	56764806.3	5676.48	

Microbacia – PF 5

Ponto de amostragem em graus decimal

Longitude = -49.260309189721774

Latitude = -22.34923231257373

Microbacia_sp_pf_5_mapbiomas_colecao_9_2023			
Classe de Uso	Area (m2)	Area (ha)	%
3 - Formação Florestal	6570487.62	657.05	26.46
9 - Silvicultura	9955553.7	995.56	40.10
11 - Campo Alagado e Área Pantanosa	243291.521	24.33	0.98
15 - Pastagem	3589560.28	358.96	14.46



21 - Mosaico de Usos	4330750.73	433.08	17.44
24 - Área Urbanizada	31522.8217	3.15	0.13
25 - Outras Áreas não Vegetadas	63045.6433	6.30	0.25
46 - Café	38797.319	3.88	0.16
48 - Outras Lavouras Perenes	4849.66487	0.48	0.02
Área Total	24827859.3	2482.79	

Microbacia – PF 6

Ponto de amostragem em graus decimal

Longitude = -49.39106147478612

Latitude = -24.120604797335847

Microbacia_sp_pr_pf_6_mapbiomas_colecao_9_2023			
Classe de Uso	Area (m2)	Area (ha)	%
3 - Formação Florestal	6567084.36	656.71	17.82
4 - Formação Savânica	864.658901	0.09	0.00
9 - Silvicultura	28421338.1	2842.13	77.13
11 - Campo Alagado e Área Pantanosa	385637.87	38.56	1.05
12 - Formação Campestre	178984.393	17.90	0.49
15 - Pastagem	149585.99	14.96	0.41
21 - Mosaico de Usos	206653.477	20.67	0.56
25 - Outras Áreas não Vegetadas	3458.63561	0.35	0.01
33 - Rio, Lago e Oceano	8646.58901	0.86	0.02
39 - Soja	922591.048	92.26	2.50
41 - Outras Lavouras Temporárias	4323.29451	0.43	0.01
Área Total	36849168.4	3684.92	

Microbacia – PF 7



Ponto de amostragem em graus decimal

Longitude = -49.20141729170455

Latitude = -24.085657012628396

Microbacia_sp_pf_7_mapbiomas_colecao_9_2023			
Classe de Uso	Area (m2)	Area (ha)	%
3 - Formação Florestal	59120652.9	5912.07	20.45
4 - Formação Savânica	508151.265	50.82	0.18
9 - Silvicultura	162160339	16216.03	56.09
11 - Campo Alagado e Área Pantanosa	17900315	1790.03	6.19
12 - Formação Campestre	1187116.89	118.71	0.41
15 - Pastagem	3701263.94	370.13	1.28
21 - Mosaico de Usos	3625727.94	362.57	1.25
24 - Área Urbanizada	29184.3632	2.92	0.01
25 - Outras Áreas não Vegetadas	121029.271	12.10	0.04
33 - Rio, Lago e Oceano	24892.5451	2.49	0.01
39 - Soja	38198898	3819.89	13.21
41 - Outras Lavouras Temporárias	1400849.43	140.08	0.48
46 - Café	5150.18174	0.52	0.00
48 - Outras Lavouras Perenes	1137331.8	113.73	0.39
Área Total	289120902	28912.09	

Microbacia – PF 8

Ponto de amostragem em graus decimal

Longitude = -48.63286887523204

Latitude = -23.80784868475075

Microbacia_sp_pf_8_mapbiomas_colecao_9_2023			
---	--	--	--



Classe de uso	Area (m2)	Area (ha)	%
3 - Formação Florestal	11409714.5	1140.97	25.52
4 - Formação Savânica	5487.32403	0.55	0.01
9 - Silvicultura	26355617.3	2635.56	58.94
11 - Campo Alagado e Área Pantanosa	150509.459	15.05	0.34
15 - Pastagem	397439.041	39.74	0.89
21 - Mosaico de Usos	1594459.58	159.45	3.57
25 - Outras Áreas não Vegetadas	37627.3648	3.76	0.08
33 - Rio, Lago e Oceano	50953.7232	5.10	0.11
39 - Soja	4632085.39	463.21	10.36
41 - Outras Lavouras Temporárias	72119.1159	7.21	0.16
48 - Outras Lavouras Perenes	7839.03433	0.78	0.02
Área Total	44713851.8	4471.39	



ANEXO 3

Resultados preliminares do monitoramento de PFOS em amostras biológicas

Aproximadamente 300 amostras de diversos tecidos de tamanduás foram coletadas pelo projeto Bandeiras e Rodovias e disponibilizadas para análises químicas visando o monitoramento de PFOS.

As amostras biológicas, de tamanduás, foram enviadas para análises químicas na Universidade de Farmácia de Daiichi, Fukuoka, Japão. Até o presente momento, aproximadamente 60 amostras de soro sanguíneo de animais vivos e 40 amostras de fígado de animais atropelados (mortos) foram analisadas.

As análises de PFOS e seus isômeros em amostras biológicas foram realizadas seguindo o método descrito por Harada e colaboradores (2020) em (Environ. Sci. Technol. Lett. 2020, 7, 4, 259–265 <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.0c00133>).

Os resultados preliminares encontram-se detalhados a seguir para fins únicos e exclusivos de acompanhamento das atividades do projeto:

Tabela 4: Concentrações (ng/g peso úmido) de isômeros de PFOS medidas em amostras de soro anguíneo de tamanduás brasileiros.

Cód.amostras	L-PFOS	3m-PFOS	4m-PFOS	5m-PFOS	6m-PFOS
NEC109	0.7	0.0	0.0	0.0	0.1
NEC066	55.3	0.5	0.0	1.3	3.6
TB-01-PT	10.5	1.0	0.5	1.4	2.4
TB02-CE	9.6	0.7	0.2	1.4	2.4
TB03-CE	15.8	1.2	0.6	3.0	3.8
TB03-MG(CE?)	2.6	0.0	0.1	0.2	0.5
TB-04-PT	8.5	0.8	0.5	1.2	2.1
TB04-CE	13.5	0.8	0.4	2.2	3.8
TB-05-PT	4.5	0.4	0.3	0.5	0.9
TB05-CE	25.3	1.7	1.0	4.2	6.6
TB-06-PT	2.7	0.2	0.2	0.5	0.5
TB06 CE	24.5	1.2	0.8	3.4	5.2
TB07-CE	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0
TB-09-PT	8.6	0.0	1.4	1.5	1.1
TB09-CE	18.3	1.1	0.8	3.8	5.9
TB-12-PT	3.3	0.3	0.2	0.5	0.6



TB12-CE	12.4	1.0	0.3	1.4	3.4
TB-13-PT	1.4	0.0	0.1	0.2	0.3
TB-14-PT	4.4	0.3	0.4	0.8	0.8
TB-15-PT	2.8	0.0	0.2	0.3	0.7
TB15-CE	100.0	3.2	4.0	9.9	11.0
TB18-CE	32.5	2.4	1.3	5.7	8.4
TB20-CE	45.3	1.5	1.0	4.2	7.9
TB22-CE	92.1	5.8	3.7	8.9	15.4
TB22-CE	49.8	3.0	1.5	4.6	10.9
TB29-CE	9.7	0.0	0.3	1.1	2.2
TB33-CE	26.0	1.4	0.8	4.4	6.9
TB36-CE	3.8	0.0	0.2	0.6	0.3
TB37-CE	112.5	2.0	0.0	5.9	14.7
TB38-CE	8.3	0.3	0.2	0.9	1.6
TB41-CE	3.9	0.3	0.2	0.6	0.7
TB41-CE	6.5	0.0	0.2	0.9	1.6
TB41-CE	11.2	0.6	0.3	1.0	2.4
TB42-CE	58.8	2.2	1.6	7.4	10.8
TB42-CE	63.2	2.1	1.4	7.6	11.2
TB43-CE	46.9	2.1	1.2	5.3	10.7
TB47-CE	739.5	38.2	21.3	116.9	156.6
TB47-CE	28.8	1.1	0.6	3.5	5.0
TB48-CE	20.4	1.1	0.7	2.4	4.2
TB48-CE	13.7	0.8	0.8	2.2	2.7
TB48-CE	13.1	0.0	0.3	1.4	3.2
TB49-CE	20.4	0.7	0.3	1.4	2.5
TB49-CE	17.1	0.0	0.3	1.3	3.1
TB49-CE	8.3	0.0	0.3	1.0	1.7
TB52-CE	8.8	0.0	0.3	1.2	1.7
TB53-CE	13.7	0.0	0.2	1.2	3.0
TB53-CE	81.5	0.0	0.8	4.2	8.6
TB53-CE	27.2	0.0	0.6	3.5	5.0
TB54-CE	29.8	0.0	0.4	3.4	7.0
TB54-CE	7.2	0.0	0.1	1.1	1.8
TB55-CE	22.5	0.0	0.8	3.6	6.4
TB56-CE	12.5	0.0	0.4	1.9	2.8
TB58-CE	13.7	0.0	0.2	1.8	2.9
TB61-CE	506.8	43.2	27.7	103.0	153.6
TB64-CE	685.6	0.0	17.8	93.4	163.4
TB65-CE	62.6	0.0	1.6	7.3	15.6
TB70-CE	30.4	0.0	0.0	0.0	0.0
TB71-CE	315.7	11.6	5.6	36.4	61.3
TB72-CE	542.6	24.9	10.4	60.2	111.1

Tabela 5: Concentrações (ng/g peso seco) de isômeros de PFOS medidas em amostras de fígado de tamanduás brasileiros.

Código	L-PFOS	1m-PFOS	2m-PFOS	3m-PFOS	4m-PFOS	5m-PFOS	6m-PFOS	dm-PFOS	dm2-PFOS
NEC100	671.2	0.0	0.0	47.4	425.2	148.1	39.2	0.0	7.7
NEC101	165.1	0.0	0.0	13.5	80.2	14.0	13.3	0.0	0.0
NEC103	750.8	0.0	0.0	44.0	420.8	146.4	44.8	8.1	5.6
NEC109	245.1	0.0	0.0	6.9	111.9	26.8	17.4	0.0	0.0
NEC124M	194.1	0.0	0.0	11.3	41.6	14.3	8.1	0.0	0.0
NEC124P	1299.0	0.0	0.0	16.4	71.5	80.8	51.3	0.0	0.0
NEC024	800.2	0.0	0.0	23.5	224.7	120.6	58.8	0.0	0.0
NEC025	159.6	0.0	0.0	12.9	90.7	16.1	7.4	0.0	0.0
NEC026	250.3	0.0	0.0	15.6	74.3	38.8	25.1	0.0	0.0
NEC030	82.9	0.0	0.0	3.4	38.9	1.6	2.5	0.0	0.0
NEC032	62.3	0.0	0.0	2.0	32.7	10.9	5.0	0.0	0.0
NEC034	97.2	0.0	0.0	0.0	38.2	8.8	8.0	0.0	0.0
NEC035	5815.8	0.0	0.0	119.1	508.4	238.3	435.6	0.0	0.0
NEC036	502.9	0.0	0.0	18.1	106.7	54.1	46.8	0.0	1.7
NEC037	1140.1	0.0	0.0	17.4	193.8	98.9	91.1	0.0	0.0
NEC039	271.4	0.0	0.0	7.2	59.5	15.9	26.1	0.0	0.0
NEC040	195.3	0.0	0.0	11.2	2.8	23.6	13.4	0.0	0.0
NEC041	57.7	0.0	0.0	5.7	33.6	14.5	3.5	5.2	0.0
NEC043	839.0	0.0	0.0	28.3	158.1	55.4	34.9	0.0	0.0
NEC044	842.1	0.0	0.0	33.4	230.0	90.2	62.5	0.0	0.0
NEC047	56.4	0.0	0.0	0.0	3.6	2.4	9.6	0.0	0.0
NEC055	398.2	0.0	0.0	24.3	141.9	56.0	25.0	0.0	0.0
NEC058	604.0	0.0	0.0	16.1	178.0	68.6	21.3	0.0	0.0
NEC063	80.8	0.0	0.0	5.5	17.5	14.9	7.5	0.0	0.0
NEC064	367.7	0.0	0.0	15.0	69.0	29.1	20.5	0.0	0.0
NEC065	79.8	0.0	0.0	2.8	17.3	5.5	1.8	0.0	0.0
NEC066	2346.2	0.0	0.0	19.0	64.5	46.2	106.8	0.0	0.0
NEC067	309.5	0.0	0.0	19.2	90.5	53.9	17.2	0.0	0.0
NEC069	501.7	0.0	0.0	28.8	143.6	77.3	46.3	9.2	0.0
NEC070	421.6	0.0	0.0	10.7	122.2	62.6	17.6	0.0	0.0
NEC071	65.0	0.0	0.0	4.9	15.0	12.0	2.2	6.7	0.0
NEC073	664.1	0.0	0.0	26.5	133.7	90.1	40.2	0.0	4.0
NEC074	234.3	0.0	0.0	14.9	73.1	38.0	16.6	0.0	0.0
NEC077	67.0	0.0	0.0	3.2	24.4	11.6	4.4	0.0	0.0
NEC081	44.5	0.0	0.0	2.4	12.4	5.9	4.6	0.0	0.0
NEC082	61.0	0.0	0.0	5.2	24.4	10.2	5.2	0.0	1.8
NEC087	235.1	0.0	0.0	9.5	114.8	53.0	11.5	0.0	0.0
NEC088	201.4	0.0	0.0	8.3	78.9	32.2	17.0	0.0	1.6

NEC089	602.8	0.0	0.0	26.4	235.1	100.0	37.9	0.0	0.0
NEC096	211.3	0.0	0.0	17.1	76.3	32.2	17.6	0.0	0.0
NEC097	316.8	0.0	0.0	16.9	105.0	43.4	23.8	0.0	1.5

Análises de dados preliminares conduzidas para os dados de PFOS em amostras de soro sanguíneo:

Os resultados preliminares foram plotados geograficamente a fim de avaliar a distribuição espacial das concentrações de PFOS medidas em soro sanguíneo e identificar microbacias para coleta de amostras ambientais abióticas (Figura 1).

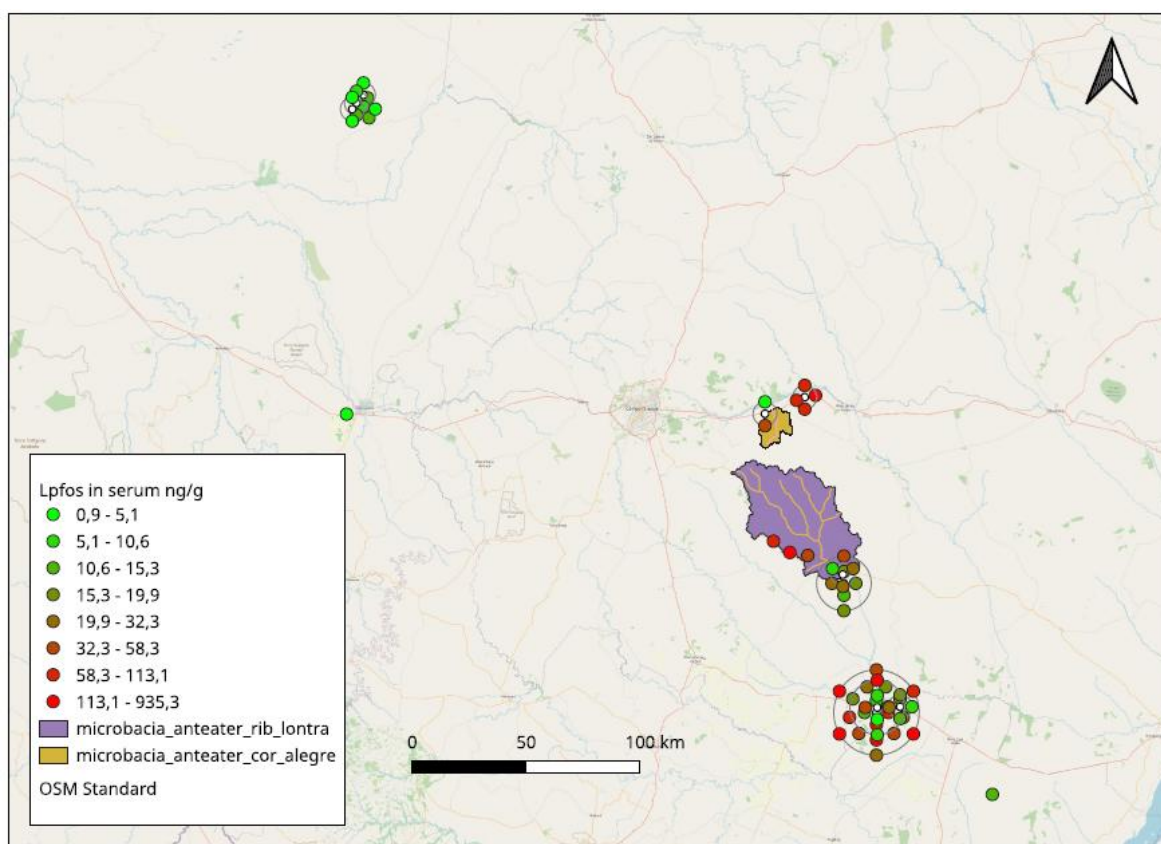


Figura 4: Mapa das concentrações de PFOS em soro sanguíneo de tamanduás monitorados no Mato Grosso do Sul e das microbacias selecionadas para coleta de amostras abióticas.

Foram conduzidas análises estatísticas exploratórias preliminares para avaliar a ocorrência de PFOS em amostras de soro sanguíneo dos tamanduás.

Não foi encontrada nenhuma correlação entre as concentrações de PFOS em soro sanguíneo e o ano de amostragem. Também não foram encontradas diferenças significativas entre as concentrações de PFOS em soro sanguíneo e o sexo ou a idade dos tamanduás amostrados. No entanto, as concentrações de PFOS em soro sanguíneo foram significativamente maiores nos indivíduos que faziam uso de áreas de floresta plantada de eucalipto (potencial área de uso de isca formicida a base de sulfluramida) do que nos indivíduos que não faziam uso dessas áreas (Figura 2).

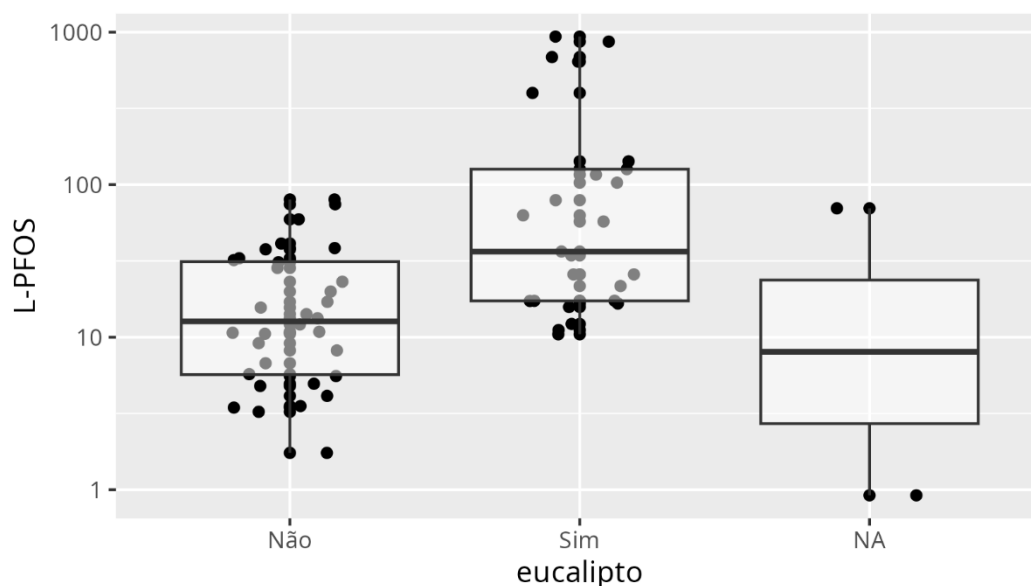


Figura 5: Boxplot das concentrações de PFOS em soro sanguíneo de tamanduás ilustrando a diferença entre os indivíduos que fazem uso de áreas de floresta plantada de eucalipto e os que não fazem.



ANEXO 4

Revisão de métodos para detecção de PFAS em água

Precauções durante a coleta de amostras:

Com base no Método EPA 537 (EPA/600/R-08/092), recomenda-se que os operadores lavem as mãos antes da coleta de amostras e usem luvas de nitrilo ao manusear as amostras e os frascos de amostra. **A contaminação com PFAS durante a coleta de amostras pode originar-se de várias fontes**, incluindo embalagens de alimentos ou o uso de produtos cosméticos específicos. O uso de luvas e a evitação de contato com o interior do frasco/tampa reduzirão assim a contaminação acidental. Recomenda-se também que todo o material utilizado para coleta seja lavado com água quente e rinsado com metanol água ultrapura para diminuir a contaminação de fundo antes que os frascos possam ser usados.

No caso de amostras de água potável (tratada) é recomendado o uso de agentes de decoloração, que são adicionados às amostras durante a coleta para remover ou sequestrar cloro livre da água tratada (clorada). Exemplos encontrados em metodologias padronizadas incluem cristais de Trizma pré-ajustados (adicionados, por exemplo, na concentração de 5,0 g/L como nos métodos EPA 537 e 537.1) e acetato de amônio (por exemplo, 1 g/L no método EPA 533). Como outro exemplo encontrado na literatura sobre PFAS, o tiosulfato de sódio também pode ser usado como agente decolorante.

Armazenagem de amostra:

Recipientes com materiais de **fluoropolímero são tipicamente inadequados** para coletar e armazenar amostras devido à possível contaminação por PFAS de materiais como politetrafluoretileno (PTFE) e, também, pela forte afinidade dos PFAS por tais polímeros. Frascos de polietileno de alta densidade (HDPE) ou polipropileno (PP) são recomendados para a coleta de amostras. No entanto, alguns estudos têm mostrado resultados contraditórios em relação a afinidade dos PFAS por materiais diversos. Uma das principais razões para a sorção de PFAS nas paredes dos recipientes são seus grupos funcionais. Grupos funcionais de ácido sulfônico, como PFBS e PFOS, mostraram maior adsorção do que ácidos carboxílicos, como PFBA e PFOA. Para PFBS, PFOS e FOSA, a tendência de recuperação dos recipientes foi semelhante à seguinte ordem crescente: PP <



HDPE < vidro < PET < PS. PFBA e PFOA se comportaram de maneira diferente, com recuperações dos recipientes na ordem crescente de PS < vidro < HDPE < PET < PP e PP < vidro < PET < PS < HDPE, respectivamente.

Portanto, no nosso caso, o material ideal para coleta e armazenamento de amostra seria PP, HDPE ou vidro. Sendo aconselhável fortificar um branco analítico e armazenar no recipiente de mesmo material, pelo mesmo período, para assegurar o percentual de recuperação dos PFAS.

A maioria dos estudos anteriores focou-se apenas nos PFAAs, compostos de baixa volatilidade, para os quais as perdas no headspace do frasco não seriam preponderantes. No entanto, o headspace do frasco de amostra deve ser minimizado se os analitos alvo de PFAS forem substâncias neutras voláteis, como álcoois fluorotelômeros. Essa questão também pode ser avaliada pelo branco fortificado e armazenado igualmente às amostras.

Preferencialmente, as amostras não devem ser armazenadas a mais de 10 °C nos primeiros 2 dias após a coleta e durante o transporte. A maioria dos estudos resfriou as amostras a ≤ 6 °C, com base em Métodos Padrão (por exemplo, EPA 537.1), para preservar os PFAS alvo até a análise. O método da Organização Internacional para Padronização (ISO 25101:2009) especificou uma duração máxima de armazenamento de 14 dias para PFOA e PFOS em água potável, água superficial e água subterrânea, com tiosulfato de sódio como redutor para remover o cloro da água tratada.

Woudneh et al. 2019, investigaram os impactos das condições de armazenamento de amostras, como tempo (até 180 dias) e temperatura (-20°C, 4°C, e +20 °C) de 29 PFAS em diferentes tipos de amostras de água, incluindo água superficial, água engarrafada e dois tipos de efluentes de estações de tratamento de águas residuais. Os efeitos da temperatura e do tempo foram significativamente diferentes entre os tipos de amostra. A magnitude das mudanças nas amostras de água engarrafada foi muito menor do que em outras amostras de água (água superficial e efluentes), apresentando melhor estabilidade. Por exemplo, armazenar água engarrafada fortificada com ácido N-metilperfluorooctano sulfonamidoacético (N-MeFOSAA) em todas as três temperaturas não demonstrou uma diferença considerável nas recuperações dos analitos ($p > 0.2$). O ácido fluorotelômero sulfônico 8:2 (8:2 FTS) também demonstrou alta estabilidade ao longo do tempo em água engarrafada, independentemente da temperatura de armazenamento, diferente de outras matrizes de água. No entanto, as recuperações diminuíram para alguns analitos, como N-etil perfluorooctano sulfonamida (N-EtFOSA) (de ~80% para ~25%), N-metil perfluorooctano sulfonamida (N-MeFOSA) (de ~95% para ~37%), N-etil

perfluorooctano sulfonamido etanol (N-EtFOSE) (de ~95% para ~55%) e N-metil perfluorooctano sulfonamido etanol (N-MeFOSE) (de ~105% para ~60%) em água engarrafada a 20 °C do dia 6 ao dia 180, provavelmente devido à volatilização dessas substâncias químicas neutras ao longo do tempo ou à conversão de analitos durante o armazenamento.

Isso mostra que precisamos ficar atentos ao período de coleta, armazenamento e transporte das amostras, pois a sulfluramida pode evaporar ou se degradar depois da coleta caso esteja a uma temperatura de +20 °C por mais de 6 dias. O ideal é congelar as amostras assim que possível. Testar isso seria interessante, mas seria um grande trabalho.

Filtragem e acidificação de amostras:

Existe uma questão importante em relação a filtragem de amostras de água. Amostras de água são às vezes filtradas antes da extração em fase sólida (SPE), pois amostras não filtradas podem entupir os cartuchos de SPE. No entanto, a perda de PFAS a partir dos materiais do filtro pode ser significativa e causar subestimação. Como resultado, o método EPA 1633 não recomenda a filtração para amostras aquosas que tenham até 50 mg de sólidos suspensos. Quando necessário filtrar as amostras, geralmente são utilizados filtros de microfibras de vidro (GF/F, tamanho de poro de 0,45 µm, diâmetro de 47 mm; Whatman).

Mottaleb et al. 2021, avaliaram a necessidade de condicionar os filtros para uma melhor recuperação de alguns PFAS. Eles examinaram o pré-enxágue do filtro com metanol, água e acetonitrila e suas misturas para amostras de água da torneira fortificadas. Utilizando água, as recuperações dos analitos fortificados variaram de 9,8% a 70% (para PFOS), e para os padrões internos, entre 8,8% e 62,9% (para 13C4-PFOS). A melhoria nas recuperações foi observada após o condicionamento do filtro com 5 mL de acetonitrila seguido por 5 mL de metanol. Sob tais condições, as recuperações médias estavam na faixa de 34,6–90,1% para os analitos nativos e 36,4–87,8% para os padrões internos.

Às vezes, amostras de água são acidificadas com ácido nítrico ou ácido fórmico para prevenção da atividade microbiana. A acidificação das amostras pode ser realizada para aqueles PFAS que sofrem biotransformação ou em amostras biológicas ativas, como principalmente em águas residuais. O pH da amostra também pode impactar (negativa ou positivamente) na recuperação por SPE. Por exemplo, em Barreiro et al. 2006, as amostras de água foram acidificadas com ácido sulfúrico até pH = 4, e recuperações eficientes por extração por SPE (70–98%) foram ainda alcançadas para perfluorocarboxilatos de < C10. PFOS e



perfluorooctanossulfonamida (PFOSA) também foram extraídos a 81% e 96%, respectivamente, sob condições básicas ($\text{pH} = 11$). No entanto, Os métodos EPA 537 e 537.1 para água potável recomendam o uso de um tampão (como Tris/TrisHCl) para atingir um pH neutro (aproximadamente 7). O recente EPA Draft Method 1633 também recomenda ajustar as amostras de água para condições levemente ácidas (pH de $6,5 \pm 0,5$) antes de realizar a extração em fase sólida (SPE).

Extração em fase sólida (SPE):

A extração em fase sólida (SPE) e a extração líquido-líquido (LLE) são métodos de extração comumente aplicados. O desenvolvimento de métodos de SPE foi lento nos primeiros anos, e a extração por LLE foi originalmente o método preferido para o pré-tratamento de amostras ambientais aquosas até as décadas de 1980 e 1990. Desde então, progressos significativos foram feitos na forma de discos ou cartuchos de SPE, e sorventes mais seletivos foram introduzidos.

Os cartuchos de SPE são agora o método mais comumente aplicado para pré-concentrar PFAS em amostras de água e, também, é usada nos métodos da EPA (537, 537.1, 533, 1633). Como as concentrações de PFAS nas diferentes matrizes aquosas podem estar na faixa de sub-ng/L, a pré-concentração e extração via SPE de amostras de água são necessárias para possibilitar a detecção de PFAS. Além disso, o uso de SPE atua tanto como uma etapa de extração quanto de limpeza, o que reduz a presença de analitos interferentes que podem causar supressão/enhancement de íons durante a ionização por electrospray. O uso de SPE pode gerar altos fatores de concentração carregando volumes grandes (tipicamente entre 100 e 5000 mL) de água potável no cartucho de SPE, seguido pela eluição de PFAS com o solvente orgânico e a evaporação do solvente até um volume pequeno. Além disso, a SPE pode extrair uma gama mais ampla de analitos em comparação com a extração líquida tradicional.

Um dos cartuchos mais comumente usados para SPE off-line é o cartucho Oasis WAX 6 cc, cujo sorvente polimérico de fase reversa é classificado como um modo misto de troca aniônica fraca. **Outros sorventes usados para análise de PFAS incluem Strata X-AW (sorvente de troca aniônica fraca) e Oasis HLB (sorvente de balanço lipofílico-hidrofílico).** Entre os artigos revisados por Teymoorian et al. 2023, focados no monitoramento de PFAS em água da torneira e engarrafada, 60% usaram Oasis WAX, 15% usaram Strata X-AW/XL-AW e 5% usaram Oasis HLB como seus cartuchos de SPE.

Koronaoui et al. 2022, compararam o desempenho dos cartuchos Oasis WAX e Oasis HLB e mostraram que o cartucho WAX teve recuperações ligeiramente melhores para 70% de seus PFAS alvo (por exemplo, PFOA e PFOS) do que o cartucho HLB. Em geral, PFAS neutros são capturados eficientemente por cartuchos HLB e comumente eluídos com metanol, enquanto PFAS iônicos (por exemplo, PFSA's e PFCAs) adsorvidos por um cartucho WAX são eluídos com metanol básico (por exemplo, usando hidróxido de amônio, que é um reagente volátil e compatível com MS).

Taniyasu et al. 2005, avaliaram a recuperação de PFAS com diferentes concentrações de hidróxido de amônio variando de 0,1 a 20% na solução metanólica de eluição. As recuperações diminuíram significativamente quando foi utilizado 20% de NH_4OH em metanol para a eluição. Sob condições fortemente alcalinas (e aumento % aquosa), os PFAS alvo não foram eluídos. Recuperações superiores a 70% foram alcançadas para a maioria dos PFAS alvo em concentrações de NH_4OH entre 0,1 e 2% em metanol. Os autores escolheram 0,1% de NH_4OH porque uma baixa concentração de NH_4OH introduziria menos água nos extratos, o que também ajudaria a reduzir a perda de PFAS hidrofóbicos e semivoláteis (por exemplo, Me/EtFOSA) durante as etapas subsequentes de evaporação e análise.

A extração por SPE online é um método relativamente novo que tem sido aplicado à análise de PFAS em matrizes de água. A abordagem de SPE online fornece métodos mais rápidos em comparação com a SPE convencional e reduz o risco de contaminação potencial durante o pré-tratamento da amostra (devido à manipulação simplificada). No entanto, os métodos online podem apresentar maiores efeitos de matriz e outros desafios. Uma armadilha exemplo é o risco de artefatos de sorção para PFAS hidrofóbicos. O alto percentual aquoso dos extratos finais submetidos à LC-MS poderia implicar em sorção dependente do tempo e, portanto, limites de detecção dinamicamente variáveis para PFAS de cadeia longa.

Cromatografia líquida para análise de PFAS:

As fases móveis comuns para análise de PFAS por LC incluem acetato de amônio (tipicamente 2–20 mM) em água como fase móvel aquosa (A) e metanol ou acetonitrila como fase orgânica (B). Alguns estudos utilizaram fases móveis adicionadas de ácidos fracos como ácido fórmico ou acético (0,1–0,2%). O gradiente da fase móvel pode ser otimizado para melhor seletividade, forma de pico analítico e tempos de eluição de PFAS atrasados (usando uma coluna de armadilha) para que os PFAS liberados das tubulações de HPLC não interfiram nos PFAS presentes nas amostras de água potável.

Na revisão feita por Teymoorian et al. 2023, cerca de 66% dos artigos revisados utilizaram uma coluna de fase reversa C18 em seus sistemas de LC, e o volume de injeção variou entre 2 e 75 μL . O tempo médio total de execução entre os artigos revisados foi de 18,9 minutos, com um mínimo de 8 minutos e um máximo de 44,5 minutos.

Os tempos totais de execução são de 35 e 37 minutos para os métodos EPA 533 e EPA 537.1, respectivamente, com volumes de injeção de 10 μL para ambos os métodos. Água e metanol com acetato de amônio a 20 mM foram selecionados como fases móveis. Uma coluna de cromatografia líquida C18 (Phenomenex Gemini 2 mm $\times$ 50 mm $\times$ 3.0 μm) foi usada no método EPA 533 com uma coluna de atraso (HLB, 2,1 mm $\times$ 30 mm) posicionada no caminho do fluxo da fase móvel antes do injetor, o que pode reduzir a contaminação de fundo por PFAS. Uma coluna Atlantis dC18 (2,1 mm $\times$ 150 mm, 3 μm) foi selecionada como a coluna LC no método EPA 537.1. Colunas de fase reversa geralmente não apresentam bom desempenho na retenção de PFAS ultracurtos (C1–C3). Alternativamente, colunas de cromatografia de interação hidrofílica híbrida (HILIC) e colunas de troca iônica foram introduzidas para fornecer melhor separação e retenção de PFAS de cadeias curtas.

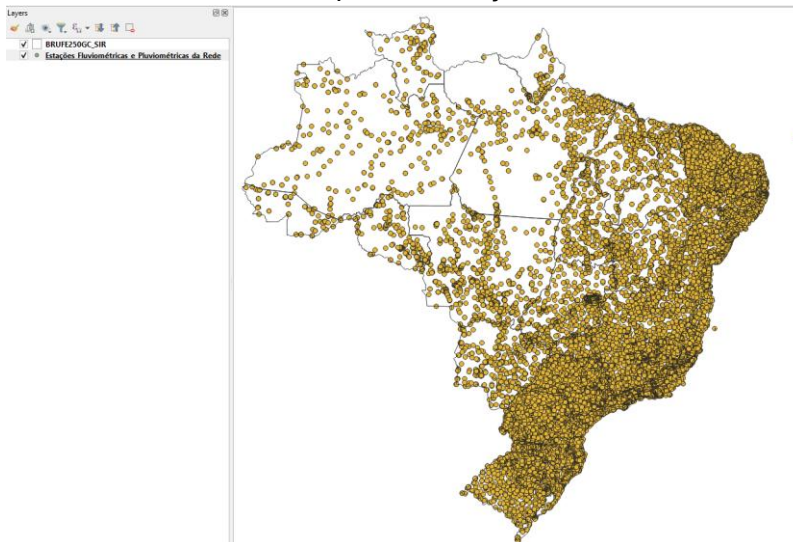
Espectrometria de massas:

Os analisadores de massa, incluindo triplo quadrupolo (QqQ), quadrupolo tempo-de-voo (QTOF) e Quadrupolo-Orbitrap, são os espectrômetros de massa mais relatados em estudos de PFAS em água. Para análise de PFAS, diferentes modos de ionização podem ser realizados, como ionização por electrospray (ESI) em modos positivo e negativo, ionização química por pressão atmosférica (APCI) e ionização fotoquímica por pressão atmosférica (APPI). No entanto, o método de ionização mais comum é o ESI devido ao desempenho de detecção adequado para PFAS. O modo de monitoramento de reações múltiplas (MRM) em tandem MS (MS/MS) é necessário para garantir a seletividade adequada com base no Método EPA 533. Para manter um número adequado de varreduras em cada pico e sensibilidade instrumental (relação sinal-ruído), o número de compostos eluindo dentro de uma janela de tempo de retenção MS/MS idealmente deve ser minimizado. As amostras também podem ser analisadas quantitativamente usando UHPLC acoplada a espectrometria de massa de alta resolução (HRMS) com alta precisão de massa, como Orbitrap MS.

ANEXO 5

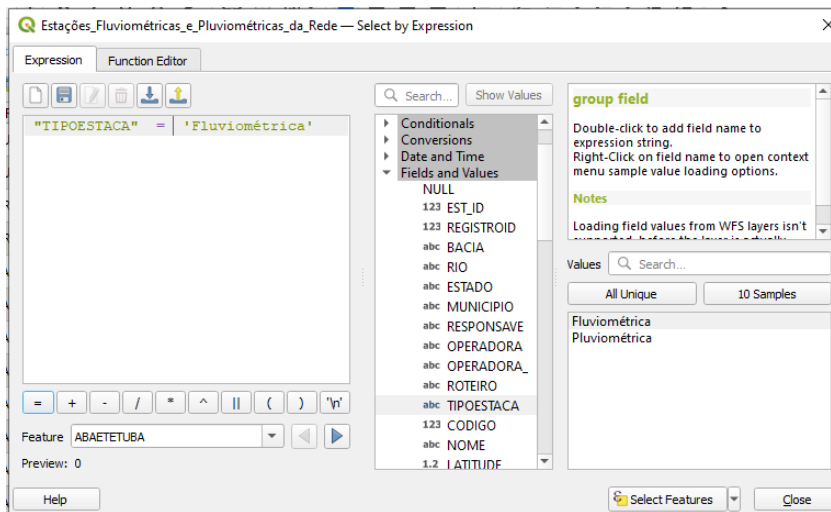
Relatório de acompanhamento das atividades de seleção de áreas de amostragem para monitoramento ambiental de pesticidas de uso atual.

1. Mapa das estações da Rede Hidrometeorológica

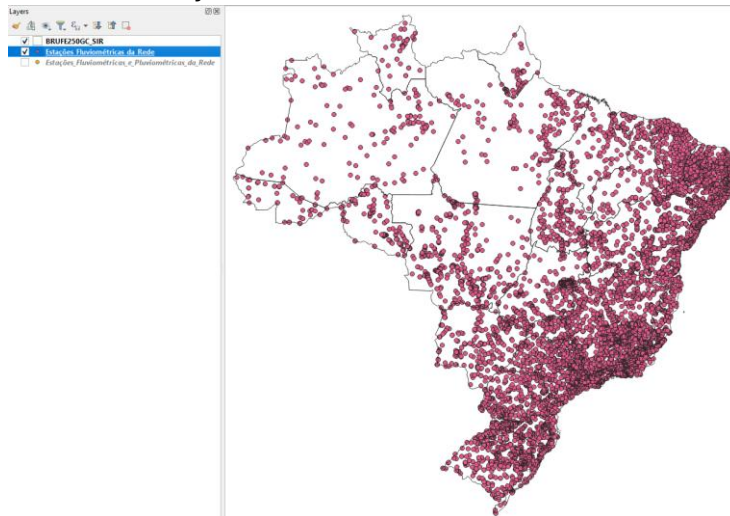


a. Filtro para obter Estações Fluviais

Estações_Fluviométricas_e_Pluviométricas_da_Rede — Features Total: 21992, Filtered: 21992, Selected: 0											
	EST_ID	REGISTROID	BACIA	RIO	ESTADO	MUNICIPIO	RESPONSAVE	OPERADORA	OPERADORA_	ROTEIRO	TIPOESTACA
1	1	56644170	RIO AMAZONAS	RIO JAUAPERI	RR	RORAINÓPOLIS	FEMARH-RR	FEMARH-RR	NULL	NULL	Fluviométrica
2	2	3730136	RIO AMAZONAS	RIO JAUAPERI	RR	RORAINÓPOLIS	ANA	CPRM	CPRM-MA	2	Fluviométrica
3	3	3730144	RIO AMAZONAS	RIO TARUMÁ-A...	AM	MANAUS	SUDAM	SUDAM	NULL	NULL	Fluviométrica
4	4	3730145	RIO AMAZONAS	RIO TARUMÁ-A...	AM	MANAUS	SUDAM	SUDAM	NULL	NULL	Fluviométrica
5	5	45144136	RIO AMAZONAS	RIO MADEIRA	AM	HUMAITÁ	SANTO ANTÔNIO	SANTO ANTÔNIO	NULL	1	Fluviométrica
6	6	3730258	RIO AMAZONAS	RIO MADEIRA	AM	HUMAITÁ	ANA	CONSTRUFAM	CONSTRUFAM-...	5	Fluviométrica
7	7	3730276	RIO AMAZONAS	RIO MADEIRA	AM	NOVO ARIPUA...	ANA	CONSTRUFAM	CONSTRUFAM-...	6	Fluviométrica
8	10	3730284	RIO AMAZONAS	RIO MADEIRA	AM	NOVA OLINDA ...	ANA	CONSTRUFAM	CONSTRUFAM-...	6	Fluviométrica
9	11	3730262	RIO AMAZONAS	RIO MADEIRA	AM	MANICORÉ	ANA	CONSTRUFAM	CONSTRUFAM-...	5	Fluviométrica
10	12	37559983	RIO AMAZONAS	RIO MADEIRA	AM	ITACOATIARA	CPRM	CPRM	NULL	NULL	Fluviométrica
11	13	3730277	RIO AMAZONAS	RIO MADEIRA	AM	BORBA	ANA	CONSTRUFAM	CONSTRUFAM-...	6	Fluviométrica
12	14	49873674	RIO AMAZONAS	RIO MADEIRA	AM	BORBA	CPRM	CPRM	NULL	1	Fluviométrica
13	15	38030524	RIO AMAZONAS	RIO MADEIRA	AM	AUTAZES	ANA	CPRM	CPRM-MA	1	Fluviométrica
14	17	52303538	RIO AMAZONAS	RIO MADEIRA	RO	PORTO VELHO	ESBR	ESBR	NULL	1	Fluviométrica
15	18	52303542	RIO AMAZONAS	RIO MADEIRA	RO	PORTO VELHO	ESBR	ESBR	NULL	1	Fluviométrica



Somente estações Fluviométricas



b. Selecionar somente estações onde a Operadora seja CPRM

Estações_Fluviométricas_da_Rede — Features Total: 9461, Filtered: 9461, Selected: 0

EST_ID	REGISTROID	BACIA	RIO	ESTADO	MUNICIPIO	RESPONSABLE	OPERADORA	OPERADORA_	ROTEIRO	TIPOESTACA
1	1	56644170	RIO AMAZONAS	RIO JAUAPERI	RR	RORAINÓPOLIS	FEMARH-RR	FEMARH-RR	NULL	Fluviométrica
2	2	3730136	RIO AMAZONAS	RIO JAUAPERI	RR	RORAINÓPOLIS	ANA	CPRM	CPRM-MA	2
3	3	3730144	RIO AMAZONAS	RIO TARUMÁ-A...	AM	MANAUS	SUDAM	SUDAM	NULL	Fluviométrica
4	4	3730145	RIO AMAZONAS	RIO TARUMÁ-A...	AM	MANAUS	SUDAM	SUDAM	NULL	Fluviométrica
5	5	45144136	RIO AMAZONAS	RIO MADEIRA	AM	HUMAITÁ	SANTO ANTÔNIO	SANTO ANTÔNIO	NULL	Fluviométrica
6	6	3730258	RIO AMAZONAS	RIO MADEIRA	AM	HUMAITÁ	ANA	CONSTRUFAM	CONSTRUFAM...	5

Estações_Fluviométricas_da_Rede — Select by Expression

Expression Function Editor

"OPERADORA" = 'CPRM'

Feature: ACANAUI

Preview: 0

Search... Show Values

group field

Double-click to add field name to expression string. Right-click on field name to open context menu sample value loading options.

Notes

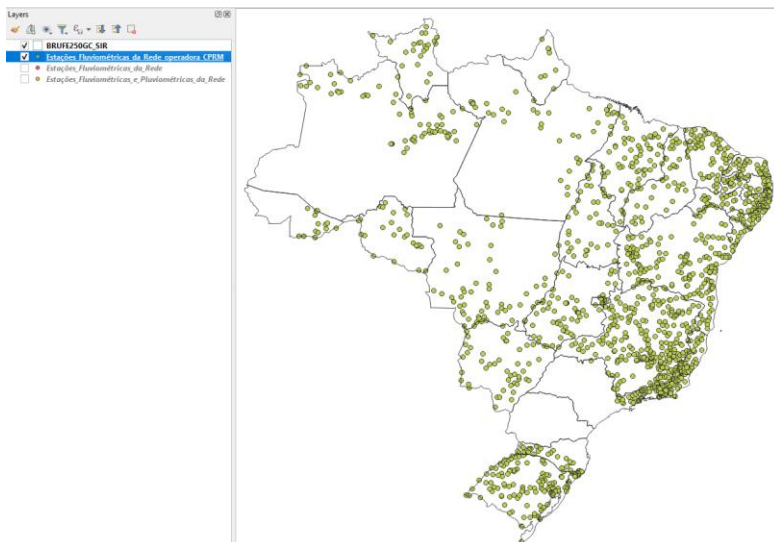
Loading field values from WFS layers isn't supported before the layer is actually...

Values: CPRM

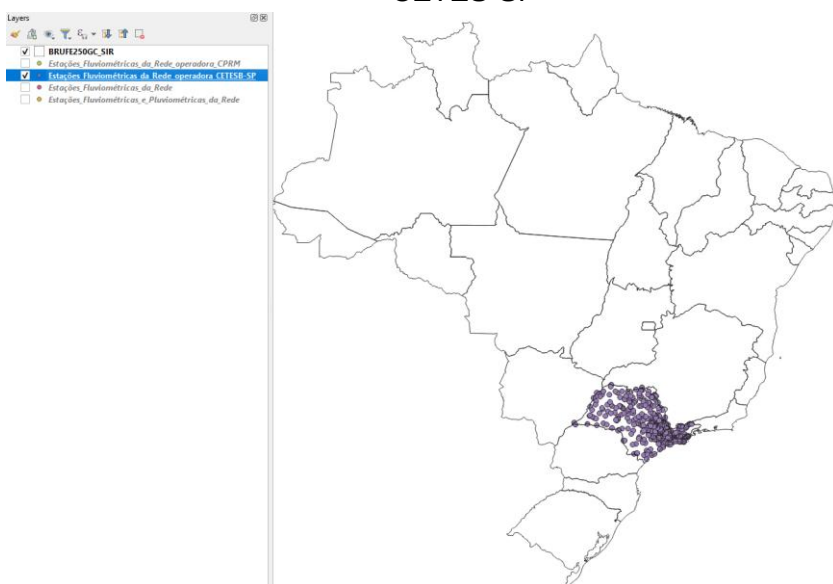
All Unique 10 Samples

CPRM

Select Features Close



c. Selecionar somente estações onde a Operadora seja CETES-SP



d. Selecionar somente estações onde a Operadora seja Aguas Paraná

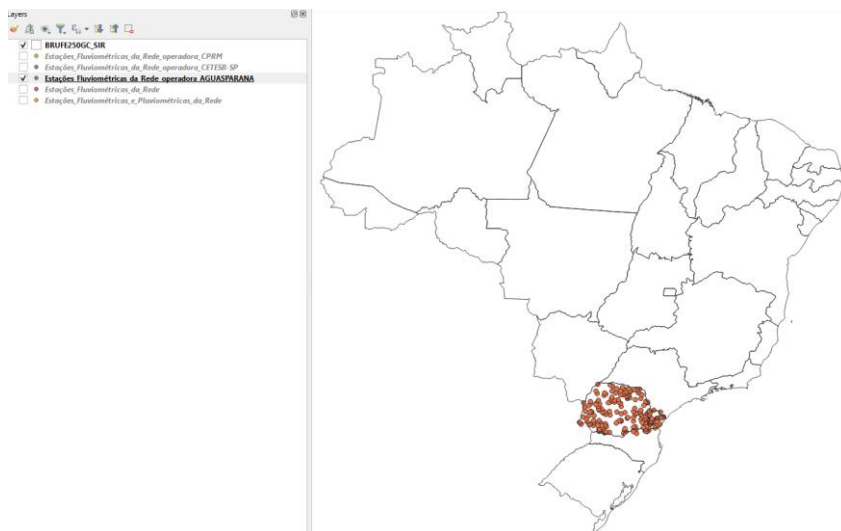
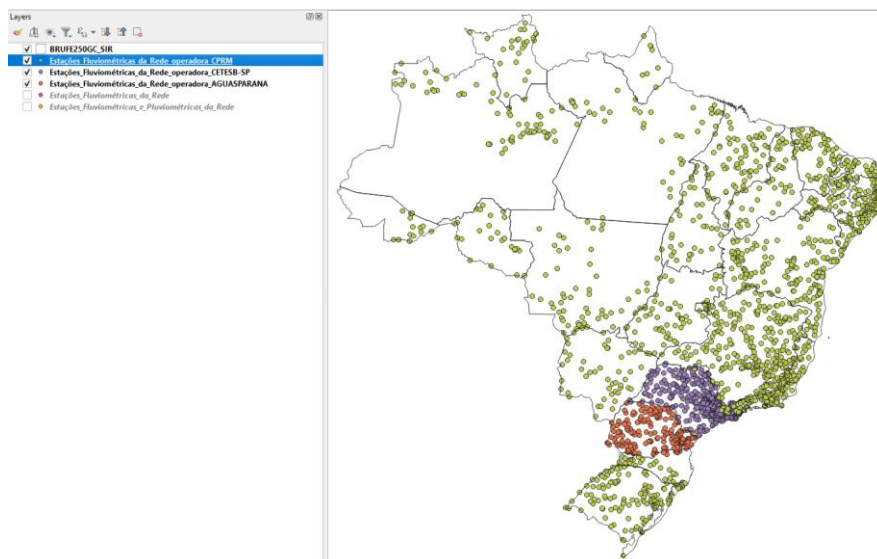


Imagem das estações fluviométricas para o Brasil para as operadoras CPRM, CETESB-SP e AGUASPARANÁ



2. Mapas dos rios para o Brasil
 - a. Fonte da informação:

Obrigatório PMGB	ID	Nome	Preencher
x	1	Título	Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 2012
x	2	Resumo	A Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) utilizada pela ANA na gestão de recursos hídricos é obtida
	3	Objetivo/Finalidade	Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH).
	4	Frequência de Manutenção e Atualização	A data identifica quando o recurso foi examinado ou re-examinado e melhorado ou retificado
	5	Resolução espacial	1000000
	6	Palavras-chave	BHO, Base Hidrográfica Unifilar, Ottocodificação, Trecho de Drenagem, Base Hidrográfica
	7	Restrição de acesso;	Publico
	8	Restrição de uso	copyright
	9	Extensão temporal	Data do fim 2012-12-17T00:00:00
	10	Etapas do processo	edições de modo a conferir consistência topológica para uma correta representação da rede
x	11	Responsável (Lista de autores)	Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, Coordenação de Conjuntura e Gestão da Ir
x	12	Data	2012-12-17T00:00:00
x	13	Categoria temática	Águas interiores
x	14	Responsável (Autor/inst.)	Agência Nacional de Águas
x	15	Idioma	Portugues
	16	Tipo de representação espacial	Vetor
x	17	Formato de distribuição	Shape
	18	Sistema de referência	Sirgas 2000
x	19		Geografico
	20	Extensão geográfica	Brasil
	21	Acesso ao dado	
	22	Acesso ao metadado	http://www.metadados.inde.gov.br/geonetwork/srv/por/metadata.show?id=70885&currTab=simple
x	23	Responsável pelos metadados	Giulio Rissi
x	24	Data dos metadados	19/03/2019 T8:56
x	25	Status	Concluido
	26	Informações complementares	A Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 2012 (BHO), possui detalhamento da hidrografia em escalas maiores para áreas específicas no território nacional, a saber: a) bacia do Rio Taquari (MS) (1:250.000); b) estado do Maranhão (1:250.000); e c) demais bacias (1:1.000.000). Para ter acesso aos dados que compõem a Base Hidrográfica Ottocodificada com os temas: Trechos de Drenagem, Áreas de Contribuição Hidrográfica, Cursos d'Água, Pontos de Drenagem e Rios é necessário efetuar o download de cada um dos arquivos e descompactá-los.

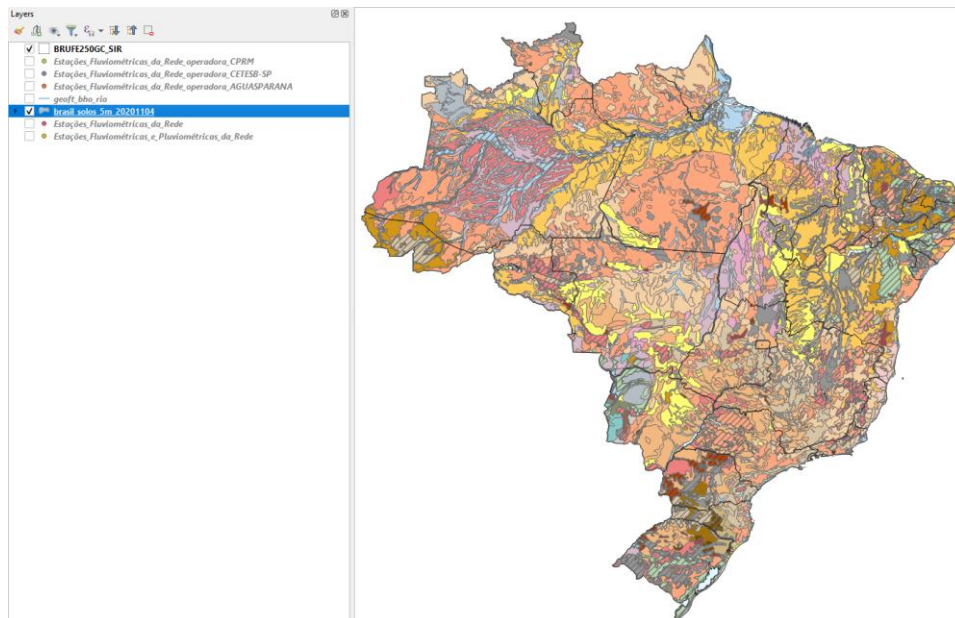
b. Mapa dos rios

3. Mapas dos solos para o Brasil

- Fonte da informação:
- Mapa de Solos

Link:

http://geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/geonode%3ABrasil_solos_5m_20201104/metadata_read



4. Mapas de Uso da Terra para o Brasil

a. Fonte da informação:

← → ↻ mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-17?mapa_set_language=pt-BR

LGT - Laboratório d...

Lançamos a Coleção 6 (1985-2020)

MAPBIOMAS 60

CONHEÇA O MAPBIOMAS MAPAS E DADOS METODOLOGIA PERGUNTAS FREQUENTES COMUNICAR

COLEÇÕES MAPBIOMAS

A partir dos mosaicos Landsat são realizadas as classificações que resultam nos mapas de cobertura e uso da terra para cada ano. Dentro da lógica proposta pelo MapBiomas os mapas serão atualizados cada vez que houver um aperfeiçoamento nos algoritmos de classificação. A metodologia de classificação é dinâmica e processual, com a finalidade de aperfeiçoar a classificação de cada tipologia.

Importante: ao compor um mosaico único ou calcular estatísticas sobre os mapas deve ser observado que:

- Para cálculo de área é necessário utilizar uma projeção métrica adequada.
- Até a Coleção 4.0 os limites de biomas foram adaptados pelo projeto da escala original publicada pelo IBGE de 1:5.000.000 para 1:1.000.000 a partir dos mapas de limites territoriais do Brasil 1:250.000 (IBGE) e fitofisionomias 1:1.000.000, também do IBGE. Desde a Coleção 4.1 foi adotado os limites de biomas do IBGE em escala 1:250.000. O shapefile dos limites dos biomas está disponível para download junto com os [mapas de referência](#).
- A paleta de cores RGB de cada classe da legenda está disponível no [arquivo](#), e também para o uso no ArcMap ou no QGIS.
- Todos os dados estão no formato GeoTiff e possuem compressão LZW. Para obter a referência dos códigos com as classes de legenda para os valores de pixel acesse: <https://mapbiomas.org/codigos-de-legenda>.

A Coleção mais atual do MapBiomas pode sempre ser acessada de cinco formas:

1. navegando on line por meio da [plataforma/dashboard do MapBiomas](https://plataforma.brasil.mapbiomas.org): <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org>
2. acessar o [asset](#) de dados no [Google Earth Engine](#): ID: projects/mapbiomas-workspace/public/collection6/mapbiomas_collection60_integration_v1
3. acessar direto no [QGIS](#) por meio do [plugin](#): (Já estamos também preparando um para o ArcGis).
4. Download direto da Coleção 6 com mapas de Cobertura e Uso do Solo de todo o Brasil em formato GeoTiff (um mapa para cada ano)

Para o ano 1985: https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/brasil/collection-6/lcl/coverage/brasil_coverage_1985.tif

5. Mapas de Modelo Digital de Elevação para o Brasil

- Link: <https://www.ufrgs.br/labgeo/index.php/downloads/dados-geoespaciais/modelos-digitais-de-elevacao-dos-estados-brasileiros-obtidos-a-partir-do-srtm-shuttle-radar-topography-mission/>



O Laboratório CR Idrisi Projetos Publicações Downloads Contato Cadastre-se Notícias

MODELOS DIGITAIS DE ELEVACÃO DOS ESTADOS BRASILEIROS, OBTIDOS A PARTIR DO SRTM (SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION).

A Missão do ônibus espacial de topografia por radar (*Shuttle Radar Topography Mission – SRTM*) é um projeto internacional liderado pela Agência Nacional de Inteligência Geoespacial e pela NASA, dos Estados Unidos. Executada pelo ônibus espacial *Endeavour* durante 11 dias em fevereiro de 2000, seu objetivo foi obter a mais completa base de dados topográfica digital de alta resolução da Terra.

Os dados foram processados no Laboratório de Propulsão a Jato (*Jet Propulsion Laboratory – JPL*) da NASA, e são distribuídos através do *United States Geological Survey's EROS Data Center*. O acesso é gratuito e a cobertura dos dados abrange a maior parte da superfície emersa da Terra entre as latitudes 60° Norte e 56° Sul.

O Labgeo processou e organizou mosaicos com Modelos Digitais de Elevação de todos os estados brasileiros e os está disponibilizando aos usuários. O processamento envolveu o preenchimento de falhas existentes nos dados originais através de interpolação, conversão para valores inteiros e transformação ao Datum SAD 69.

Você pode fazer o *download* dos Modelos Digitais de Elevação nos formatos **IDRISI** ou **GEOTIFF** e também pode baixar os arquivos de **sistemas de referência do Brasil**, caso necessite fazer transformações de datum e de coordenadas com os parâmetros do sistema geodésico brasileiro no Idrisi e no Cartalinx.

Para citar o material, pedimos a gentileza de usar a seguinte referência:
Weber, E.; Hasenack, H.; Ferreira, C.J.S. 2004. Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação. Porto Alegre, UFRGS Centro de Ecologia. ISBN 978-85-63843-02-9. Disponível em <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo>.

Para saber mais sobre os dados SRTM ou informações derivadas dos mesmos, consulte também o relatório do INPE de acesso livre:
Valeriano, M. M. 2004. Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul. São José dos Campos, INPE, 2004, 72 p. (INPE-10550-RPQ/756). Disponível em: <http://iris.sid.inpe.br:1912/col/sid.inpe.br/sergio/2004/06.30.10.57/doc/publicacao.pdf>

Previsão do Tempo

Acesso Rápido

Dados Geoespaciais
Notícias

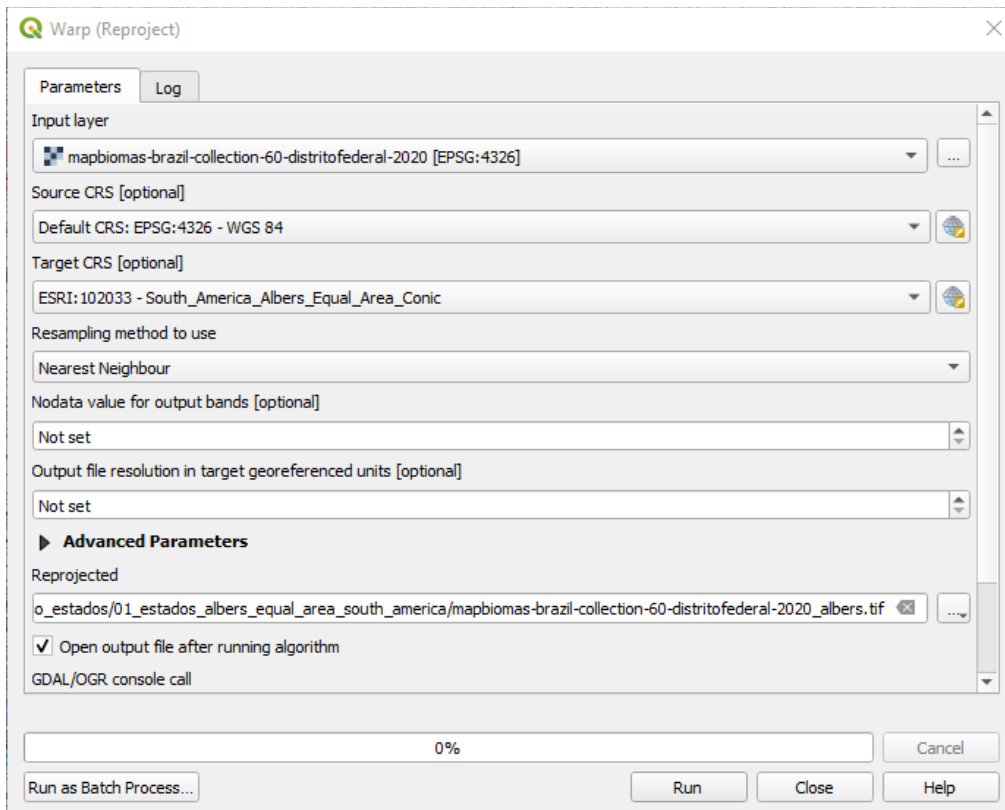
Webmail UFRGS

Acessos ao site

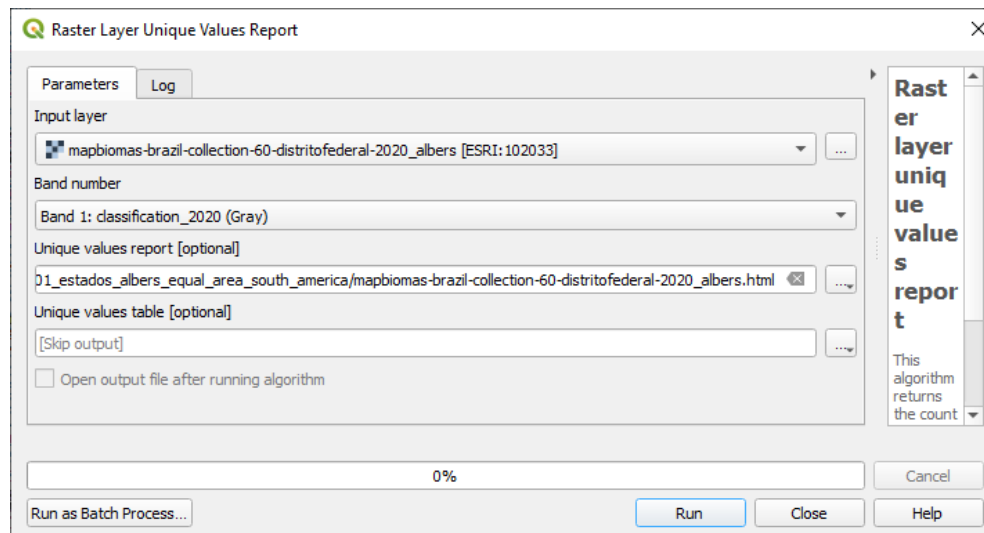
1,215 Pageviews
Mar 29th - Apr 29th

<https://www.ufrgs.br/labgeo/index.php/downloads/dados-geoespaciais/modelos-digitais-de-elevacao-dos-estados-brasileiros-obtidos-a-partir-do-srtm-shuttle-radar-topography-mission/modelos-digitais-de-elevacao-do-srtm-no-formato-geotiff/>

- 03/05/2022 - Levantamento para determinação do número de bacias hidrográficas por estado baseado na área de cada categoria de uso do solo do Mapbiomas coleção 6 2020
 - Reprojeção dos rasters dos estados de EPSG 4326 em graus decimais para EPSG 102033 em metros



- b. Cálculo da área de cada categoria dos rasters dos estados no EPSG 102033





Analyzed file: G:\Meu Drive\00_solicitacao_bases_cpnm_br_338\02_classe_uso_estados\01_estados_albers_equal_area_south_america\mapbiomas-brazil-collection-60-distritofederal-2020_albers.tif (band 1)

Extent: 1201129.8740963612217456,1801816.7536309380084276 : 1306439.2632371571380645,1872946.2786715351976454

Projection: ESRI:102033 - South_America_Albers_Equal_Area_Conic

Width in pixels: 3688 (units per pixel 28.5546)

Height in pixels: 2491 (units per pixel 28.5546)

Total pixel count: 9186808

Value Pixel count Area (m²)

0	2113832	1723545808.37
3	565741	461285726.19
4	1304219	1063415252.79
9	27748	22624763.51
11	55585	45322094.55
12	1041011	848804514.98
15	1069336	871899744.42
21	865600	705780427.07
24	779456	635541576.44
25	55030	44869566.66
30	4160	3391920.72
33	76398	62292297.91
39	1167201	951695494.76
41	58091	47365400.63
46	3400	2772242.90

Classe selecionadas

Band 1: classification_2020 (Gray)

- 9 - Silvicultura
- 20 - Cana
- 39 - Soja
- 40 - Arroz (beta)
- 41 - Outras Lavouras Temporárias
- 46 - Café (beta)
- 47 - Citrus (beta)
- 48 - Outras Lavouras Perenes

Determinação do números de bacias hidrográficas

Distrito Federal	Value	Pixel count	Area (m²)	Área ha	Área km²			
	0	2113832	1723545808.37	172354.5808	1723.54581			
	3	565741	461285726.19	46128.57262	461.285726			
	4	1304219	1063415252.79	106341.5253	1063.41525			
	9	27748	22624763.51	2262.476351	22.6247635			
	11	55585	45322094.55	4532.209455	45.3220945			
	12	1041011	848804514.98	84880.4515	848.804515			
	15	1069336	871899744.42	87189.97444	871.899744			
	21	865600	705780427.07	70578.04271	705.780427			
	24	779456	635541576.44	63554.15764	635.541576			
	25	55030	44869566.66	4486.956666	44.8695667			
	30	4160	3391920.72	339.1920722	3.39192072			
	33	76398	62292297.91	6229.229791	62.2922979			
	39	1167201	951695494.76	95169.54948	951.695495			
	41	58091	47365400.63	4736.540063	47.3654006			
	46	3400	2772242.90	277.2242897	2.7722429			
	Soma		5767061023.53	576706.10	5767.06	Soma área km²	1024.457902	0.087504081

Soma categorias (9, 39, 41 e 46) = área da agricultura, ex: Distrito Federal

Distrito Federal	Value	Pixel count	Area (m²)	Área ha	Área km²			
	0	2113832	1723545808.37	172354.5808	1723.54581			
	3	565741	461285726.19	46128.57262	461.285726			
	4	1304219	1063415252.79	106341.5253	1063.41525			
	9	27748	22624763.51	2262.476351	22.6247635			
	11	55585	45322094.55	4532.209455	45.3220945			
	12	1041011	848804514.98	84880.4515	848.804515			
	15	1069336	871899744.42	87189.97444	871.899744			
	21	865600	705780427.07	70578.04271	705.780427			
	24	779456	635541576.44	63554.15764	635.541576			
	25	55030	44869566.66	4486.956666	44.8695667			
	30	4160	3391920.72	339.1920722	3.39192072			
	33	76398	62292297.91	6229.229791	62.2922979			
	39	1167201	951695494.76	95169.54948	951.695495			
	41	58091	47365400.63	4736.540063	47.3654006			
	46	3400	2772242.90	277.2242897	2.7722429			
	Soma		5767061023.53	576706.10	5767.06	Soma área km²	=E127+E136+E137	0.087504081



Soma de todas as áreas agrícolas do Brasil e regra de três para determinação do número de bacias hidrográficas

H2									
=G10+G35+G52+G68+G97+G120+G139+G163+G183+G207+G227+G246+G271+G293+G317+G345+G369+G393+G418+G443+G465+G482+G498+G523+G552+G577+G599									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1 Acre	2 Value	3 Pixel count	4 Area (m²)	5 Área ha	6 Área km²	7	8 Soma área total agrícola Brasil km²	9 Área Agrícola %	10 Área km² por Estado
12 Alagoas	13 Value	14 Pixel count	15 Area (m²)	16 Área ha	17 Área km²	18 Regra de três	19	20	21
14	0	66991421	5738262613.49	5753826.261	57538.2626	Área Br	54	9.98	57388.711
15	3	2179421	2043680939.30	204368.0939	2043.68094	Área Estado	X	1.23	7762.731
16	4	4234715	3644884444.65	364488.4442	3644.88444	Área Estado	X	0.11	677.221
17	5	49066	42142327.49	4214.229749	42.1422975	X =	(Área Estado * 54)/Área Br	11.46	72451.551
18	9	1353	1162078.191	116.2078191	1.16207819			0.56	3533.011
19	11	111740	95972370.32	9597.237032	95.9723703			1.58	9980.321
20	12	55867	47983688.49	4798.368849	47.9836885			0.08	536.481
21	13	11596	9710610.51	971.0610514	9.71061051			0.65	4101.971
22	15	16354331	14046485715.33	1404648.572	14046.4857			14.89	94115.491
23	20	3838874	3297170548.93	329717.0549	3297.17055			0.52	3276.291
24	21	42315908	36302328198	36302.328198	36302.3282			0.09	540.821
25	23	56274	48333176.73	4833.317673	48.3331767			3.38	21392.821
26	24	602984	517896937.04	51789.6937	517.896937			13.39	84670.521
27	25	38748	31562490.29	3156.249029	31.5624903			0.10	634.321
28	29	1396	1199010.46	119.9010461	1.19901046			1.78	11262.851
29	31	444	381347.17	38.1347168	0.38134717			100.00	632.207.39
30	32	339	291163.72	29.11637152	0.29116372				
31	33	382092	328175003.76	32817.50038	328.175004				
32	41	21849	18782046.75	1878.204675	18.7820467				
33	48	1198	1028950.24	102.8950238	1.02895024				
34	49	49652	42645607.04	4264.560704	42.645607				
35	Soma		27839697648.28	2783969.76	27839.70	Soma área km²	3318.144643	0.283419356	
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
59									
60									
61									
62									
63									
64									
65									
66									
67									
68									
69									
70									
71									
72									
73									
74									
75									
76									
77									
78									
79									
80									
81									
82									
83									
84									
85									
86									
87									
88									
89									
90									
91									
92									
93									
94									
95									
96									
97									
98									
99									
100									

Aproximação para o número adequado de microbacias para cada estado de acordo com a % da área agrícola do estado com a distribuição do total de 54 microbacias (sendo 54 a capacidade máxima de análise de amostras pelo laboratório por mês)

Área Agrícola %	Área km² por Estado	Resumo	Nº Microbacias	Amostra N° inteiro	Amostra ajustada	Regra de distribuição
0.00	0.00 Acre		0	1	1	0->1
0.52	3318.14 Alagoas		0.283419356	1	1	1->2
0.20	1253.76 Amapa		0.1070895	1	1	2->3
0.01	72.75 Amazonas		0.006213598	1	1	3->7
4.50	28477.48 Bahia		2.432404354	2	3	>7
0.87	5528.61 Ceará		0.472226165	1	1	
0.16	1024.46 Distrito Federal		0.087504081	1	1	
0.46	2932.58 Espírito Santo		0.250486649	1	1	
7.97	50404.20 Goiás		4.305275162	4	4	
1.74	11003.09 Maranhão		0.939828699	1	1	
17.31	109403.96 Mato Grosso		9.344740552	9	5	
7.35	46463.27 Mato Grosso do Sul		3.968661017	3	4	
9.08	57388.71 Minas Gerais		4.901857336	4	4	
1.23	7762.73 Pará		0.663053326	1	1	
0.11	677.22 Paraíba		0.057844758	1	1	
11.46	72451.55 Paraná		6.188449886	6	4	
0.56	3533.01 Pernambuco		0.301772455	1	1	
1.58	9980.32 Piauí		0.852469121	1	1	
0.08	536.48 Rio de Janeiro		0.045823199	1	1	
0.65	4101.97 Rio Grande do Norte		0.350369933	1	1	
14.89	94115.49 Rio Grande do Sul		8.038875398	8	5	
0.52	3276.29 Rondônia		0.279843943	1	1	
0.09	540.82 Roraima		0.046194151	1	1	
3.38	21392.82 Santa Catarina		1.827267503	1	2	
13.39	84670.52 São Paulo		7.232133576	7	5	
0.10	634.32 Sergipe		0.054180258	1	1	
1.78	11262.85 Tocantins		0.962016024	1	1	
100.00	632.207.39					
		Soma	54	62	54	

Determinação do número de bacias hidrográficas por meio de regra de três com relação à área de cada cultura



Culturas	Área total km² BR	Nº Bacias BR	Amostra Nº inteiro
Silvicultura	74968.33	6.40	6
Cana	93597.28	7.99	8
Soja	355527.60	30.37	30
Arroz	15063.29	1.29	1
Outras Lavouras Temporárias	75392.41	6.44	6
Café	8048.70	0.69	1
Citrus	3146.98	0.27	1
Outras Lavouras Perenes	6462.80	0.55	1
Soma Total	632207.39	54	54

19/07/2022

Distribuição do número de bacias hidrográficas para cada estado de acordo com o número de bacias para cada categoria

Valores em km² para cada cultura por estado de acordo com o MapBiomas

Valor categoria MapBiomas	9	20	39	40	41	46	47	48
	Silvicultura	Cana	Soja	Arroz	Outras Lav. Tempc	Café	Citrus	Otras Lav. Perenes
Área total km² BR	74968.33	93597.28	355527.60	15063.29	75392.41	8048.70	3146.98	6462.80
Amostra Nº inteiro	6	8	30	1	6	1	1	1
1 Acre								
2 Alagoas	1.162078191	3297.170549			18.78306575			1.028950238
3 Amapá	977.3437723		96.81136444		179.5999153			
4 Amazonas		43.05653315	0.144049661		29.54539072			
5 Bahia	4474.229979	203.9398301	15552.35272		7047.356026	535.7670565		663.8359392
6 Ceará	0.122813059		0.007119598		2783.161944			2745.316833
7 Distrito Federal	22.62476351		951.6954948		47.36540063	2.772242897		
8 Espírito Santo	1745.75811	9.251575708			876.5812412	300.9925987		
9 Goiás	1026.515121	8284.245147	37438.35365		3568.148347	86.93709711		
10 Maranhão	751.4343894	174.459346	8484.411973		1592.557079			0.223268966
11 Mato Grosso	867.0052158	1183.418591	100108.2764		7245.263099			
12 Mato Grosso do Sul	8060.93797	6093.849896	30732.62527		1575.861239			
13 Minas Gerais	18203.60273	8307.824842	16337.17758		8591.350785	5779.06401	0.074321108	169.617284
14 Pará	906.7952813		4287.571941		1265.960493			1302.398421
15 Paraíba		667.1085261			7.984821304			2.126712102
16 Paraná	10539.72087	5631.818736	50972.39171	14.68973801	4962.287854	330.6380011		0.003810765
17 Pernambuco	0.012339292	2423.982571			456.1580746			652.8613766
18 Piauí	103.6101959	117.1732354	7853.545205		1847.767973			58.22332996
19 Rio de Janeiro	54.67550671	0.011005062			481.6467615	0.143851883		
20 Rio Grande do Norte		188.3013209			3597.407032			316.2631389
21 Rio Grande do Sul	7969.166932		55376.54753	12807.32508	17962.4497			
22 Rondônia			2734.8602		541.4251419			
23 Roraima	99.03274246		331.194891		110.5924337			
24 Santa Catarina	9961.446034		6640.957414	1267.337555	3523.074104			
25 São Paulo	9176.240043	56769.90406	8393.575334		5620.61506	1012.384471	3146.902971	550.9017483
26 Sergipe	6.08239589	96.62971096			531.6056548			
27 Tocantins	20.80970843	105.1325501	9235.095217	973.9383278	927.8648367	0.004505436		
Soma	74968.329	93597.27802	355527.5951	15063.2907	75392.41348	8048.703835	3146.977292	6462.800813
Verificação (valor zero ok)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Primeiro calculou-se a percentagem de bacias hidrográficas para cada categoria de cultura em relação ao total cultura, para cada estado



	Silvicultura	Cana	Soja	Arroz	Outras Lav. Temp	Café	Cítrus	Outras Lav. Perenes
Área total km² BR	74968.33	93597.28	355527.60	15063.29	75392.41	8048.70	3146.98	6462.80
Amostra N° inteiro	6	8	30	1	6	1	1	1
Acre	-	-	-	-	-	-	-	-
Alagoas	0.00	0.28	-	-	0.00	-	-	0.00
Amapá	0.08	-	0.01	-	0.01	-	-	-
Amazonas	-	0.00	0.00	-	0.00	-	-	-
Bahia	0.36	0.02	1.31	-	0.56	0.07	-	0.10
Ceará	0.00	-	0.00	-	0.22	-	-	0.42
Distrito Federal	0.00	-	0.08	-	0.00	0.00	-	-
Espírito Santo	0.14	0.00	-	-	0.07	0.04	-	-
Goiás	0.08	0.71	3.16	-	0.28	0.01	-	-
Maranhão	0.06	0.01	0.72	-	0.13	-	-	0.00
Mato Grosso	0.07	0.10	8.45	-	0.58	-	-	-
Mato Grosso do Sul	0.65	0.52	2.59	-	0.13	-	-	-
Minas Gerais	1.46	0.71	1.38	-	0.68	0.72	0.00	0.03
Pará	0.07	-	0.36	-	0.10	-	-	0.20
Paraíba	-	0.06	-	-	0.00	-	-	0.00
Paraná	0.84	0.48	4.30	0.00	0.39	0.04	-	0.00
Pernambuco	0.00	0.21	-	-	0.04	-	-	0.10
Piauí	0.01	0.01	0.66	-	0.15	-	-	0.01
Rio de Janeiro	0.00	0.00	-	-	0.04	0.00	-	-
Rio Grande do Norte	-	0.02	-	-	0.29	-	-	0.05
Rio Grande do Sul	0.64	-	4.67	0.85	1.43	-	-	-
Rondônia	-	-	0.23	-	0.04	-	-	-
Roraima	0.01	-	0.03	-	0.01	-	-	-
Santa Catarina	0.80	-	0.56	0.08	0.28	-	-	-
São Paulo	0.73	4.85	0.71	-	0.45	0.13	1.00	0.09
Sergipe	0.00	0.01	-	-	0.04	-	-	-
Tocantins	0.00	0.01	0.78	0.06	0.07	0.00	-	-
Soma	6.00	8.00	30.00	1.00	6.00	1.00	1.00	1.00

Crerios de distribuição do número de bacias hidrográficas por cultura por estado

- 1 – Distribuiu-se 1 microbacia para cada estado onde tem o número de amostras igual a “1” para cada cultura como exemplo “arroz, café, citrus e outras lavouras perenes”
- 2 - Distribuiu-se o número de bacias para cada estado ranqueando em ordem decrescente os valores de percentagem para cada cultura por estado
- 3 – Realizou-se o ajuste com a distribuição de 1 microbacia para os estados que apresentam a necessidade de uma única microbacia distribuindo das categorias de “silvicultura, cana, soja e outras lavouras perenes”

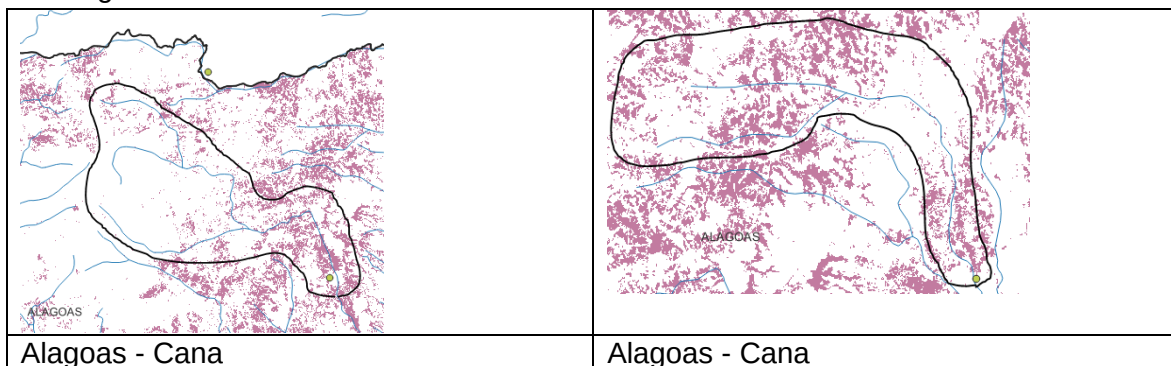
OBS: Ao final da distribuição todos os estados foram contemplados exceto o estado do Acre que não apresenta nenhuma das categorias de agricultura

Distribuição final das microbacias

	Área total km² BR	Silvicultura	Cana	Soja	Arroz	Outras Lav. Temp. Café	Citrus	Outras Lav. Perenes		
Amostra ajustada	74968.33	93597.28	355527.60	15063.29	75392.41	8048.70	3146.98	6462.80		
Amostra N° inteiro	6	8	30	1	6	1	1	1	Soma	
1 Acre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0
1 Alagoas	-	1.00	-	-	-	-	-	-	1.0	-
1 Amapá	-	-	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-
1 Amazonas	-	-	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-
3 Bahia	-	-	2.0	-	-	1.00	-	-	3.0	-
1 Ceará	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.0	-
1 Distrito Federal	-	-	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-
1 Espírito Santo	1.0	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-
4 Goiás	-	1.00	3.0	-	-	-	-	-	4.0	-
1 Maranhão	-	-	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-
5 Mato Grosso	-	-	4.0	-	-	1.00	-	-	5.0	-
4 Mato Grosso do Sul	1.0	1.00	2.0	-	-	-	-	-	4.0	-
4 Minas Gerais	1.0	1.00	-	-	-	1.00	1.00	-	4.0	-
1 Pará	-	-	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-
1 Paraíba	-	1.00	-	-	-	-	-	-	1.0	-
4 Paraná	1.0	-	2.0	-	-	1.00	-	-	4.0	-
1 Pernambuco	-	1.00	-	-	-	-	-	-	1.0	-
1 Piauí	-	-	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-
1 Rio de Janeiro	-	-	-	-	-	1.00	-	-	1.0	-
1 Rio Grande do Norte	-	1.00	-	-	-	-	-	-	1.0	-
5 Rio Grande do Sul	-	-	3.0	1.00	1.00	-	-	-	5.0	-
1 Rondônia	-	-	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-
1 Roraima	-	-	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-
2 Santa Catarina	1.0	-	1.0	-	-	-	-	-	2.0	-
5 São Paulo	1.0	2.00	1.0	-	-	-	1.00	-	5.0	-
1 Sergipe	-	1.00	-	-	-	-	-	-	1.0	-
1 Tocantins	-	-	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-
Soma	6.0	10.0	27.0	1.0	6.0	1.0	1.0	1.0		

Verificação das adequabilidade do número de bacias com a distribuição da agricultura nos pontos de amostragem.

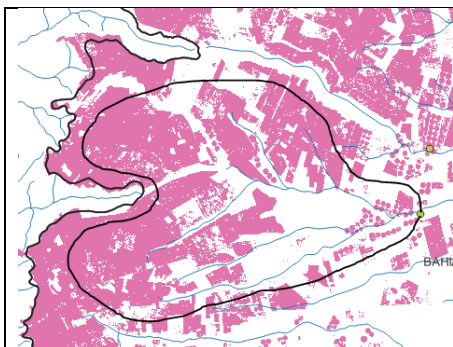
1 – Alagoas



2 – Amapá – Soja – Não apresenta área adequada

3 – Amazonas – Soja – Não apresenta área adequada

4 – Bahia

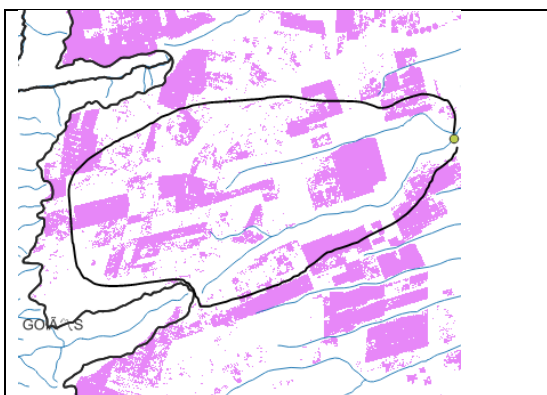


Bahia - Soja



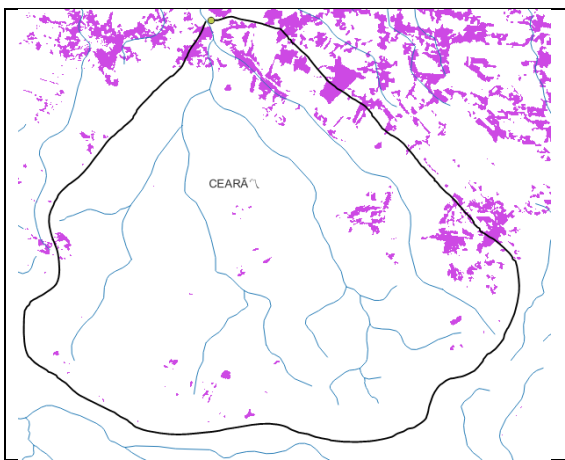
Bahia - Soja

Bahia



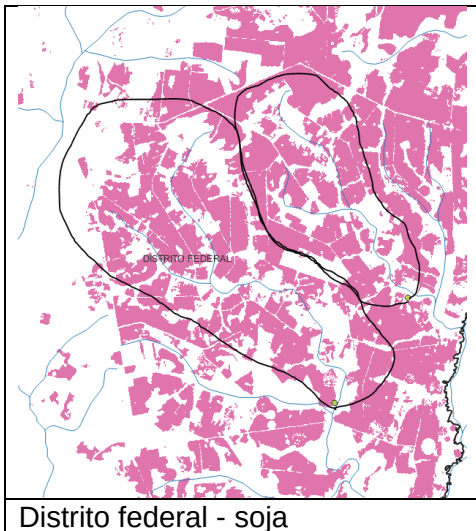
Bahia - Outras lavouras temporárias

5 – Ceará

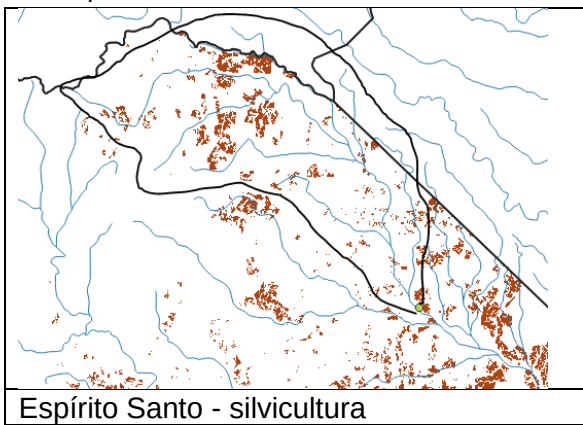


Ceará – Outras lavouras perenes

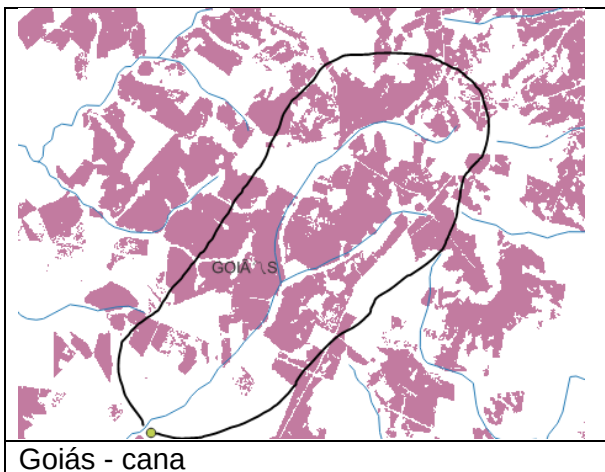
6 – Distrito federal



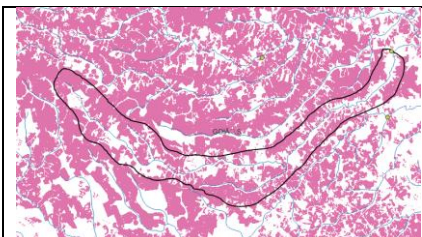
7 – Espírito Santo



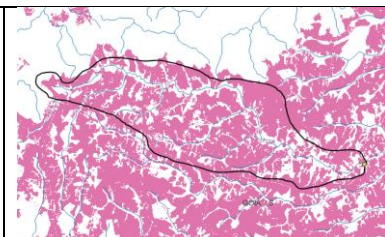
8 – Goiás



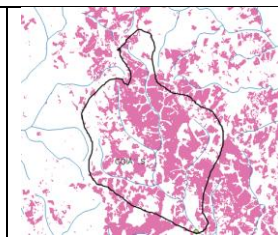
Goiás - cana



Goiás - soja

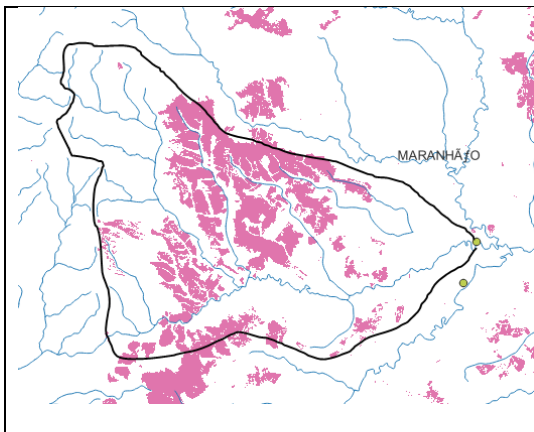


Goiás - soja

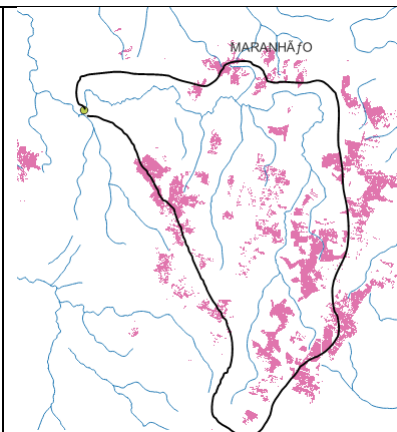


Goiás - soja

9 – Maranhão

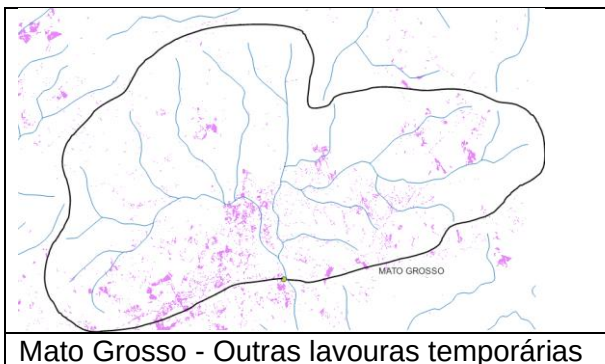


Maranhão - soja

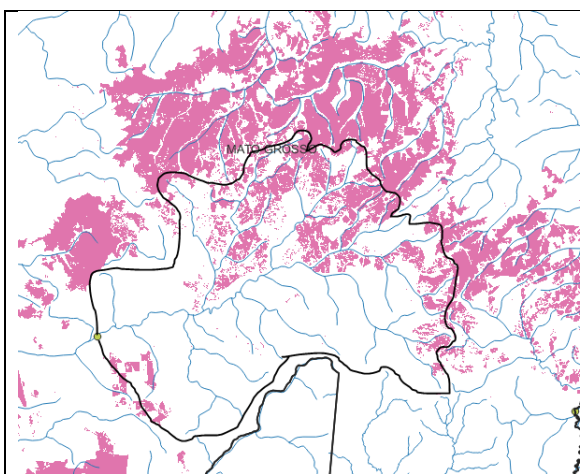


Maranhão - soja

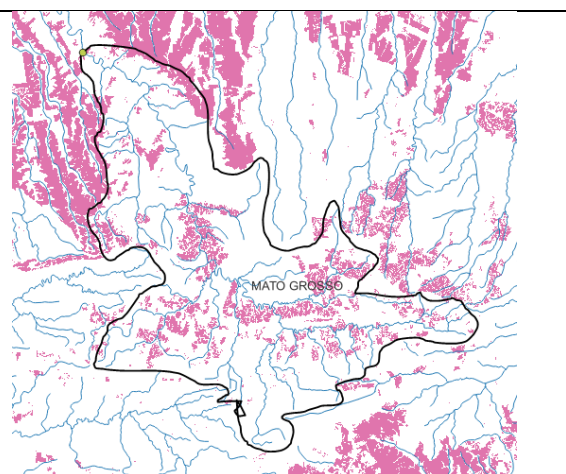
10 – Mato Grosso



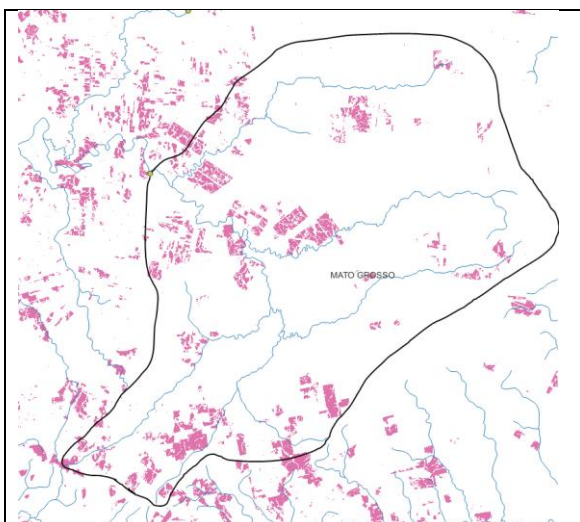
Mato Grosso - Outras lavouras temporárias



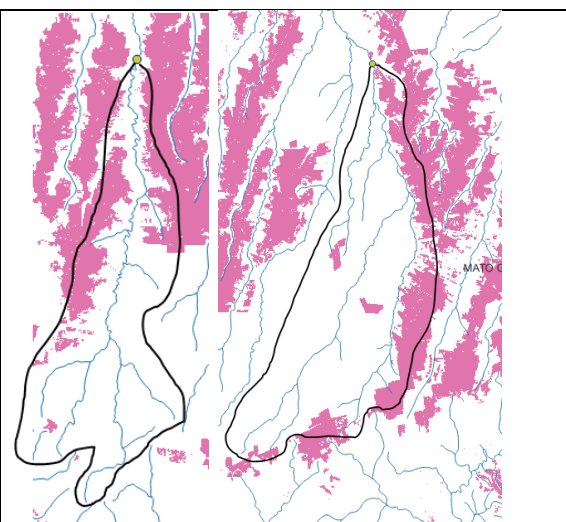
Mato Grosso - soja



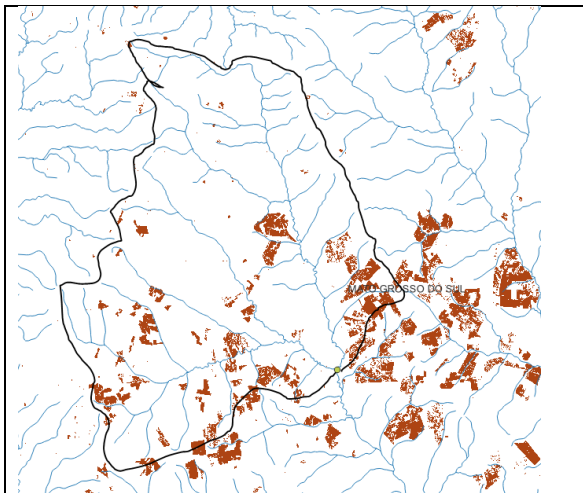
Mato Grosso - soja



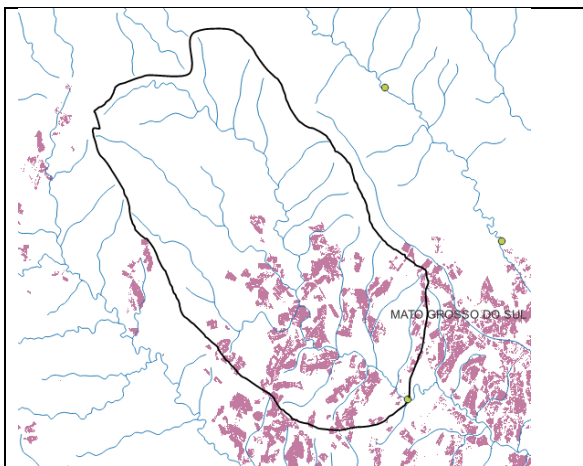
Mato Grosso - Soja



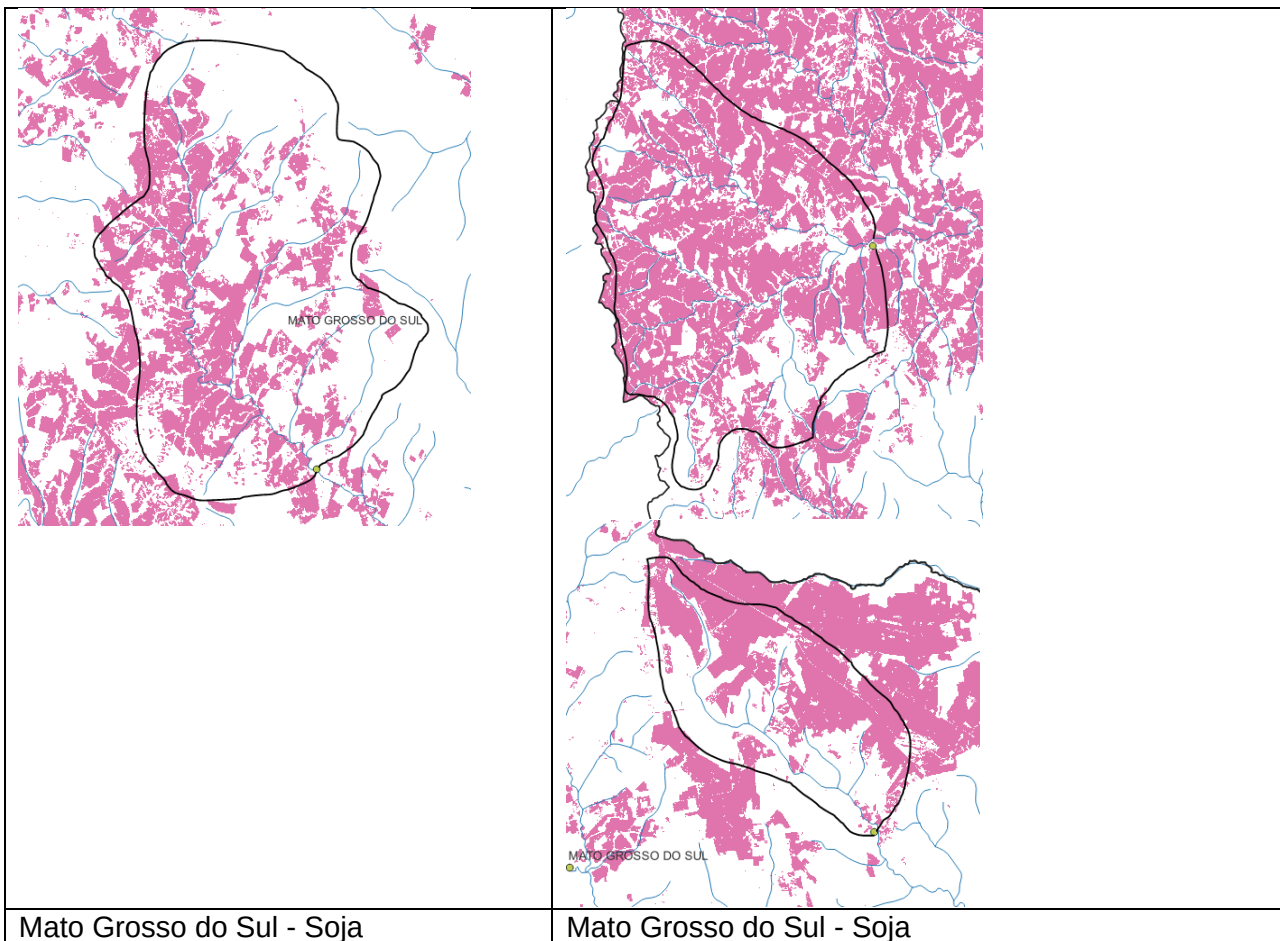
Mato Grosso - Soja



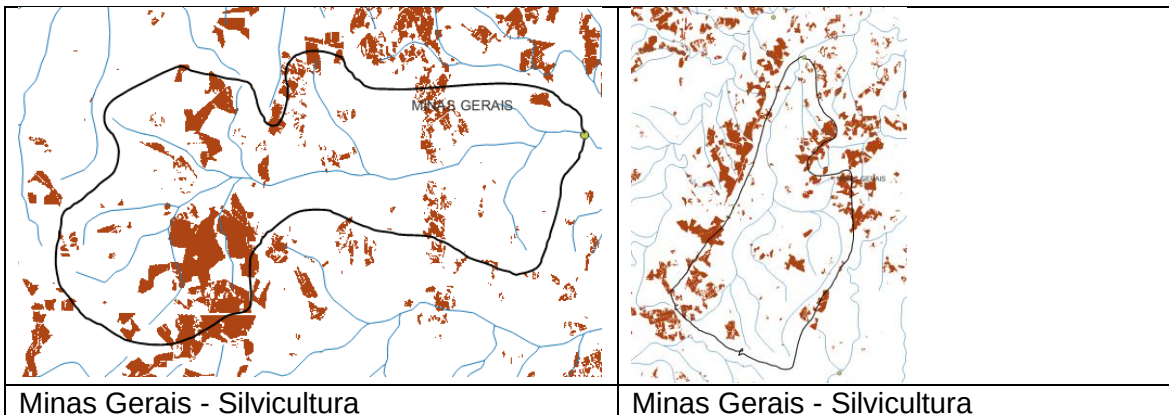
Mato Grosso do Sul - Silvicultura

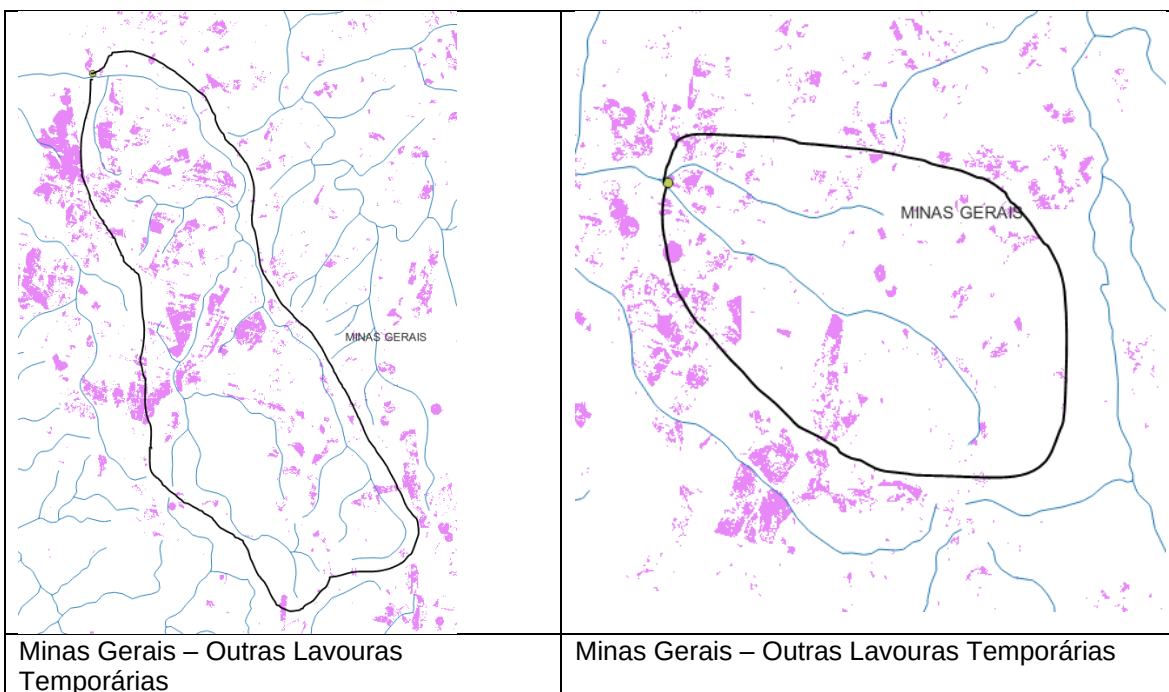
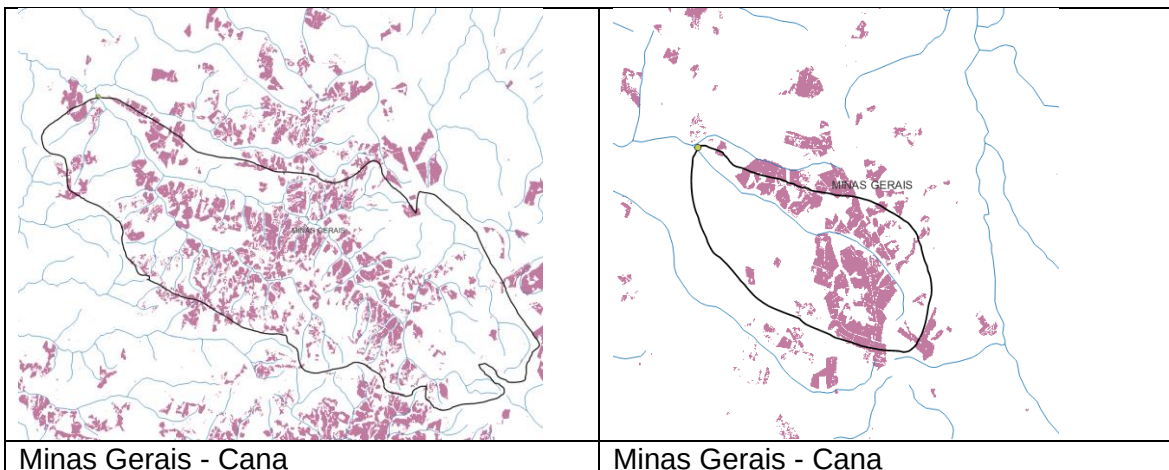


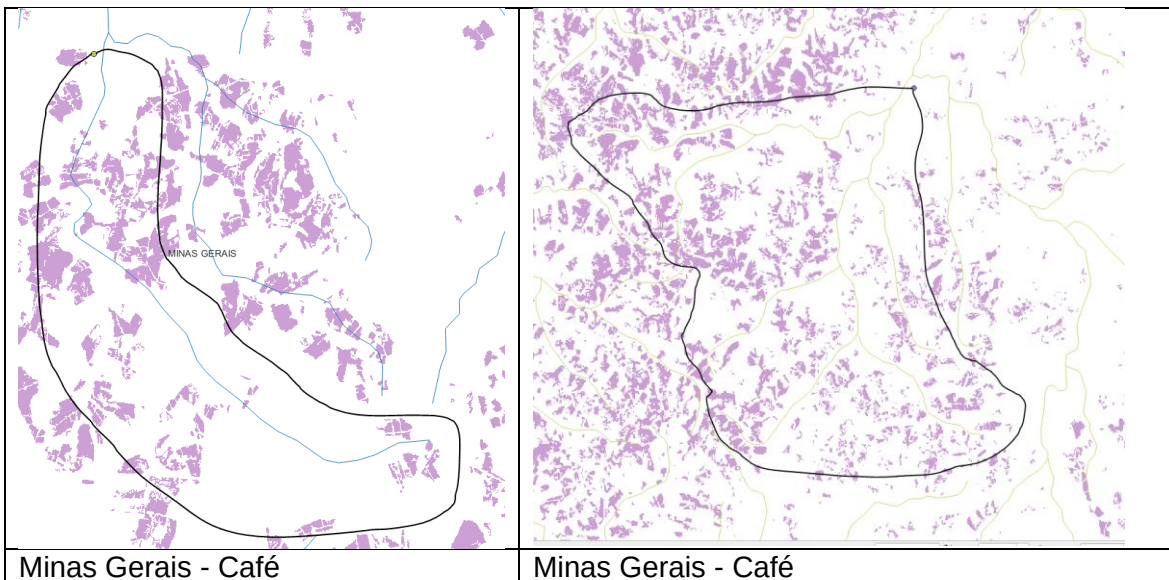
Mato Grosso do Sul - Cana



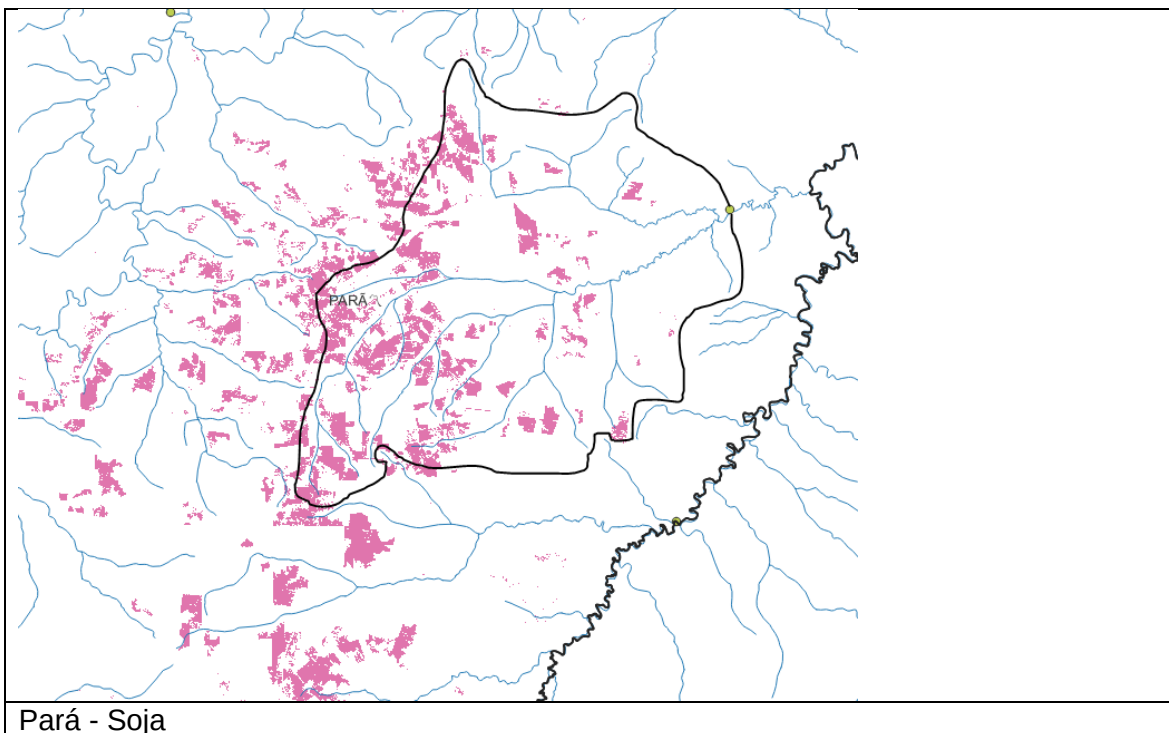
12 – Minas Gerais



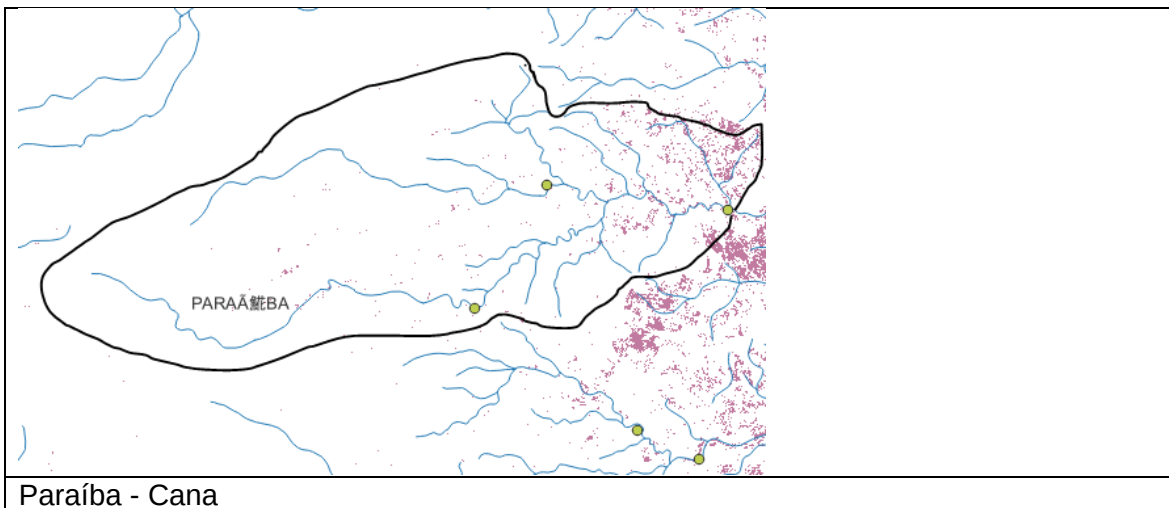




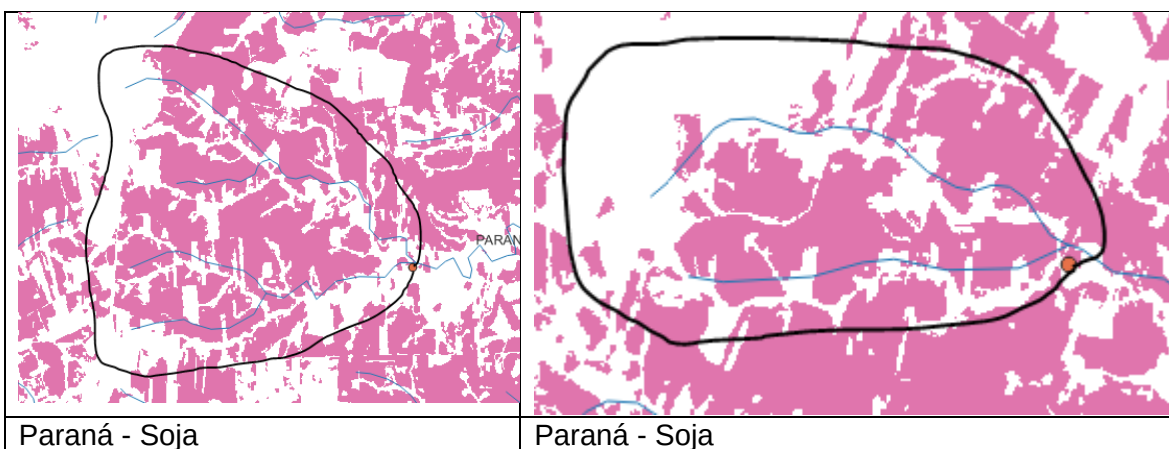
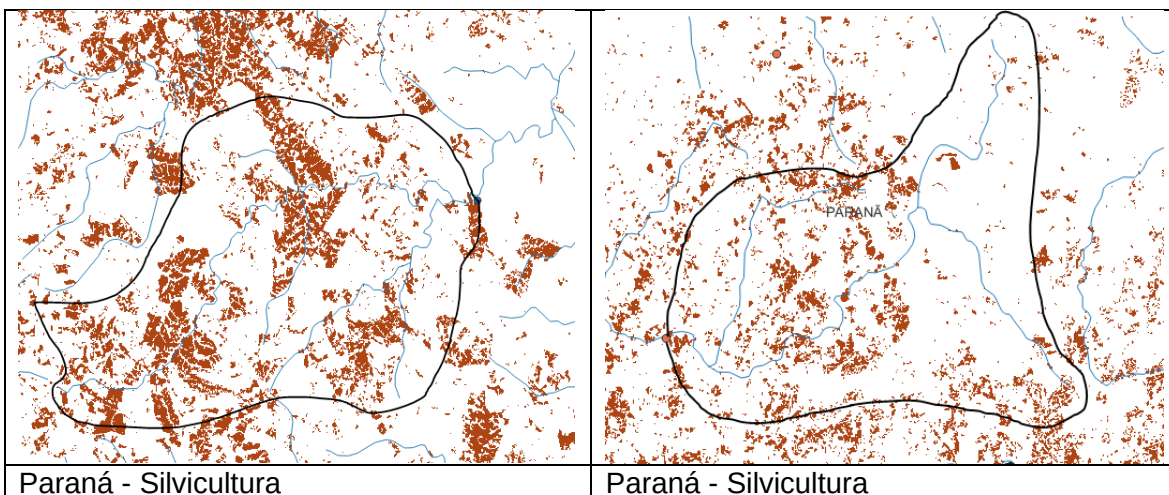
13 – Pará

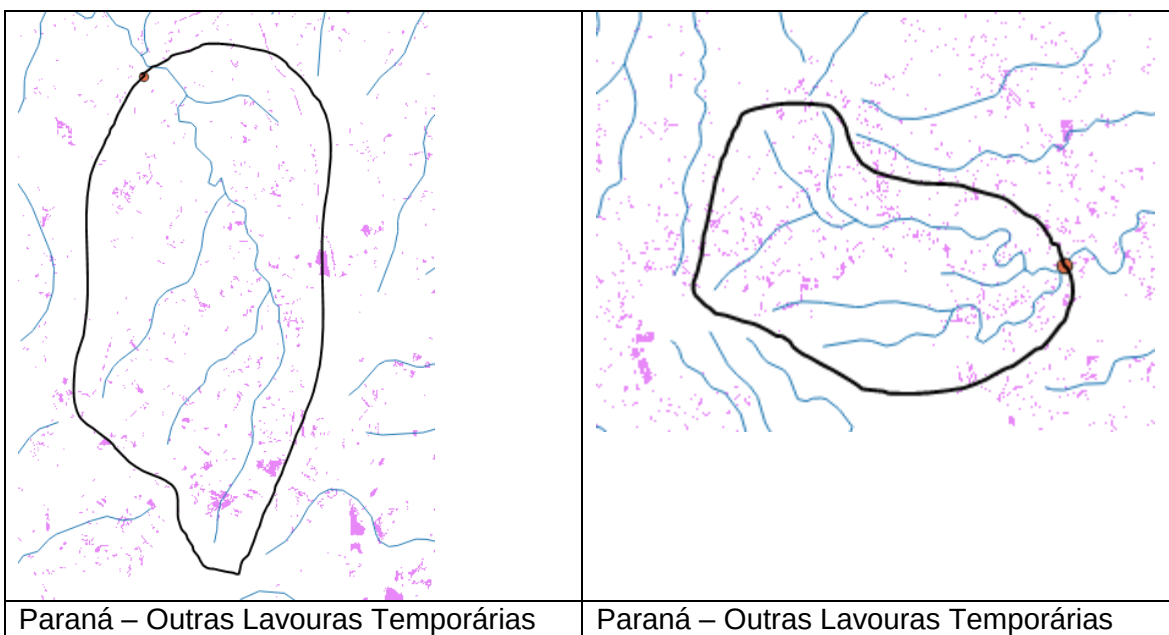
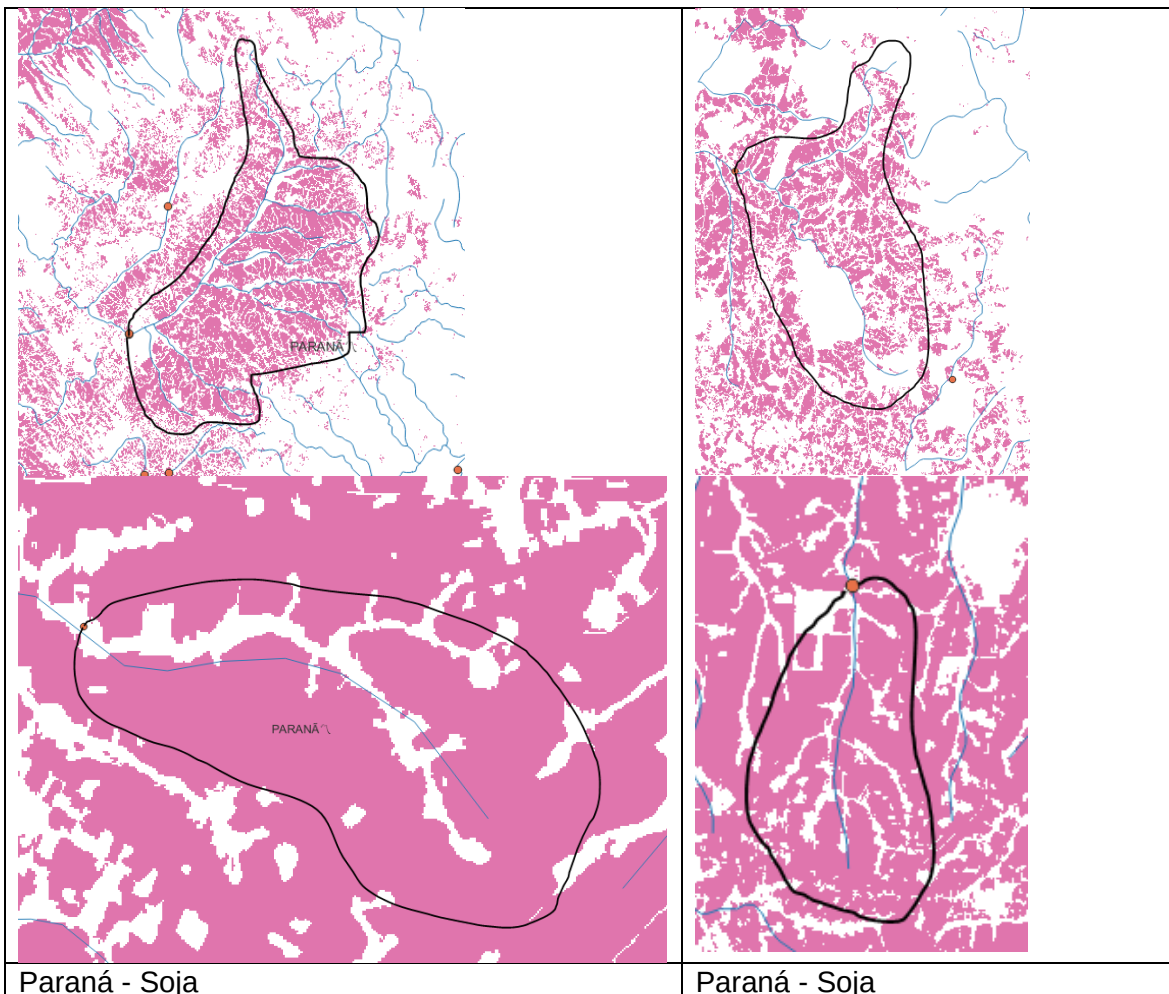


14 – Paraíba

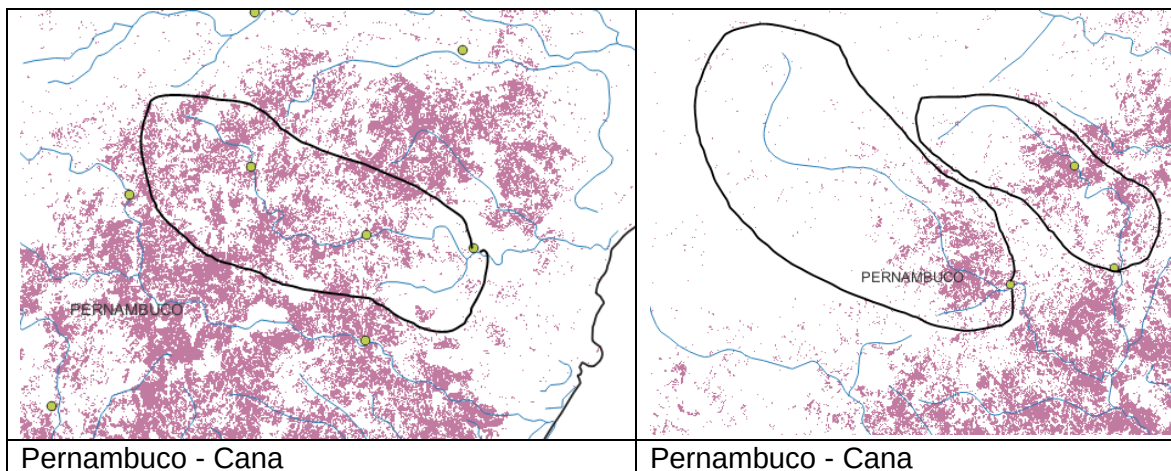


15 – Paraná

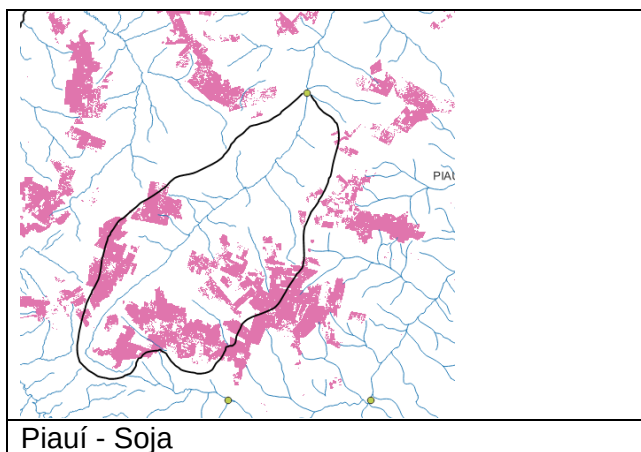




16 – Pernambuco

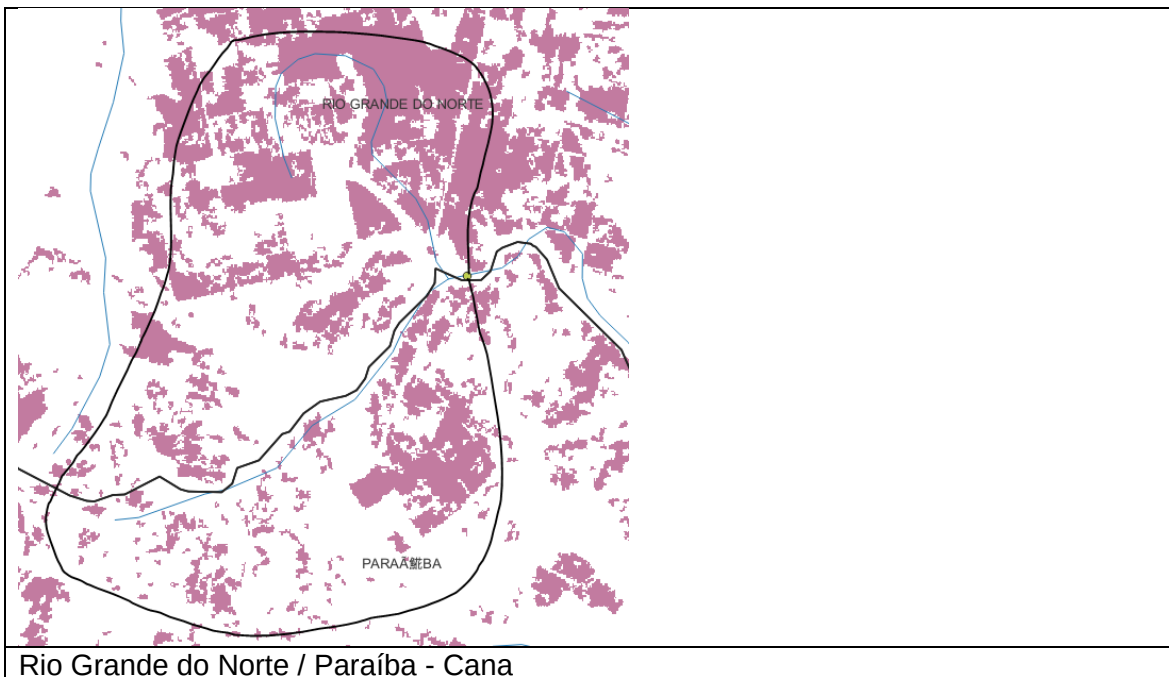


17 – Piauí

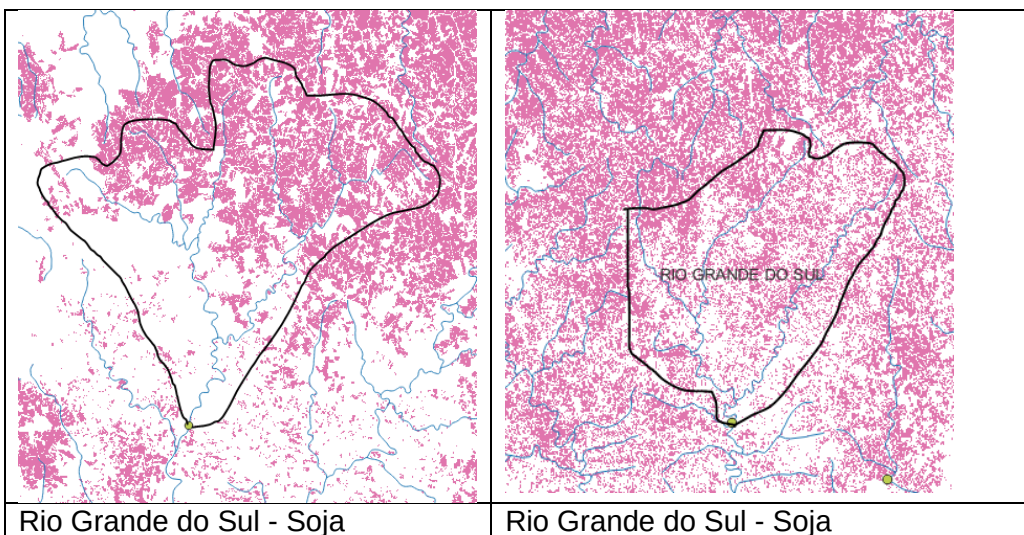


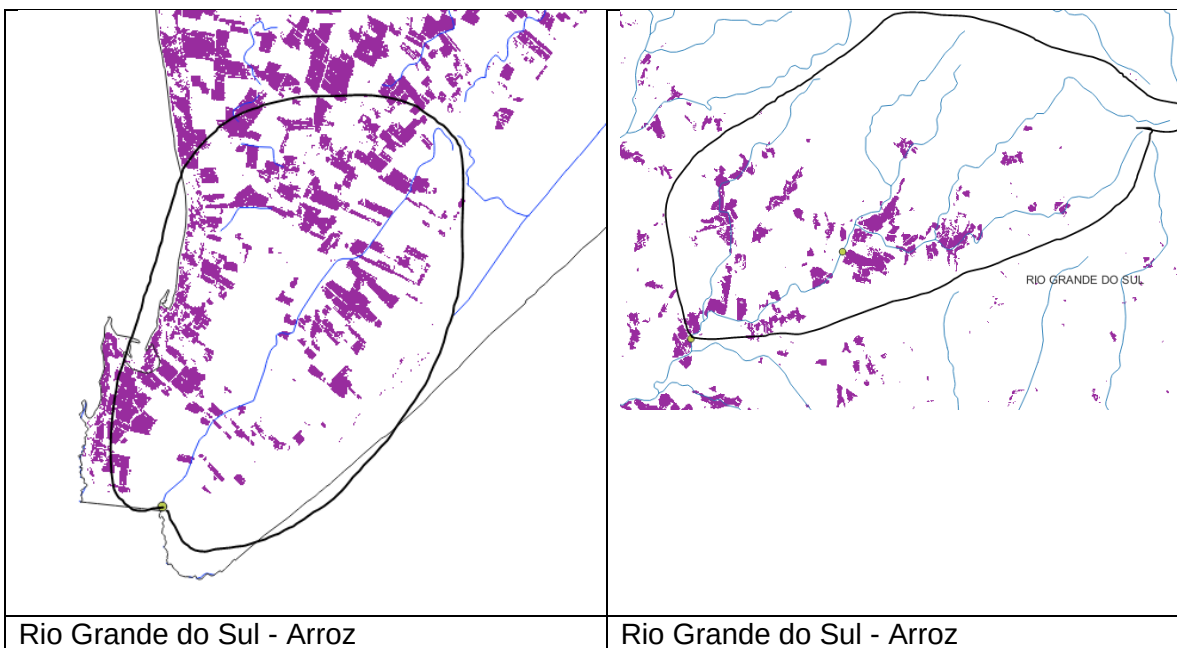
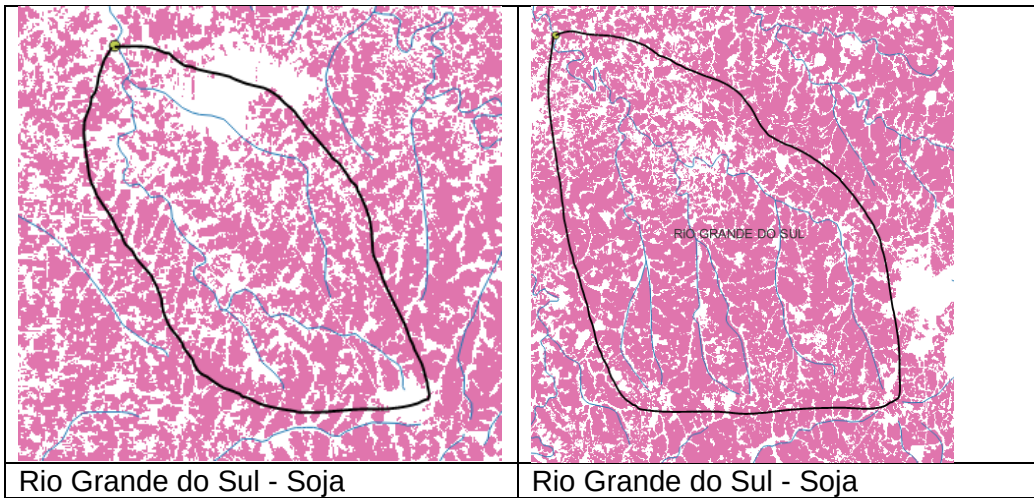
18 – Rio de Janeiro – Outras Lavouras Temporárias – Não apresenta área adequada

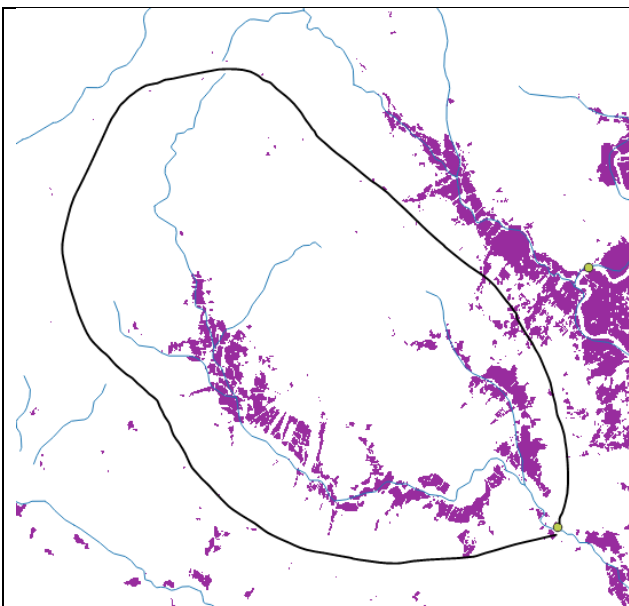
19 – Rio Grande do Norte



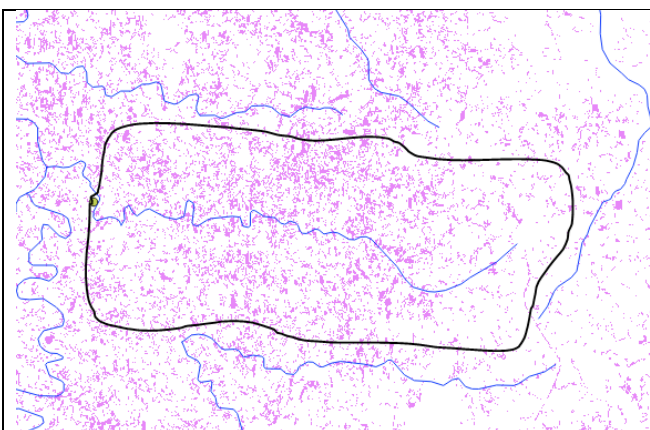
20 – Rio Grande do Sul



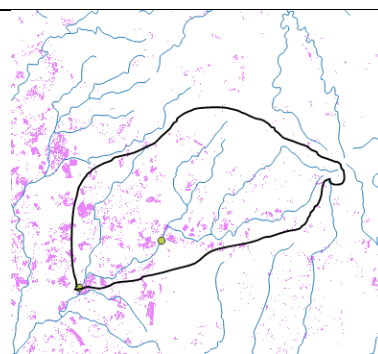




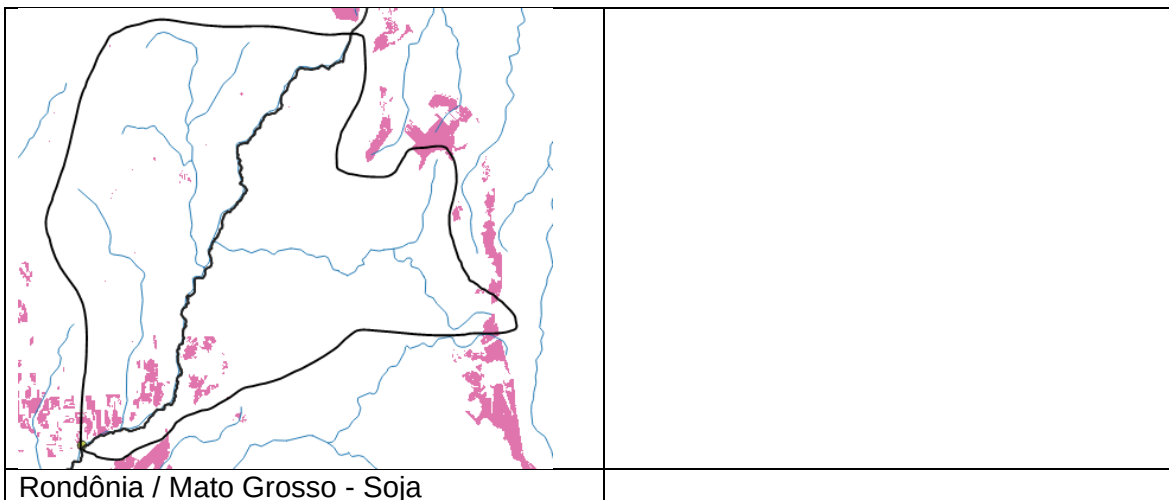
Rio Grande do Sul - Arroz



Rio Grande do Sul – Outras Lav. Temporar.

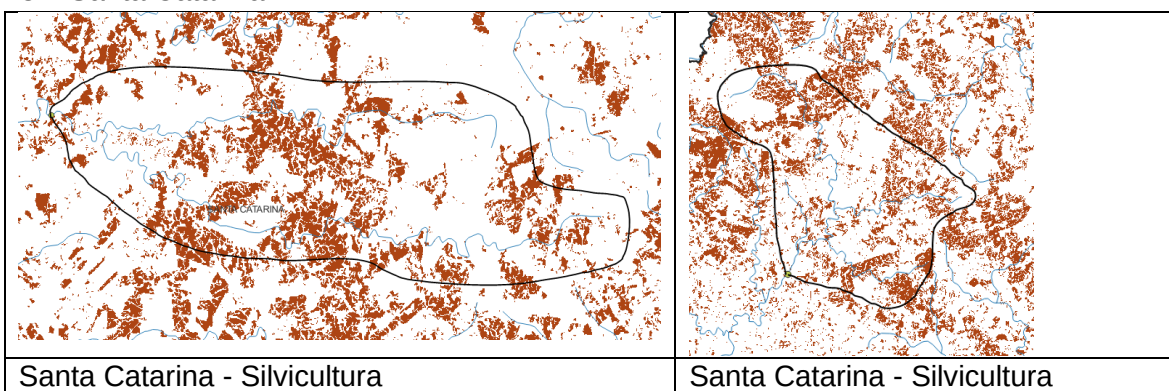


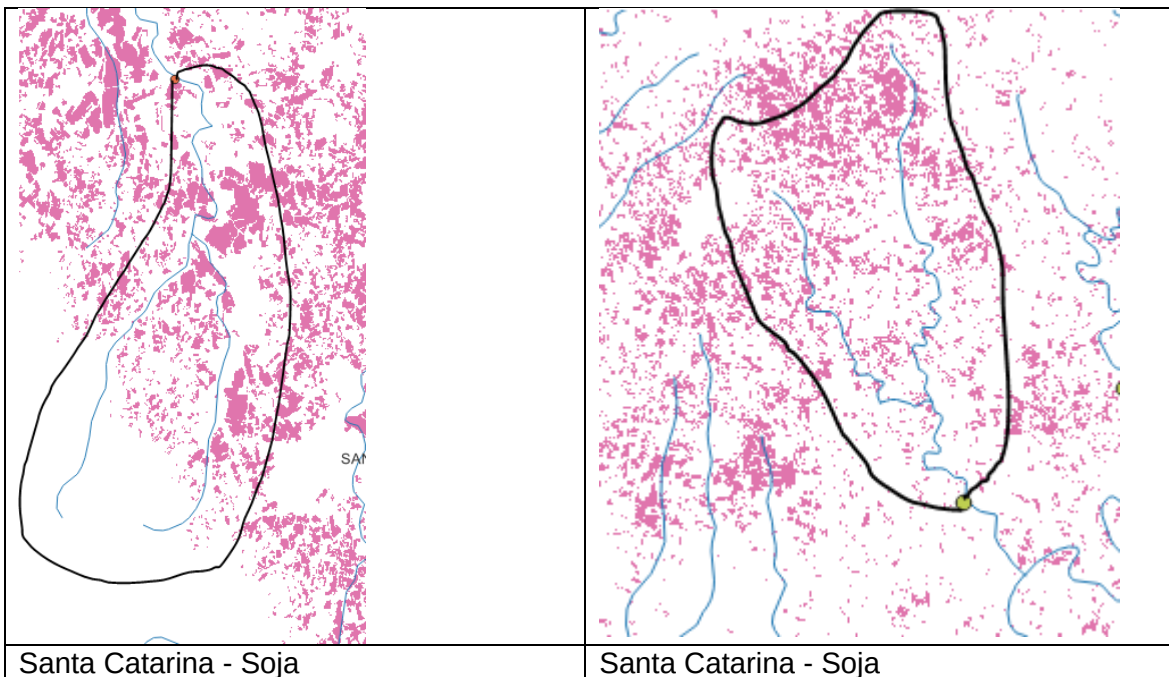
Rio Grande do Sul – Outras Lav. Temporar.



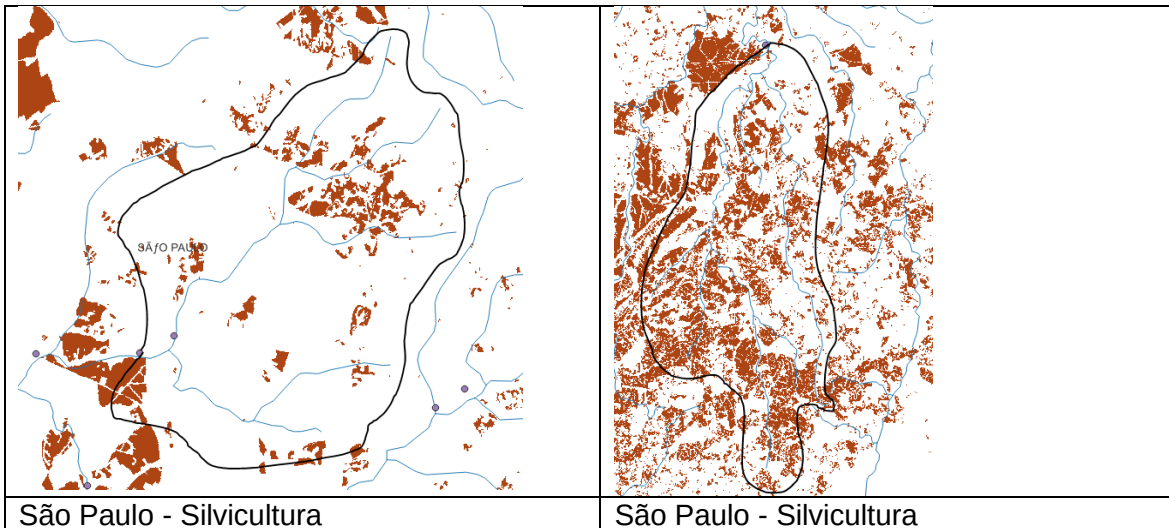
22 - Roraima– Soja – Não apresenta área adequada

23 – Santa Catarina



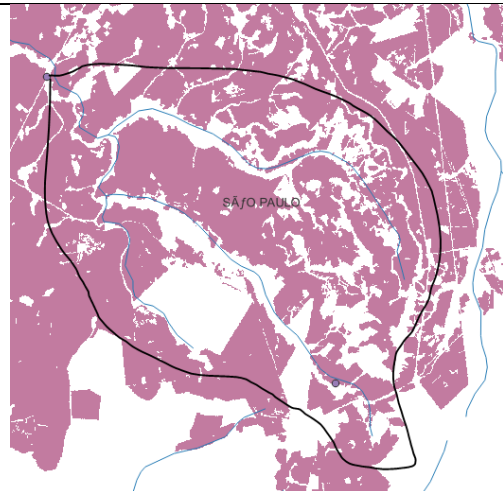


24 – São Paulo

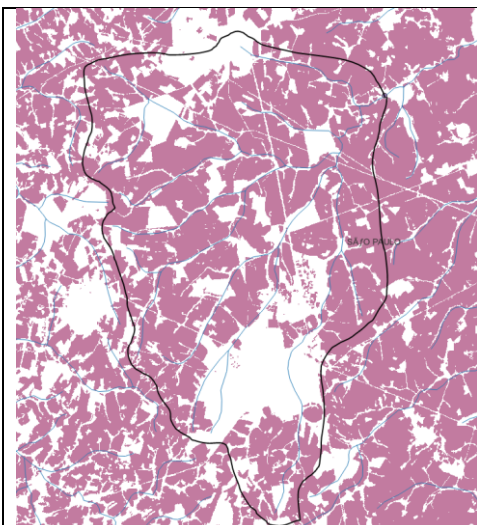




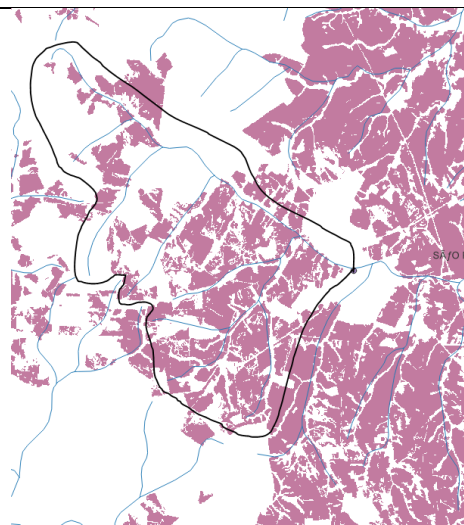
São Paulo - Cana



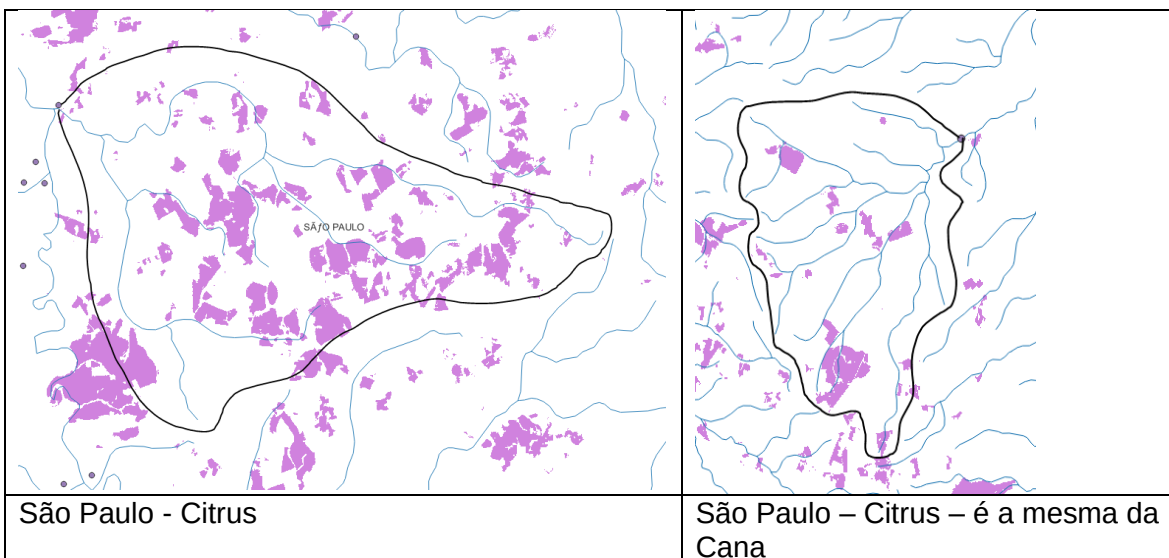
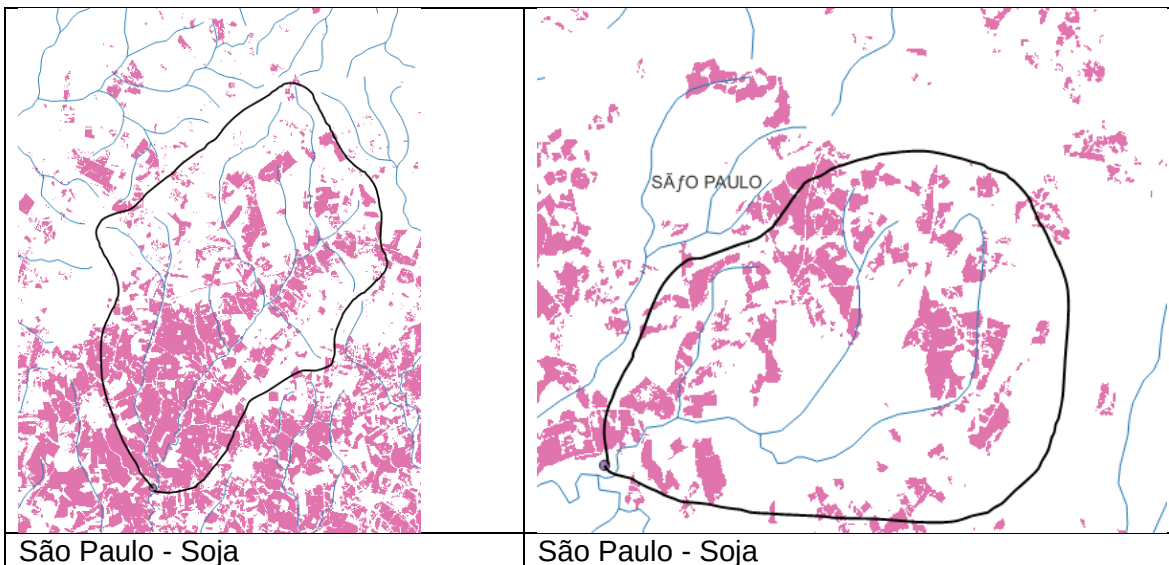
São Paulo - Cana



São Paulo - Cana

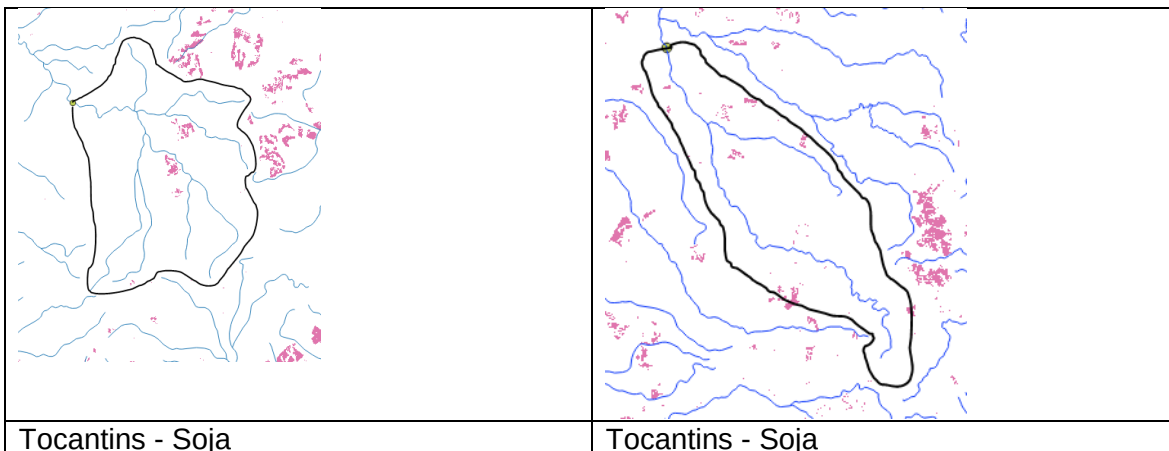


São Paulo - Cana



25 – Sergipe – Cana – Não apresenta área adequada

26 – Tocantins



Verificação das potenciais microbacias por estado

	Área total km² BR	Silvicultura	Cana	Soja	Arroz	Outras Lav. Temp. Café	Citrus	Outras Lav. Perenes	
Amostra ajustada	Amostra N° inteiro	6	8	30	1	6	1	1	Soma
1 Acre	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0
1 Alagoas	-	1.00	-	-	-	-	-	-	1.0
1 Amapá	-	-	-	1.0	-	-	-	-	1.0
1 Amazonas	-	-	-	1.0	-	-	-	-	1.0
3 Bahia	-	-	-	2.0	-	1.00	-	-	3.0
1 Ceará	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.0
1 Distrito Federal	-	-	-	1.0	-	-	-	-	1.0
1 Espírito Santo	-	1.0	-	-	-	-	-	-	1.0
4 Goiás	-	-	1.00	3.0	-	-	-	-	4.0
1 Maranhão	-	-	-	1.0	-	-	-	-	1.0
5 Mato Grosso	-	-	-	4.0	-	1.00	-	-	5.0
4 Mato Grosso do Sul	-	1.0	1.00	2.0	-	-	-	-	4.0
4 Minas Gerais	-	1.0	1.00	-	-	1.00	1.00	-	4.0
1 Pará	-	-	-	1.0	-	-	-	-	1.0
1 Paraíba	-	-	1.00	-	-	-	-	-	1.0
4 Paraná	-	1.0	-	2.0	-	1.00	-	-	4.0
1 Pernambuco	-	-	1.00	-	-	-	-	-	1.0
1 Piauí	-	-	-	1.0	-	-	-	-	1.0
1 Rio de Janeiro	-	-	-	-	-	1.0	-	-	1.0
1 Rio Grande do Norte	-	1.00	-	-	-	-	-	-	1.0
5 Rio Grande do Sul	-	-	-	3.0	1.00	1.00	-	-	5.0
1 Rondônia	-	-	-	1.0	-	-	-	-	1.0
1 Roraima	-	-	-	1.0	-	-	-	-	1.0
2 Santa Catarina	-	1.0	-	1.0	-	-	-	-	2.0
5 São Paulo	-	1.0	2.00	1.0	-	-	1.00	-	5.0
1 Sergipe	-	-	1.0	-	-	-	-	-	1.0
1 Tocantins	-	-	-	1.0	-	-	-	-	1.0
Soma		6.0	10.0	27.0	1.0	6.0	1.0	1.0	

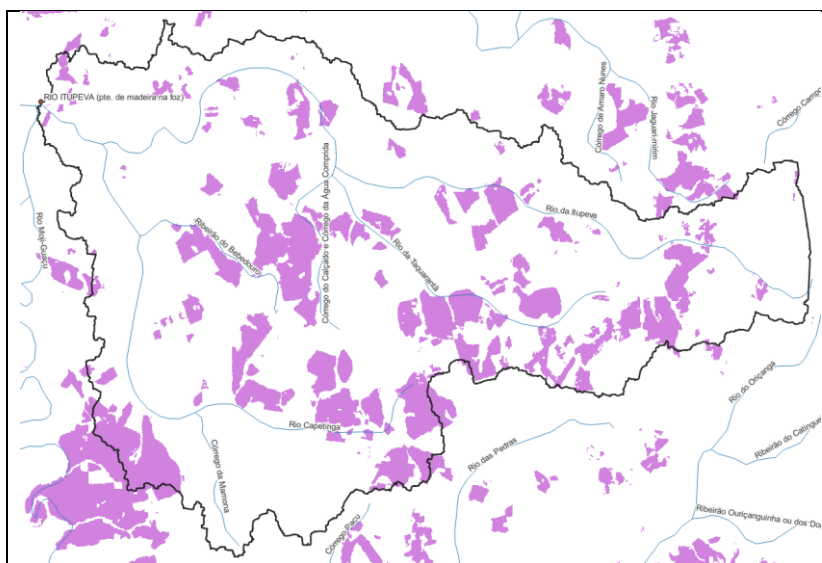
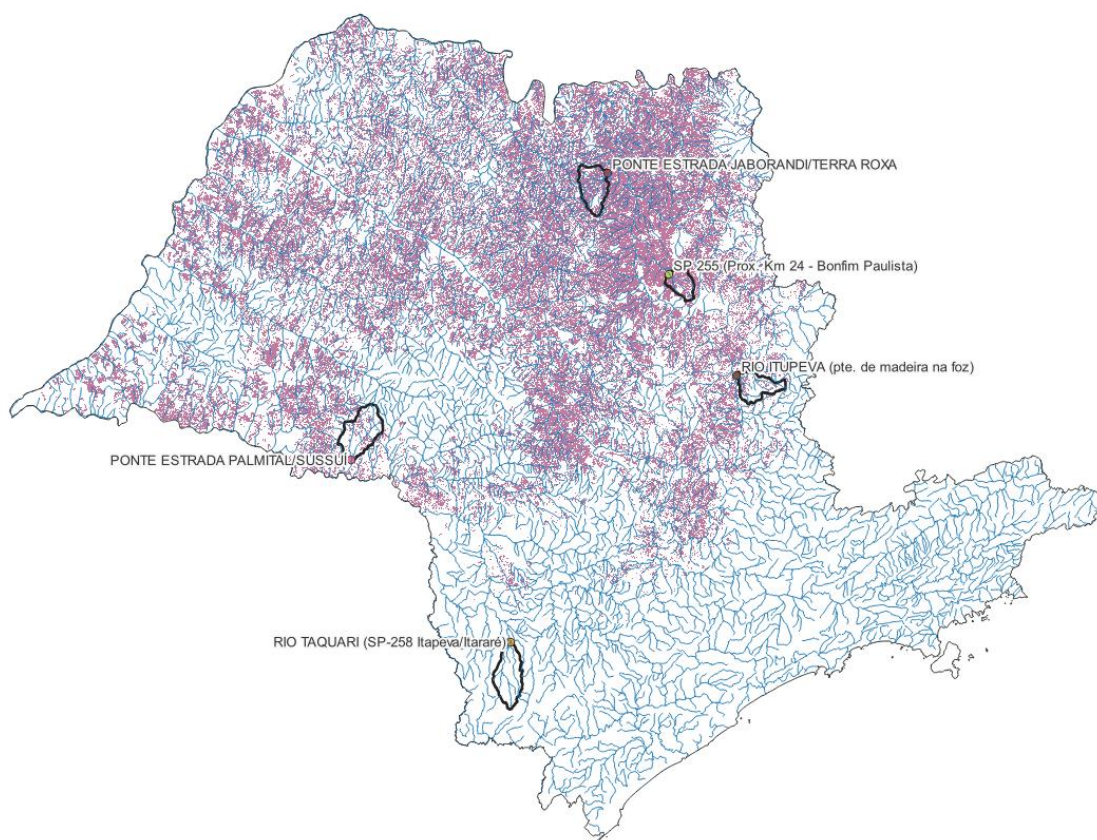
1.0 => Não apresenta área adequada para seleção de microbacia
 “Amazonas, Amapá, Rio de Janeiro, Roraima e Sergipe”

1.00 => Apresenta área adequada para seleção de microbacia

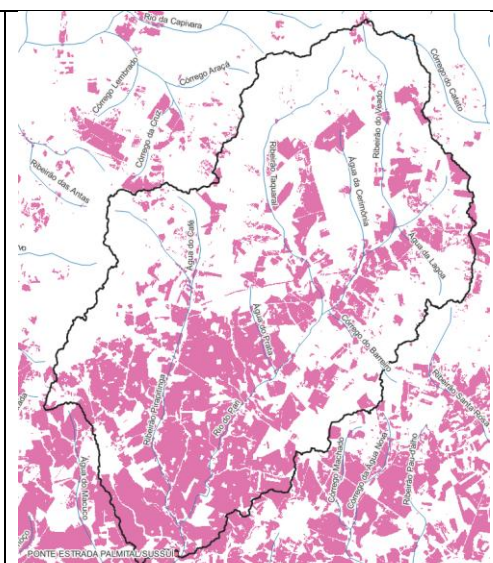
04/08/2022

Resumo das microbacias com o cálculo da área

São Paulo



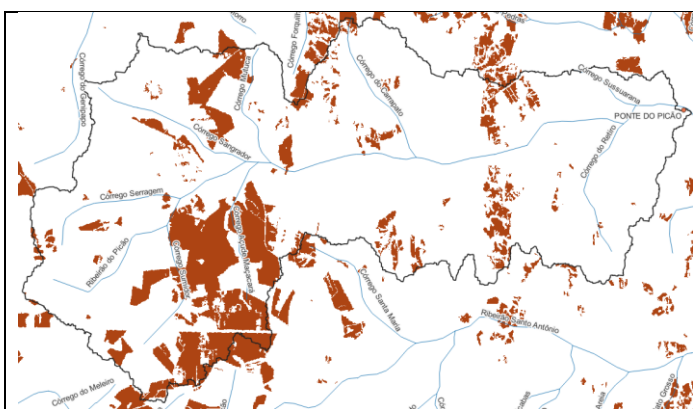
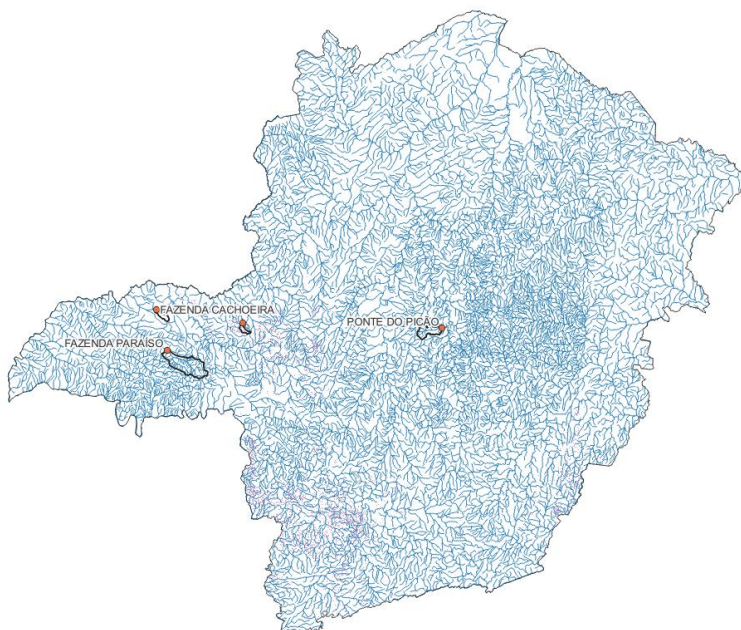
SP - Citrus => 57.950,21 ha



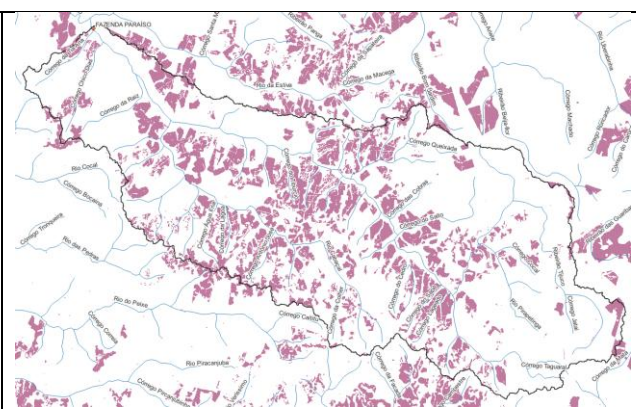
SP - Soja => 92.601,03 ha



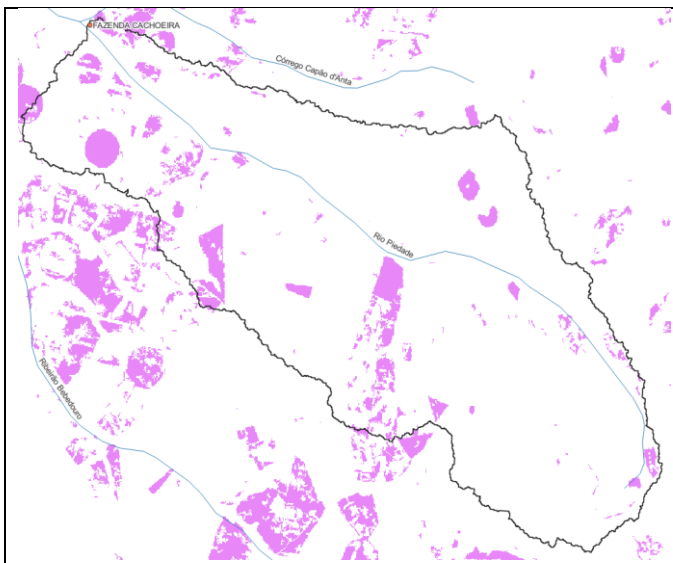
Minas Gerais



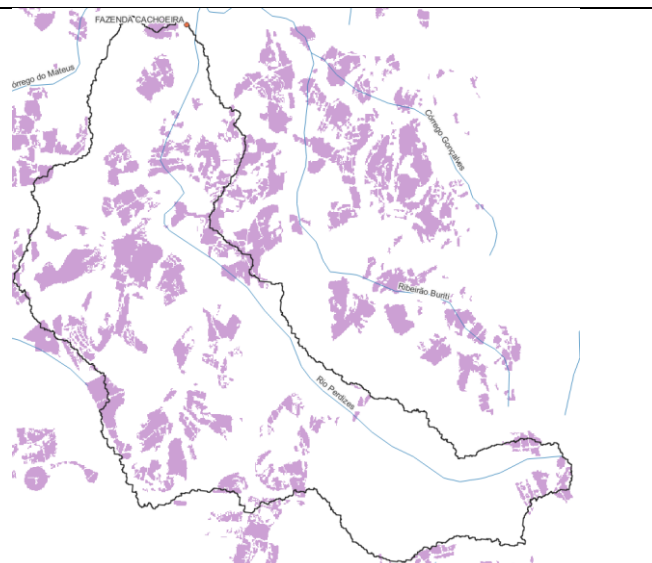
MG – Silvicultura => 52.363,21 ha



MG – Cana => 154.027,06 ha

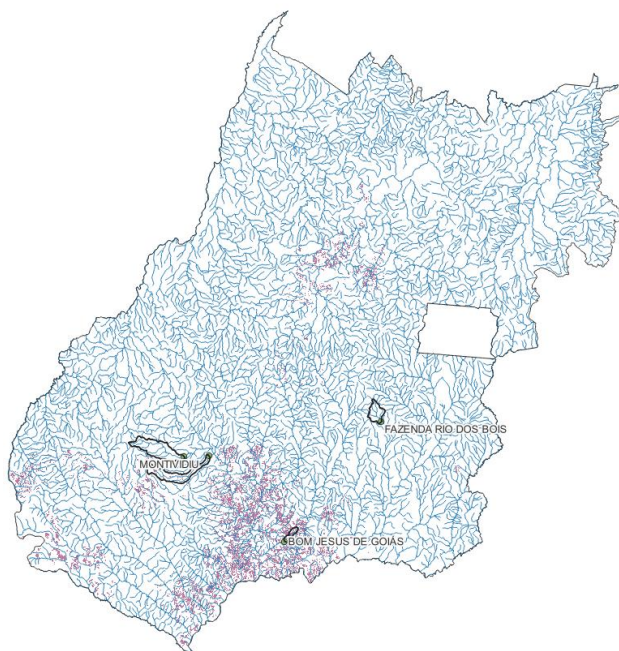


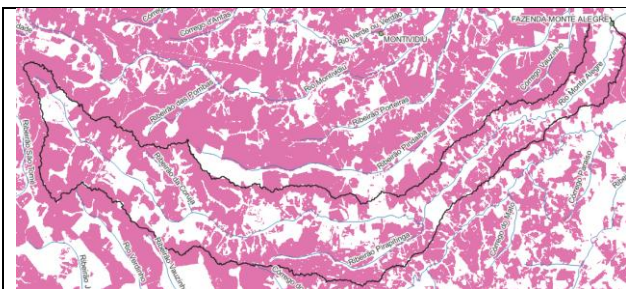
MG – Outras Temporárias => 19.455,15 ha



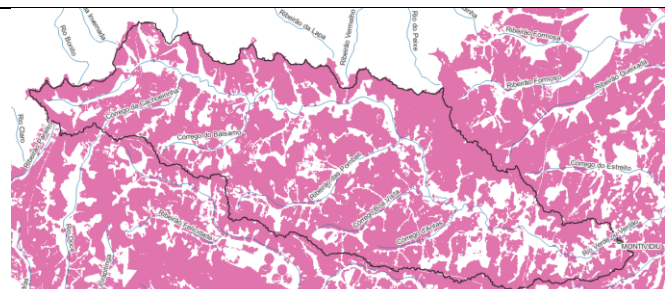
MG – Café => 13.083,33 ha

Goiás

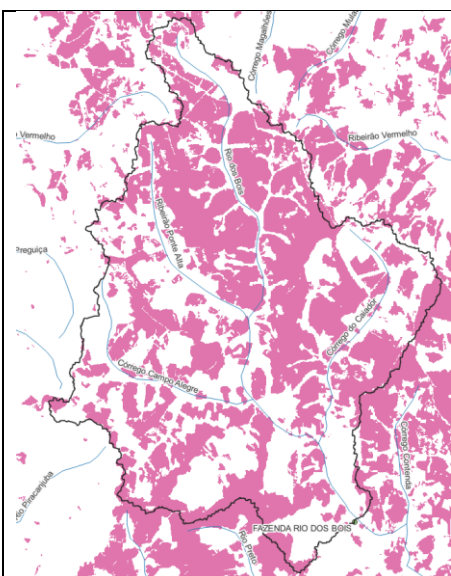




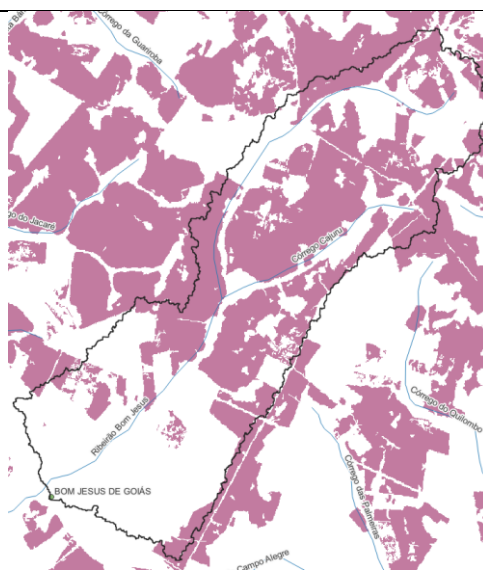
GO – Soja 1 => 80.934,21 ha



GO – Soja 2 => 102.019,74 ha

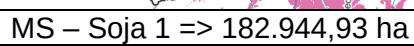


GO – Soja 3 => 37.955,29 ha

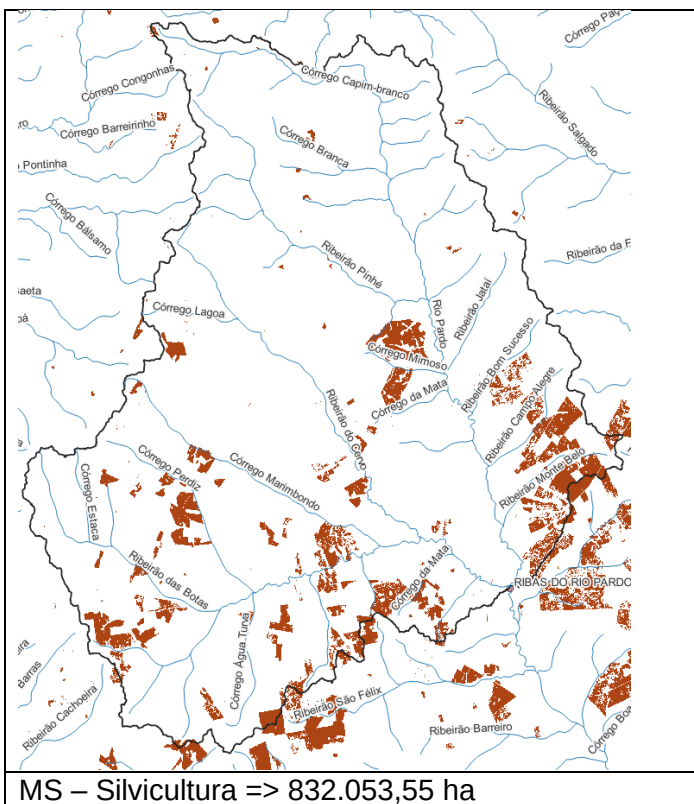
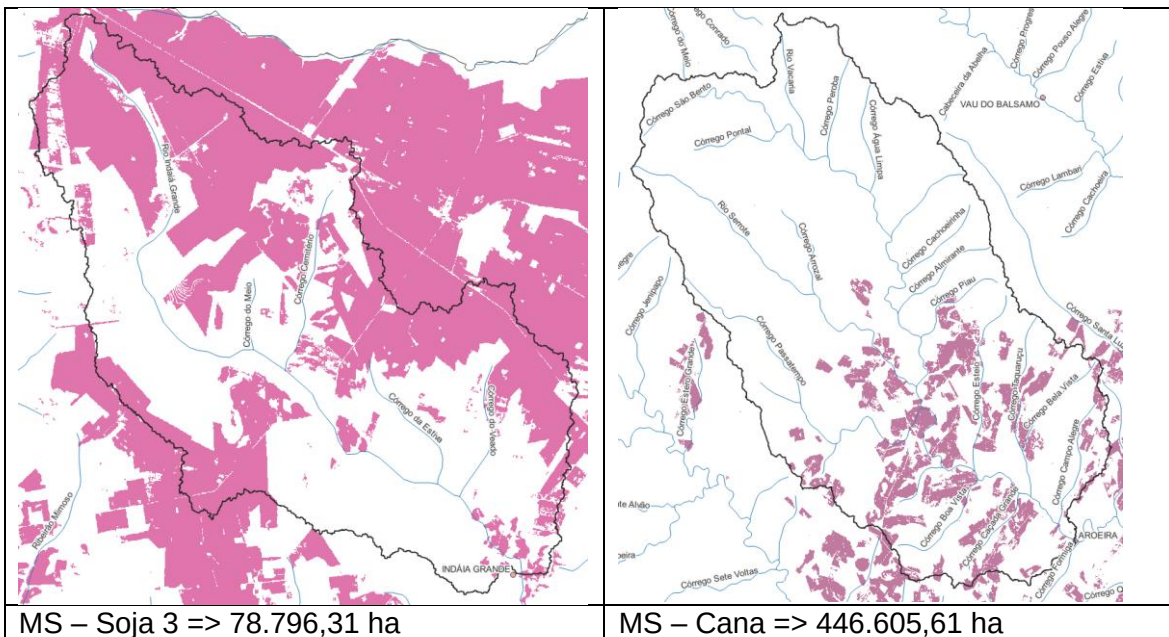


GO – Cana => 14.773,47 ha

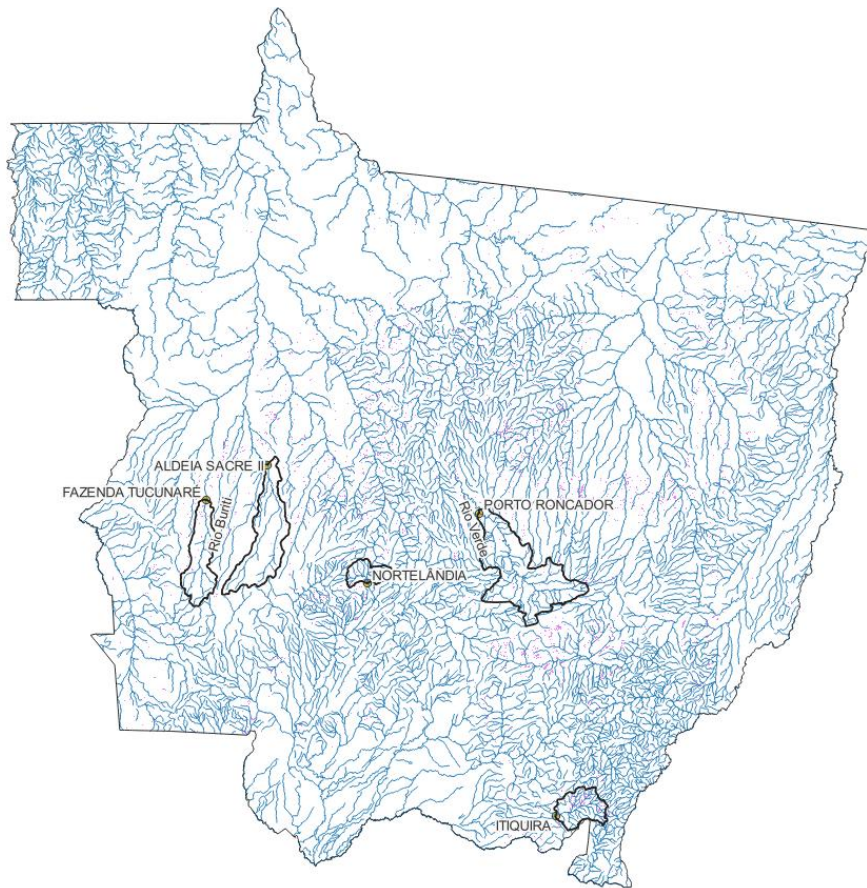
Mato Grosso do Sul

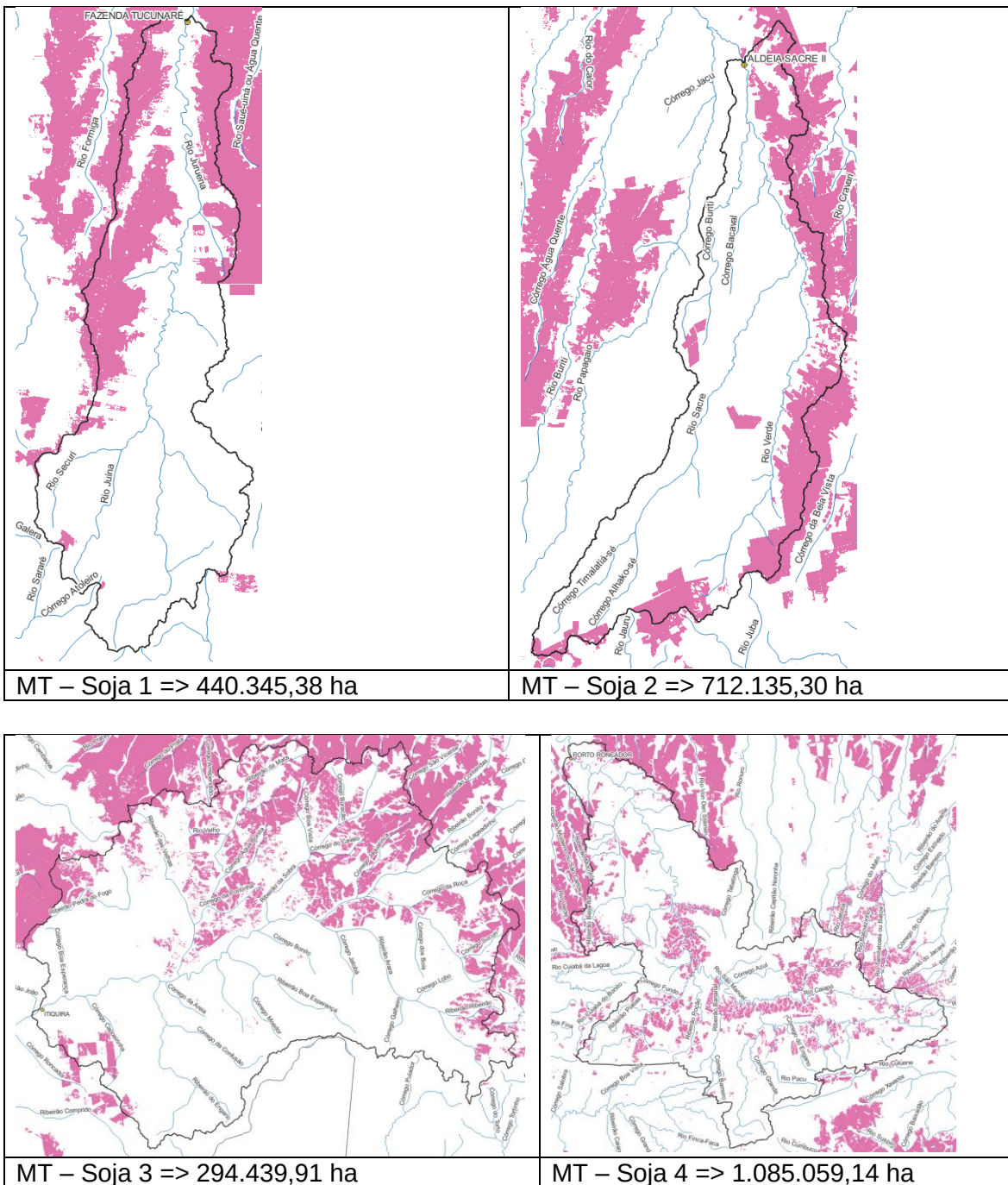


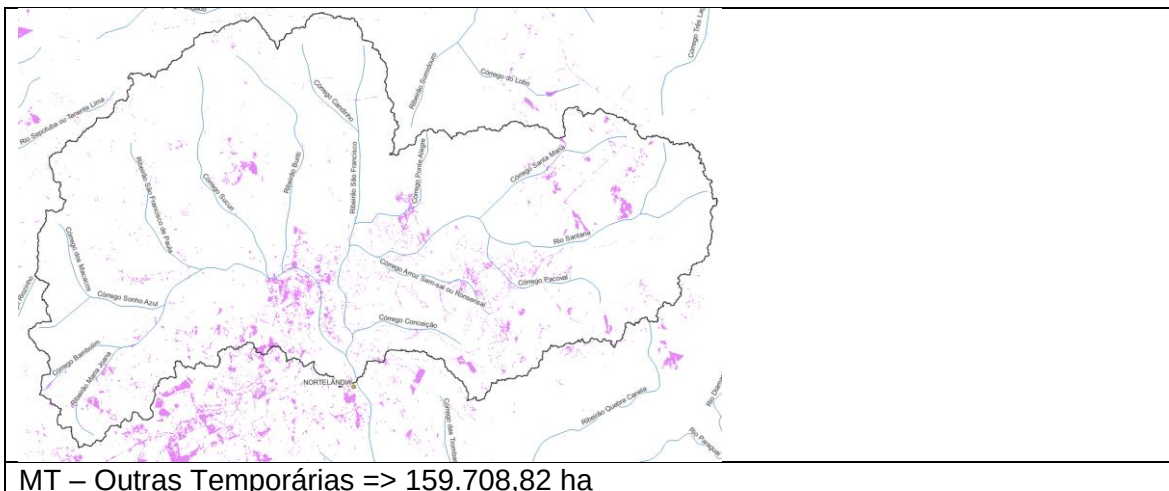
MS – Soja 2 => 253.434,22 ha



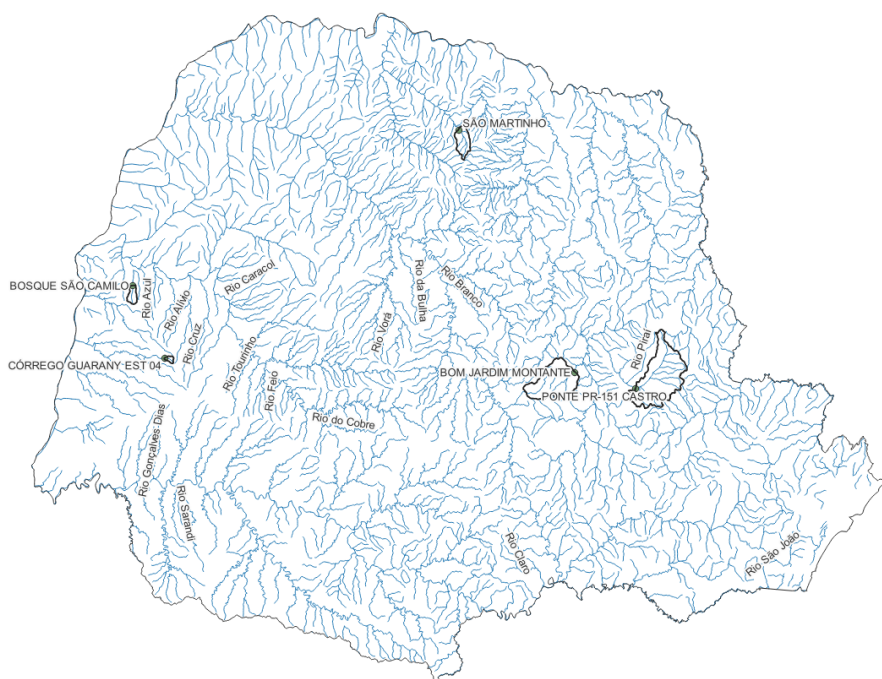
Mato Grosso

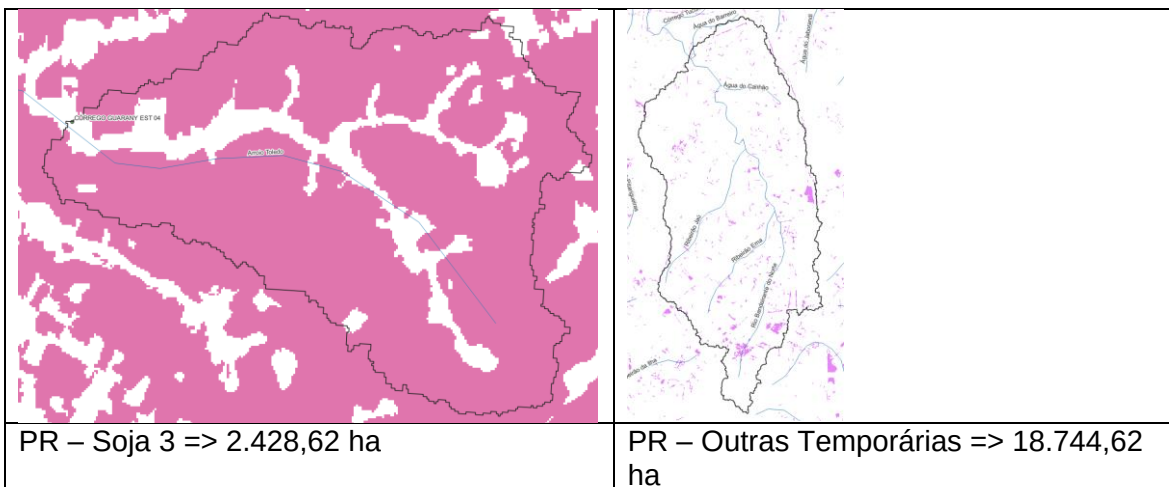
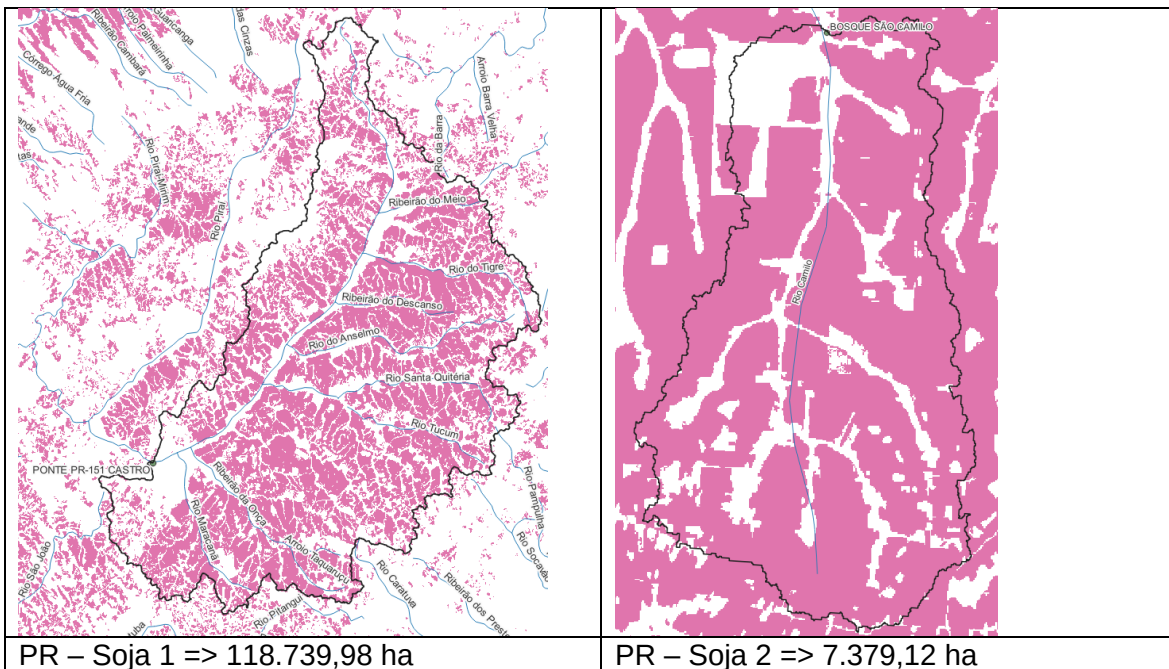


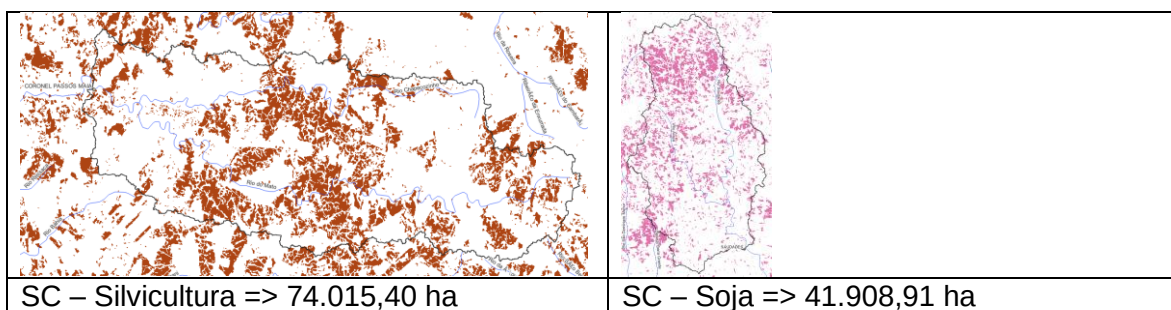




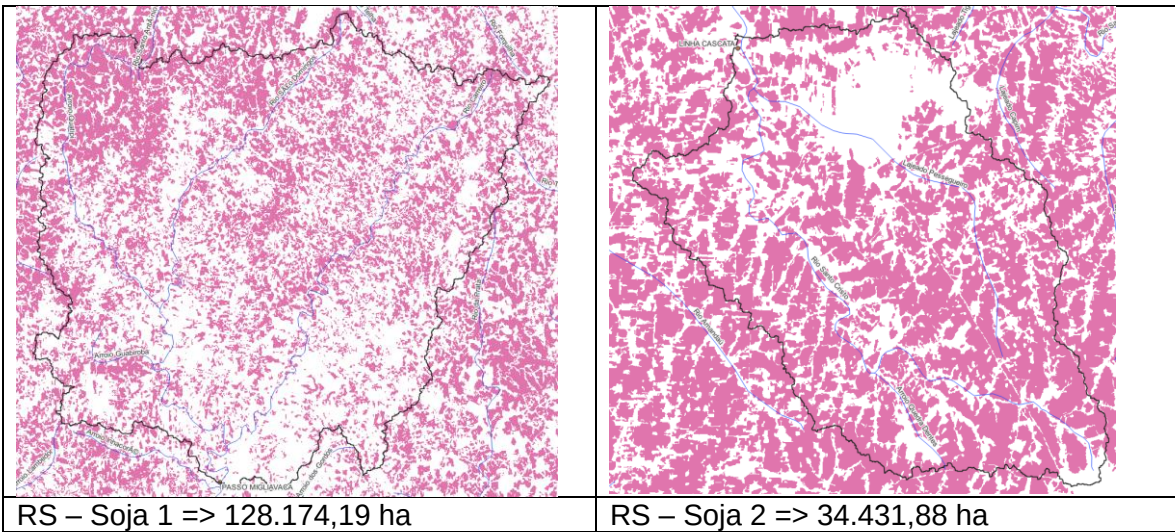
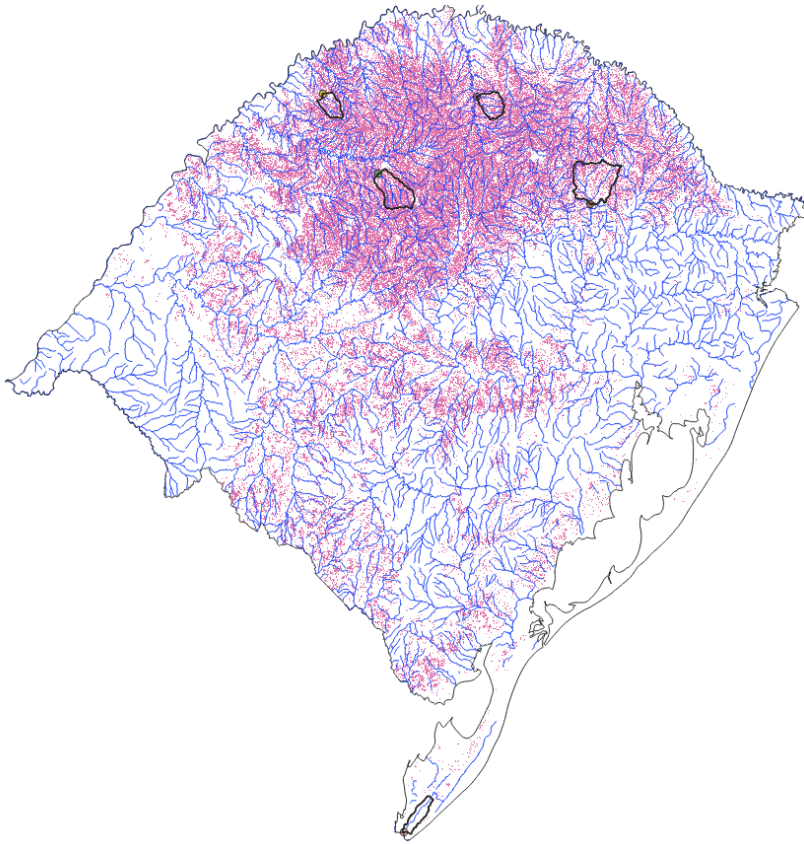
Paraná

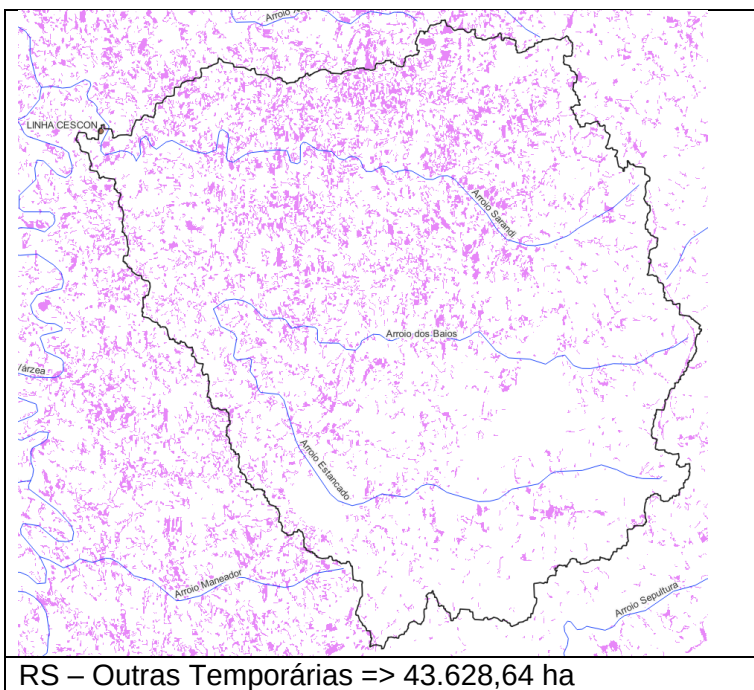
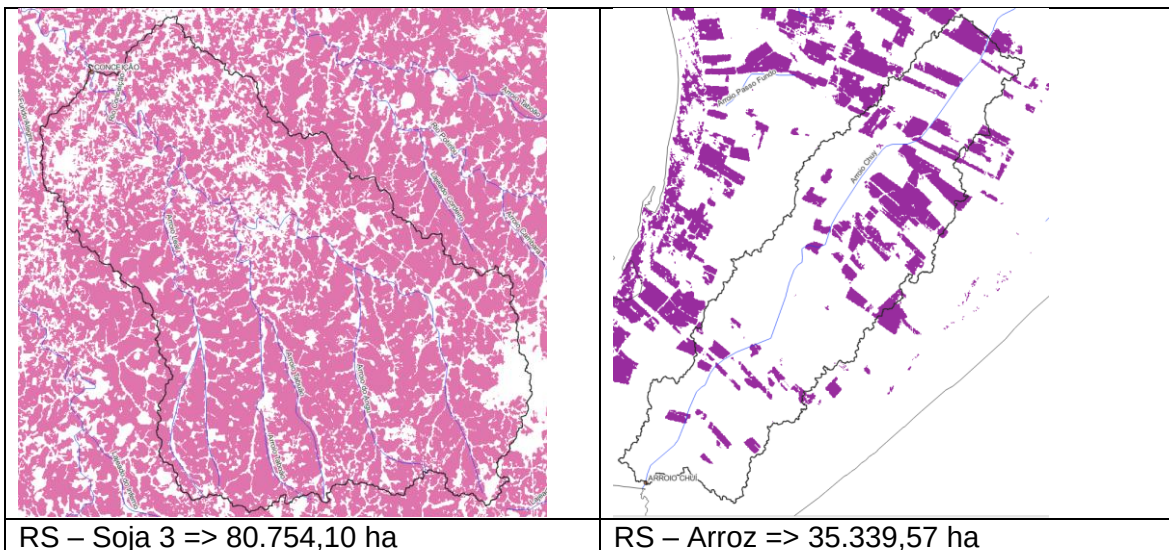




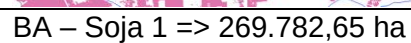


150

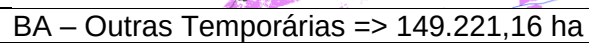




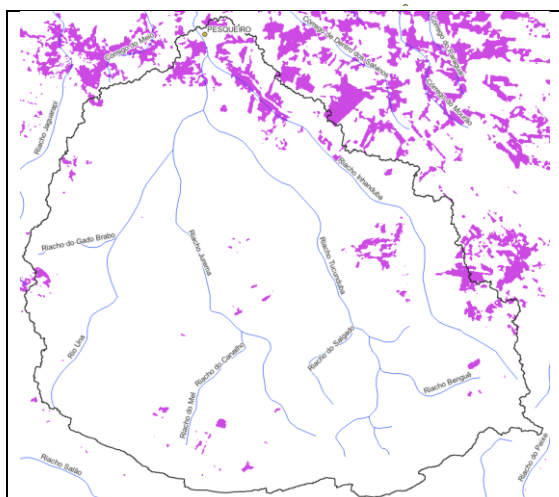
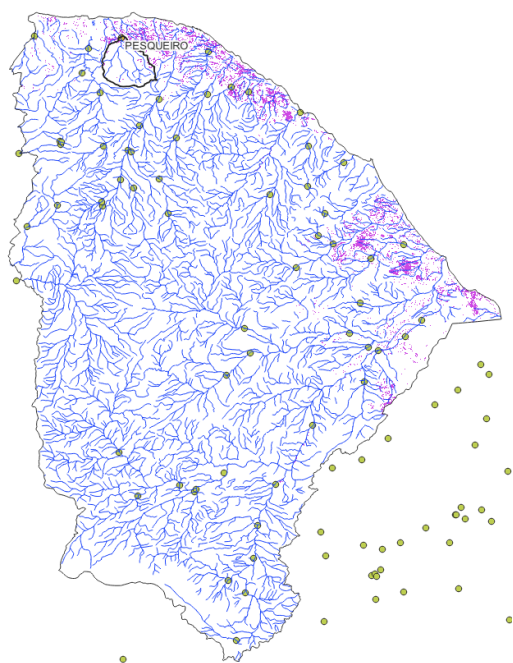
Bahia



BA – Soja 2 => 187.593,90 ha

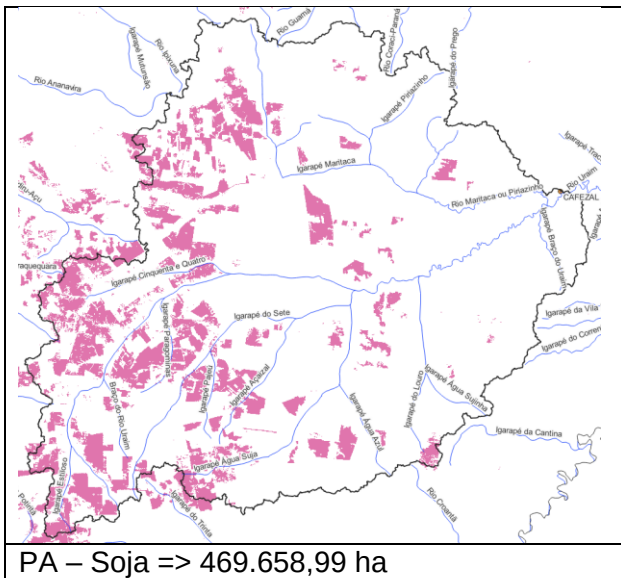
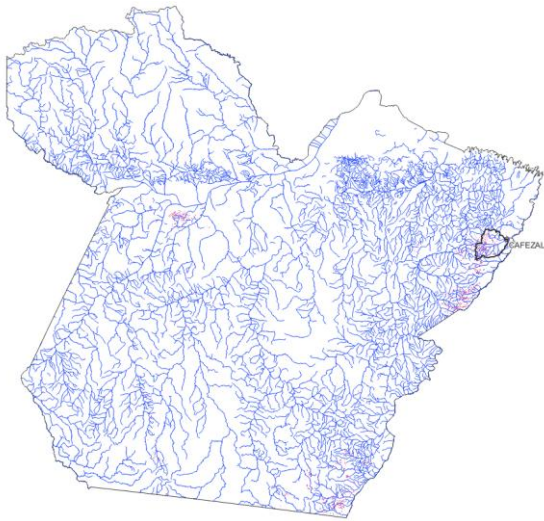


Ceará

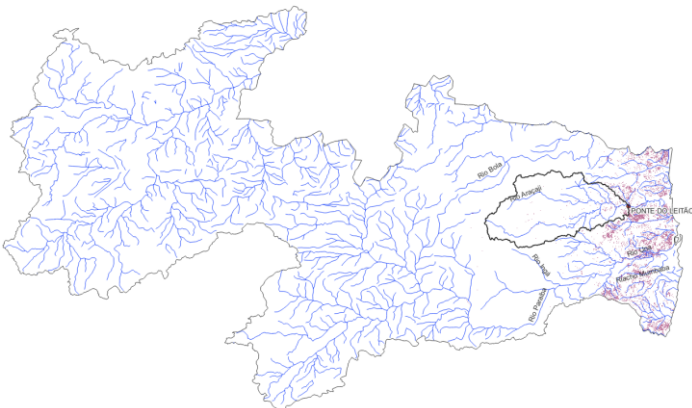


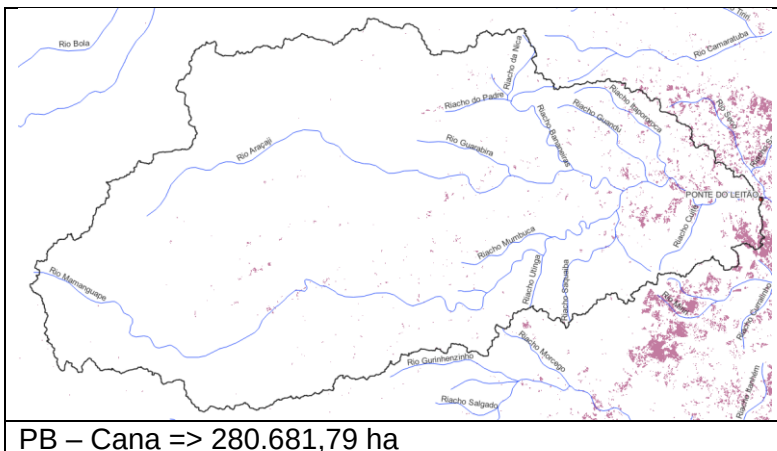
CE – Outras Perenes => 146.268,29 ha
Espírito Santo



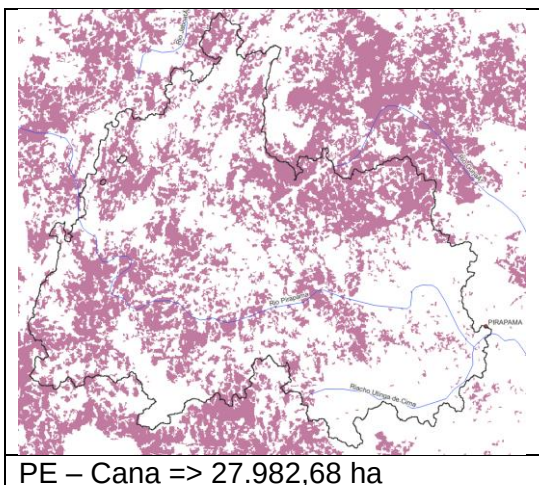


Paraíba

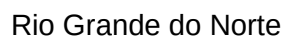


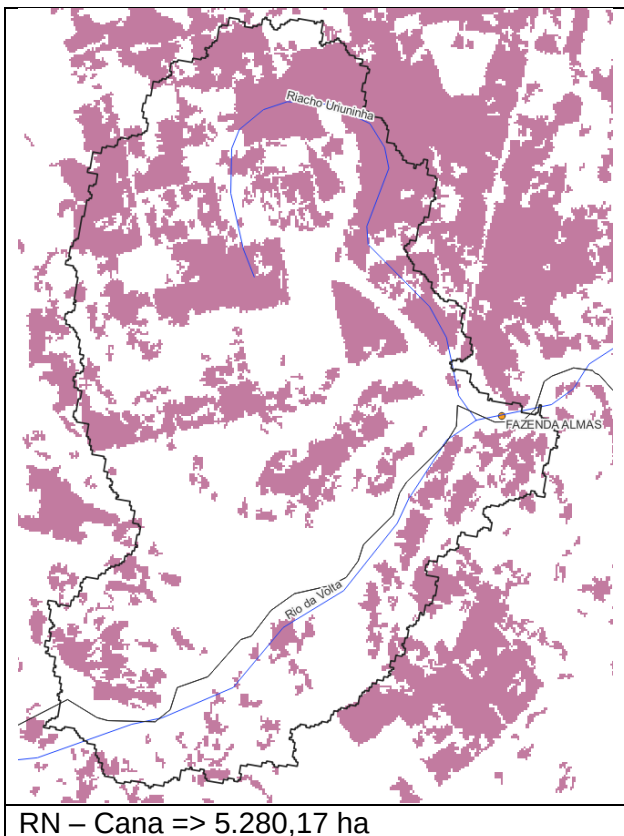
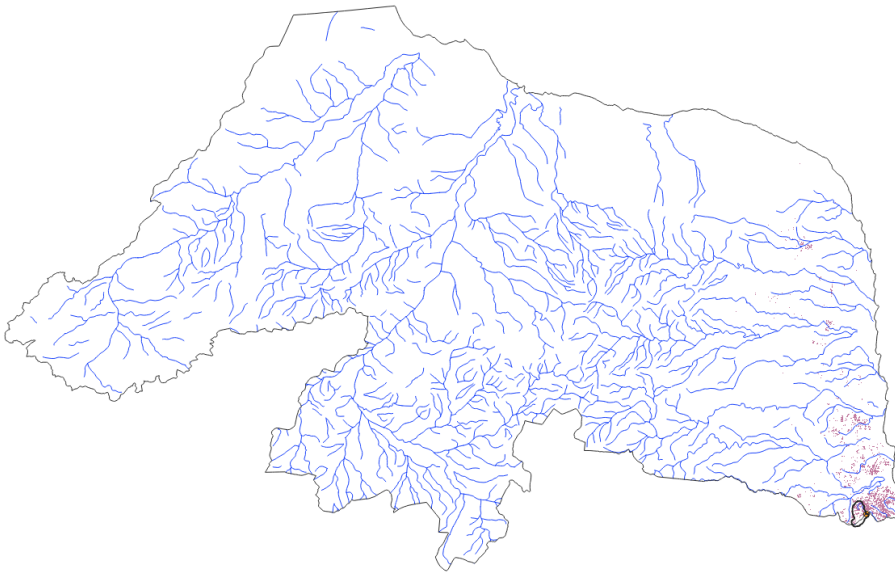


Pernambuco

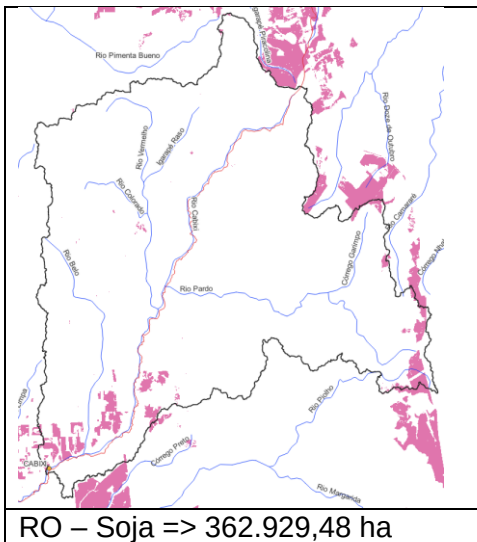
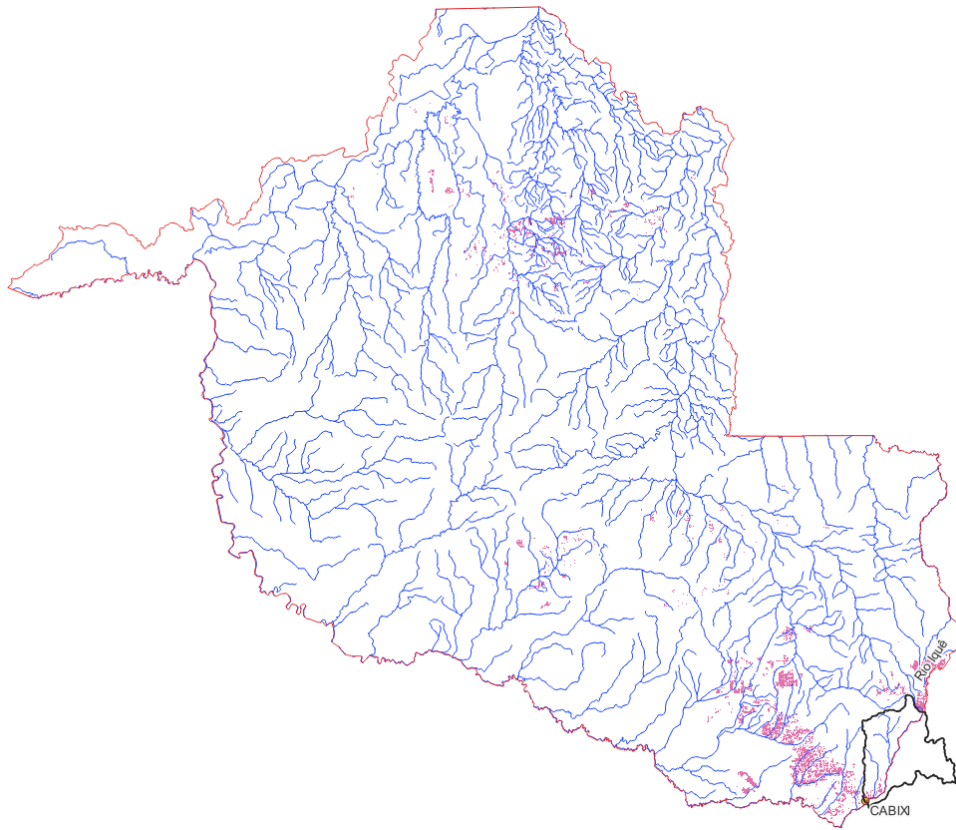


Piauí

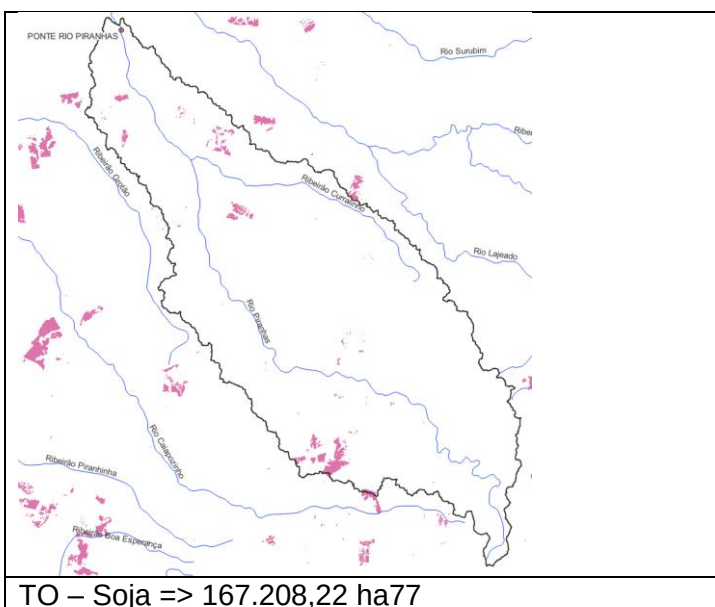
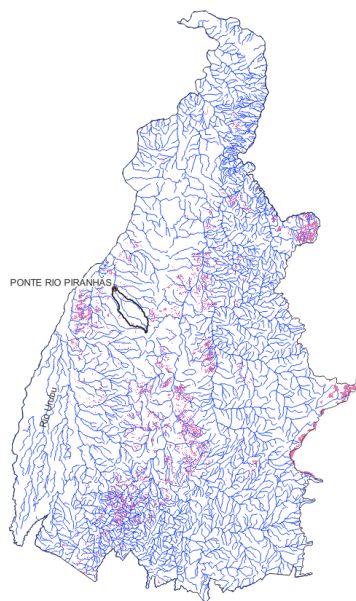




Rondônia



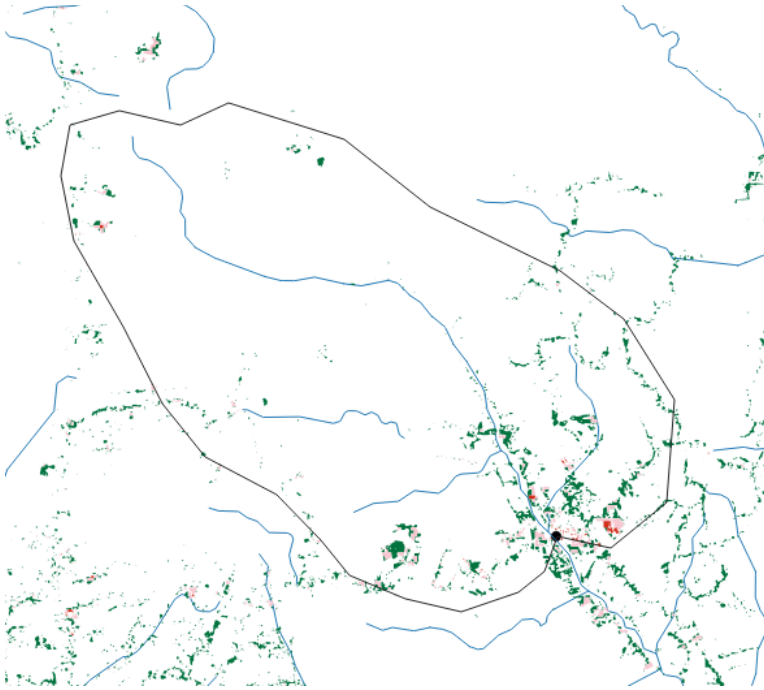
Tocantins



TO – Soja => 167.208,22 ha77

Metodologia de elaboração de microbacias – Exemplo da microbacia de Pastagem do Amazonas

1. Descrever metodologia de elaboração de microbacia por meio do ArcSwat – Exemplo Amzonas - Pastagem
2. Elaborar shapefile da microbacia potencial



3. Seleção de imagens SRTM 1 Arc-Second Global

← → ↻ earthexplorer.usgs.gov

LGT TDierto IPCA Vault - 71 Vault - 76 Vault - 105 Cloud LGT Cloud Backup PVE .70 PVE2 .80

USGS
science for a changing world

EarthExplorer Manage Criteria

Search Criteria Data Sets Additional Criteria **Results**

4. Search Results

If you selected more than one data set to search, use the dropdown to see the search results for each specific data set.

Show Result Controls

Data Set [Click here to export your results »](#)

SRTM 1 Arc-Second Global

« First « Previous 1 of 1 Next » Last »

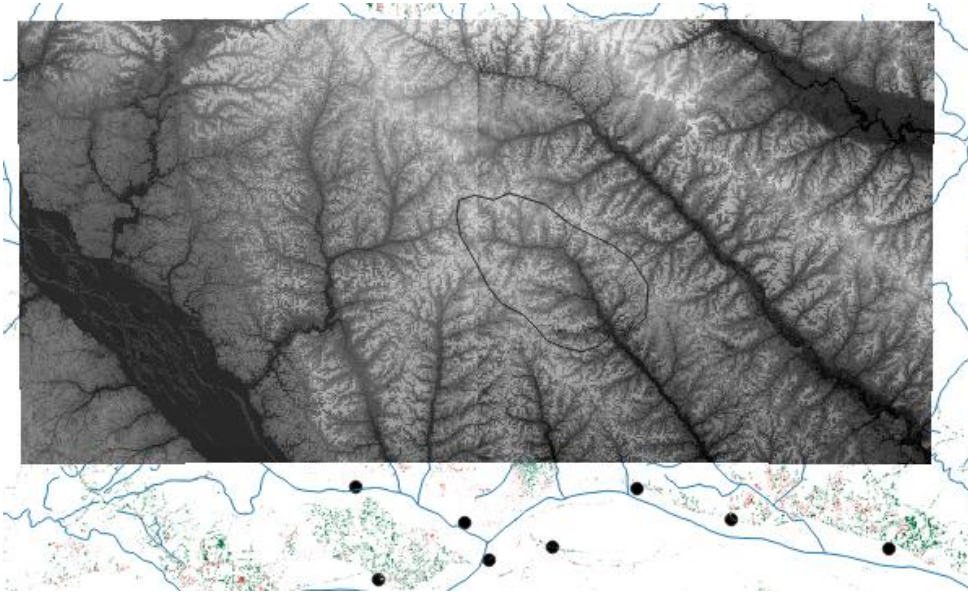
Displaying 1 - 2 of 2

Entity ID: SRTM1S03W060V3
Publication Date: 2014-09-23 00:00:00-05
Resolution: 1-ARC
Coordinates: -3, -60

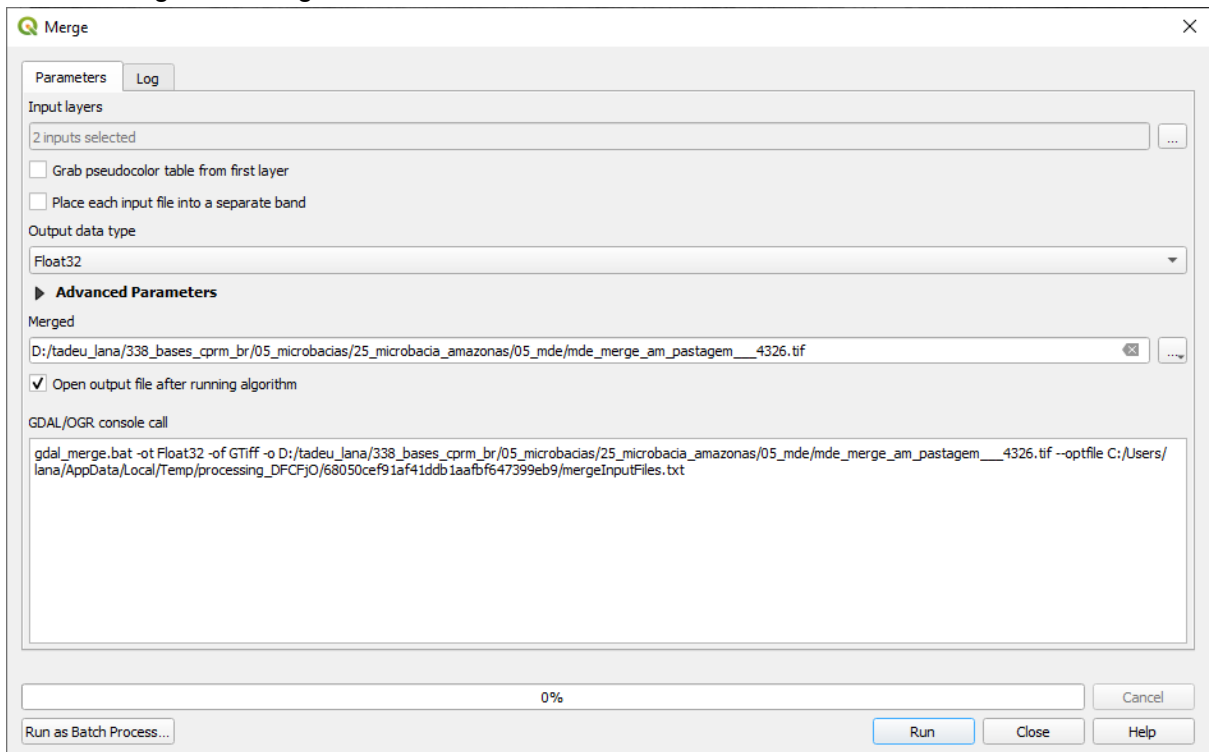
Entity ID: SRTM1S03W061V3
Publication Date: 2014-09-23 00:00:00-05
Resolution: 1-ARC
Coordinates: -3, -61

« First « Previous 1 of 1 Next » Last »

Search Criteria Summary (Show)



4. Merge das imagens



5. Coverter para Sirgas UTM 21 S

Save Raster Layer as...

Output mode: ☒ Raw data ☐ Rendered image

Format: GeoTIFF ☐ Create VRT

File name: c:\robacias\25_microbacia_amazonas\05_mde\nde_am_pastagem__sirgas_utm_21.s.tif

Layer name:

CRS: EPSG:31981 - SIRGAS 2000 / UTM zone 21S

Extent (current: layer)

North: 9778818.8411
West: 54790.6194 East: 277723.3021
South: 9667577.6751

Current Layer Extent Calculate from Layer Map Canvas Extent

Resolution (current: layer)

☒ Horizontal 30.8527 Vertical 30.8164 Layer Resolution
☐ Columns 7226 Rows 3610 Layer Size

☐ **Create Options**

Profile: Default

Name	Value
------	-------

☒ Add saved file to map OK Cancel Help

6. Exportar o ponto de amostragem para um novo shapefile

Save Vector Layer as...

Format: ESRI Shapefile

File name: luviomentricas\Estações_Fluviométricas_da_Rede_operadora_cprm_am__pastagem.shp

Layer name:

CRS: EPSG:4326 - WGS 84

Encoding: UTF-8

☒ Save only selected features

Select fields to export and their export options

Name	Type	Replace with displayed values
☒ EST_ID	Integer64	
☒ REGISTROID	Integer64	
☒ BACIA	String	
☒ RIO	String	
☒ ESTADO	String	
☒ MUNICIPIO	String	

Select All Deselect All

☐ Replace all selected raw field values by displayed values

☒ Persist layer metadata

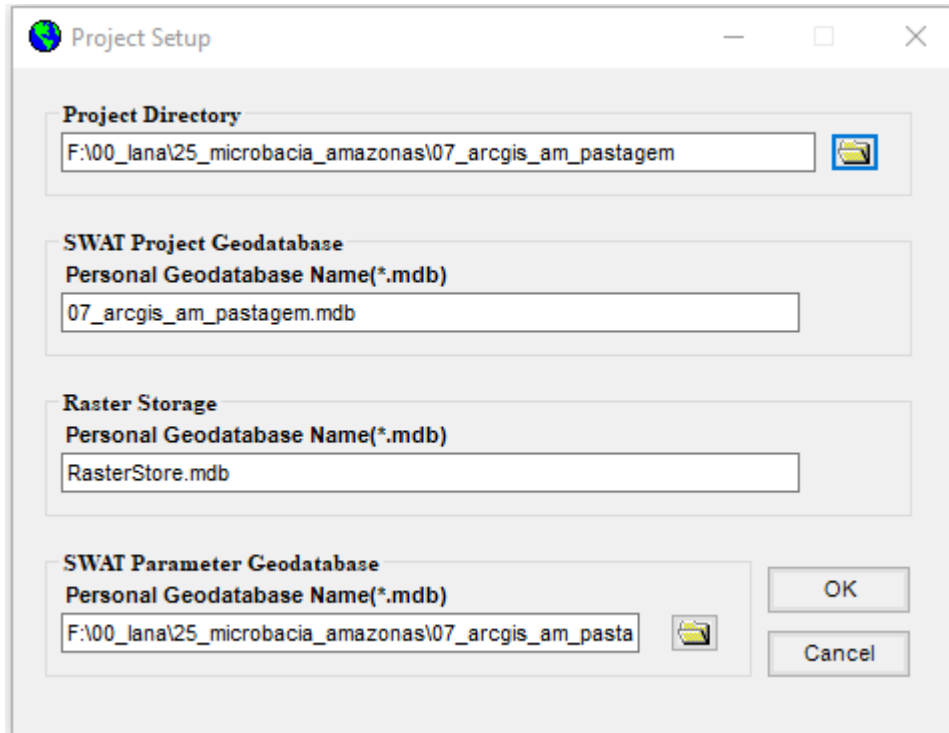
Geometry

Geometry type: Automatic

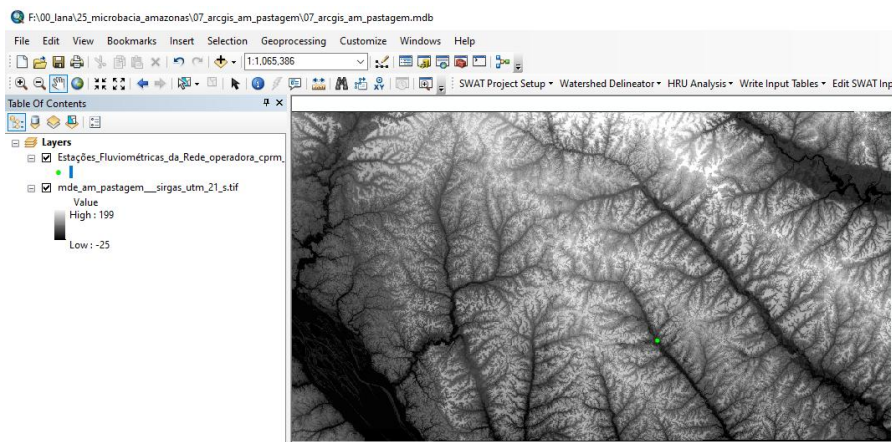
☒ Add saved file to map OK Cancel Help

Elaboração da microbacia por meio do ArcSwat

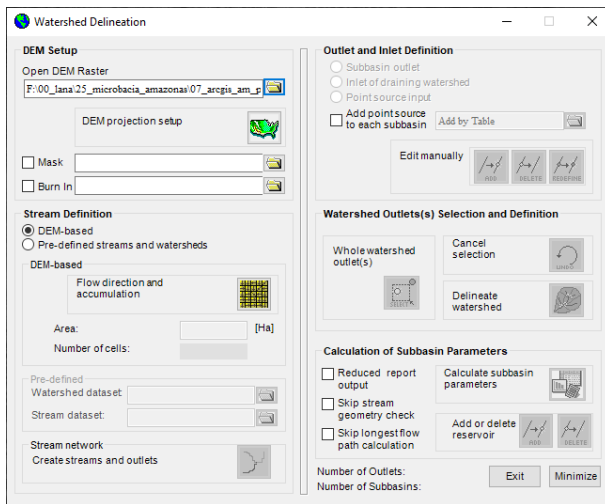
1. Copiar a pasta do Amazonas para o pc onde está instalado o ArcGis / ArcSwat
2. Criar o projeto ArcSwat



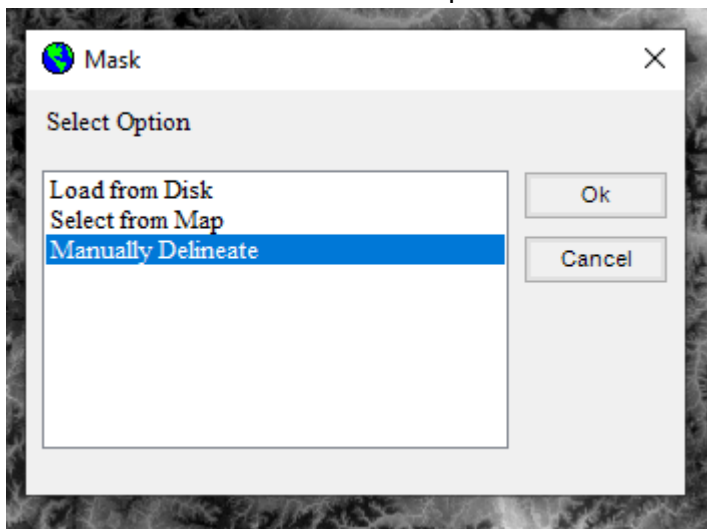
3. Importar a imagem em sirgas utm 21 s e o ponto de amostragem no projeto ArcSwat

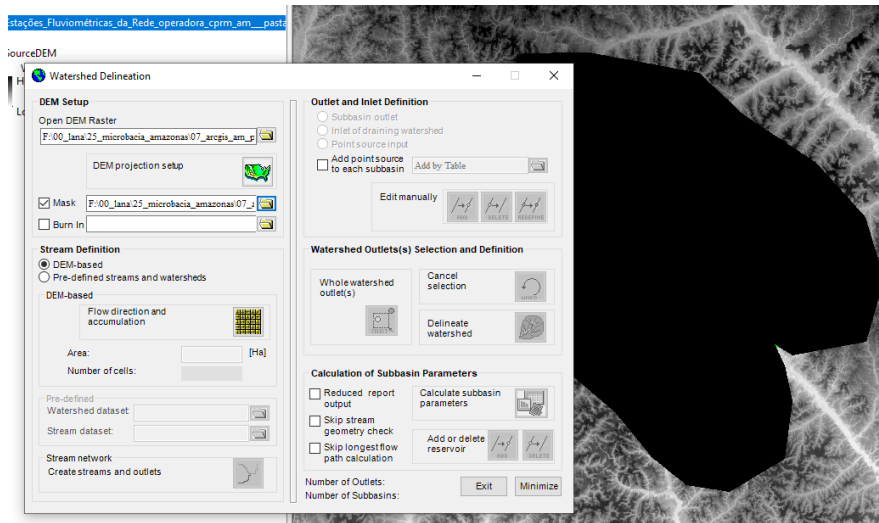


4. Selecionar a imagem do MDE

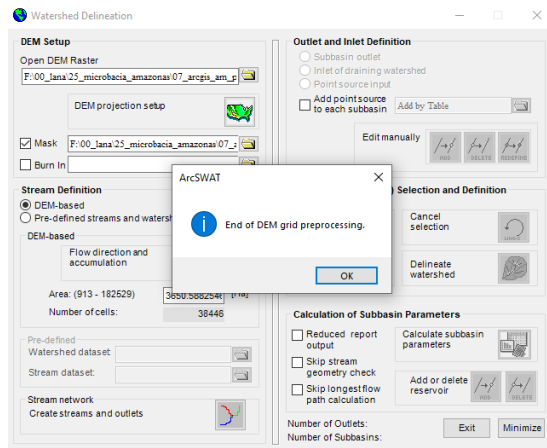


5. Desenhar manualmente o perímetro da microbacia

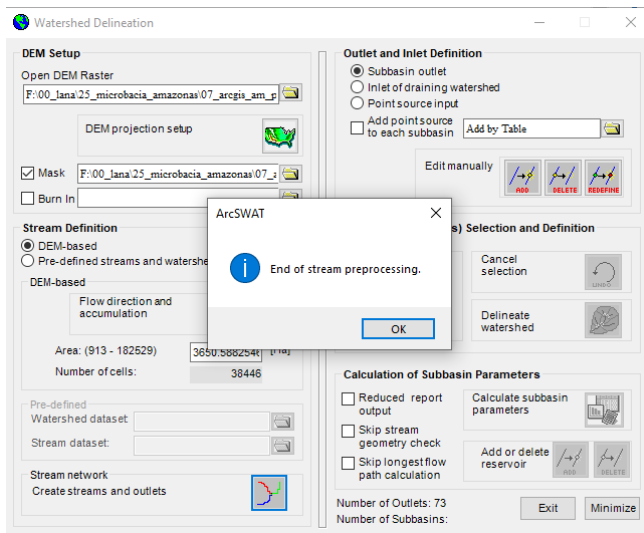




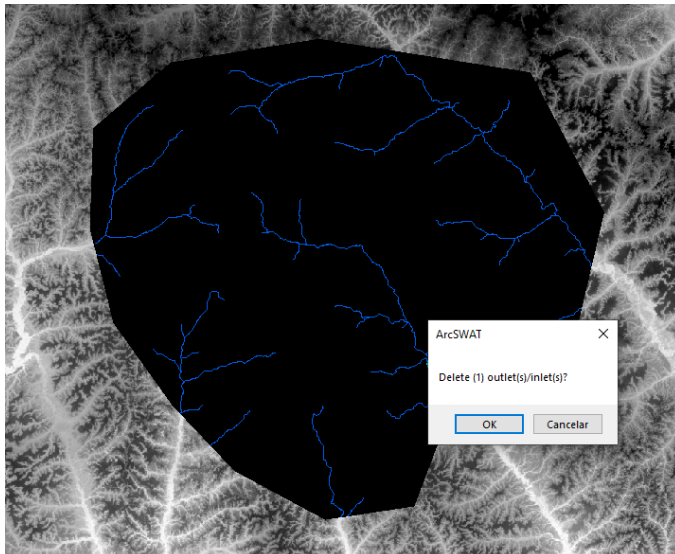
6. Elaborar o fluxo de acumulação

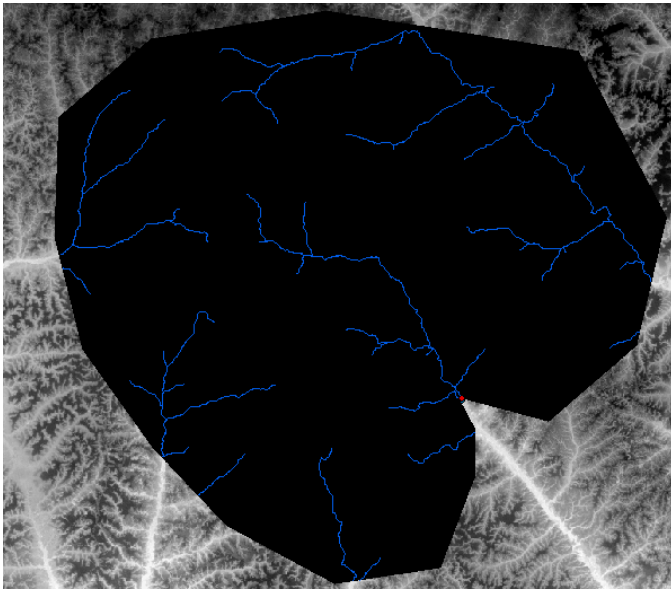


7. Criar os Stream e Outlets

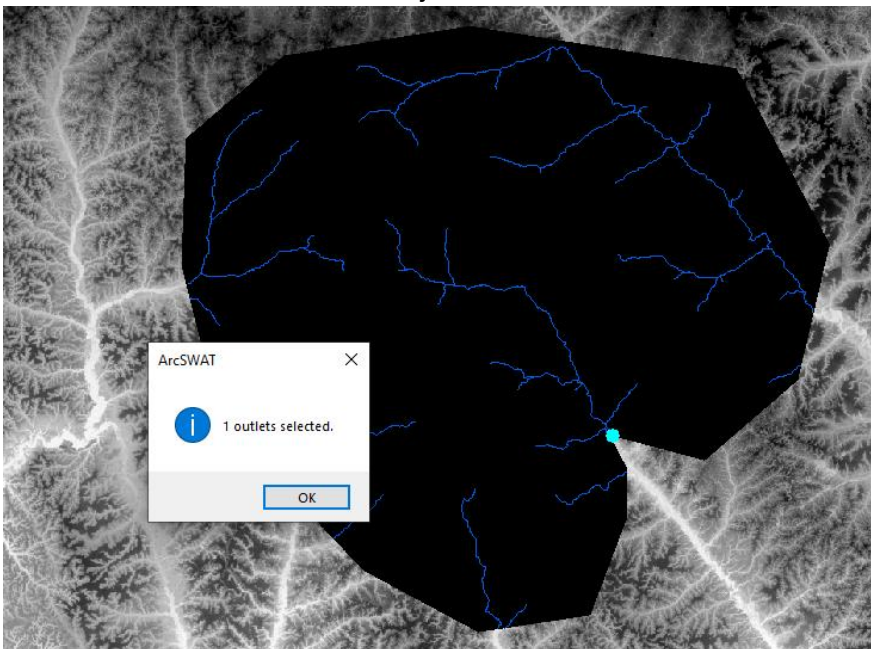


8. Deletar os outlets desnecessários e deixar somente o desejado

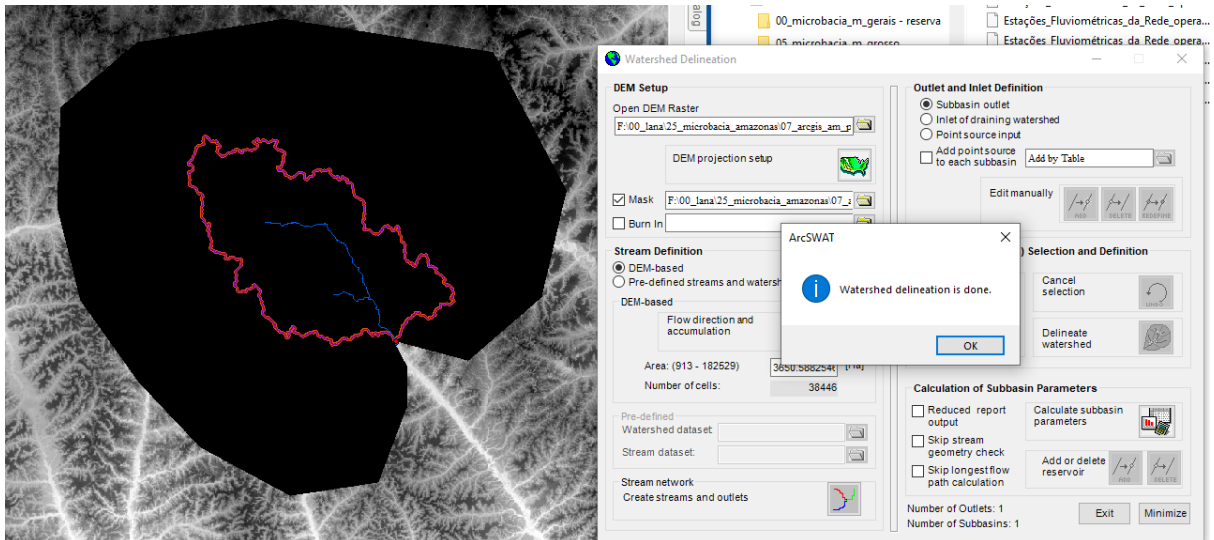




9. Selecionar o Outlet desejado



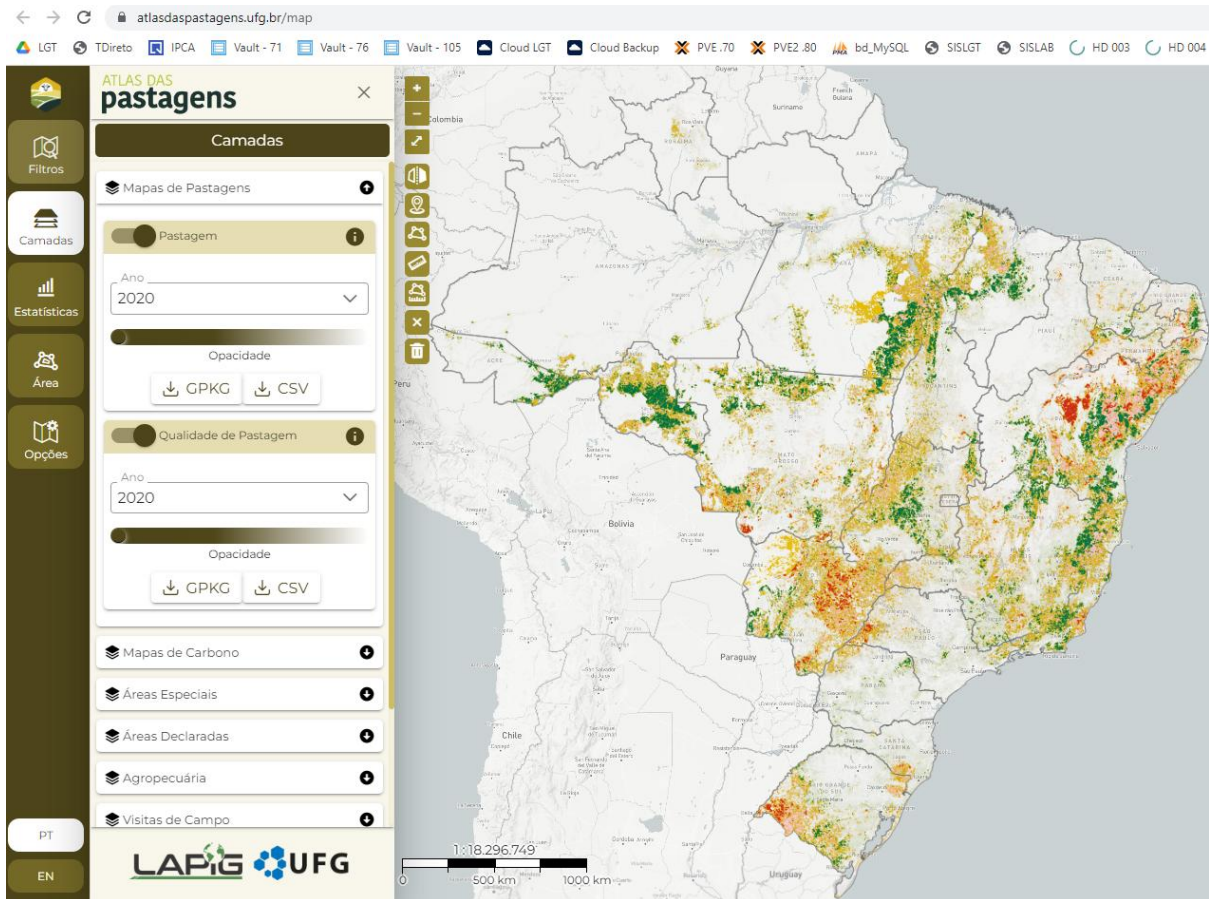
10. Desenhar a microbacia



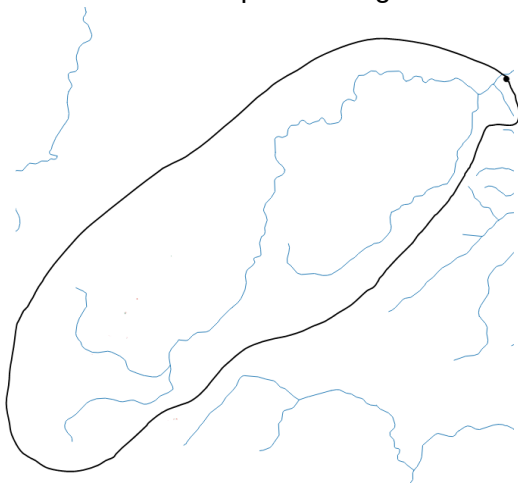
10/08/2022 – Levantamento de microbacias potenciais para os estados onde serão atribuídos como pastagem

Foi utilizado o shapefile de Qualidade de pastagem Ano 2020 elaborado pelo Lapig

<https://atlasdaspastagens.ufg.br/map>

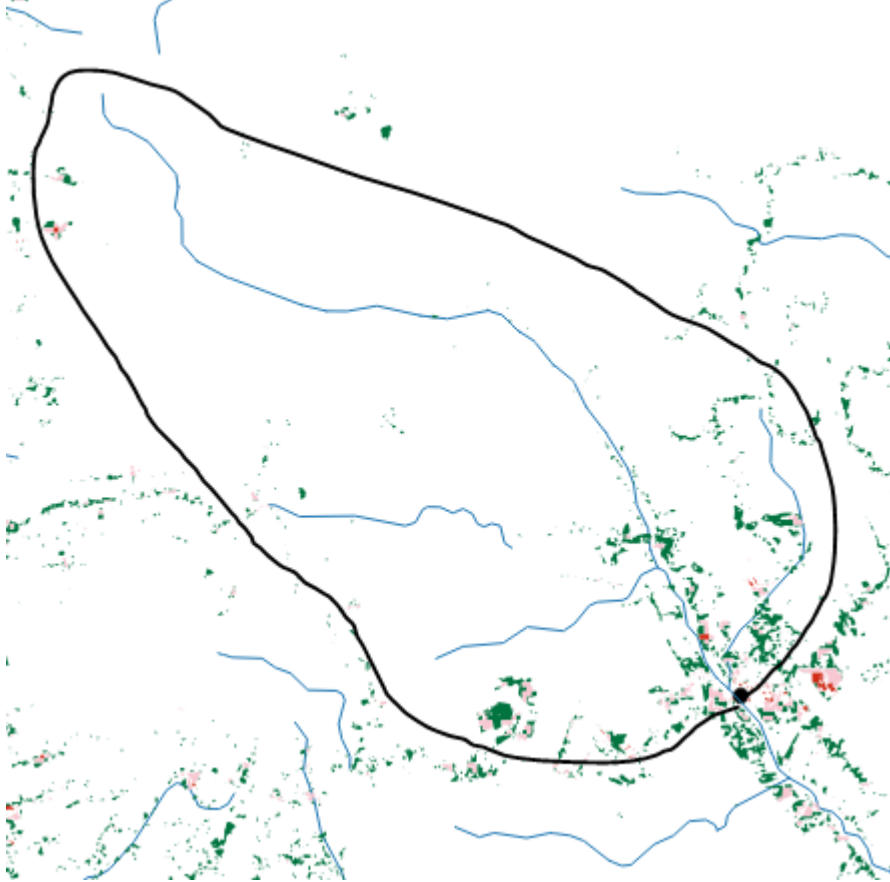


Microbacia – Amapá - Pastagem

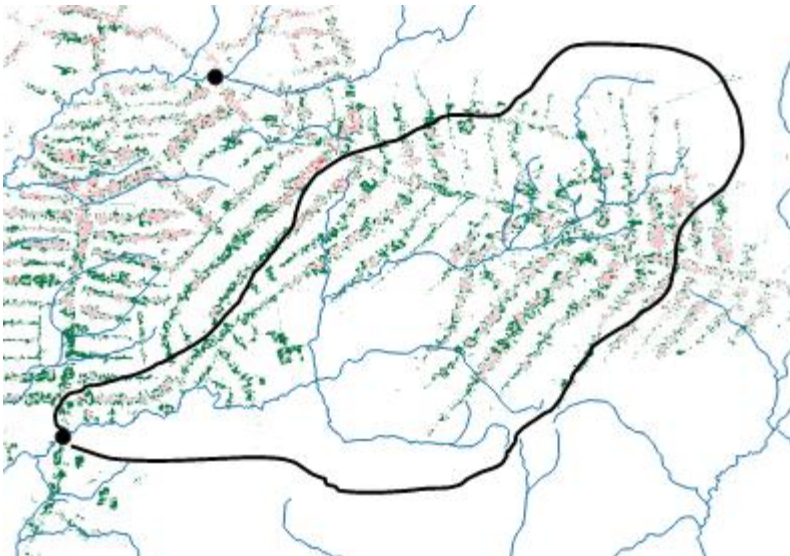


Não tem área representativa de Qualidade de Pastagem

Amazonas – Qualidade de pastagem



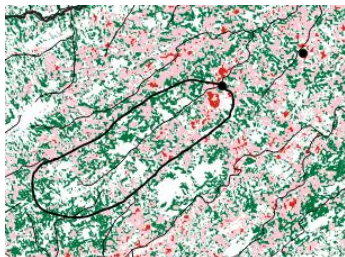
Roraima – Qualidade de pastagem



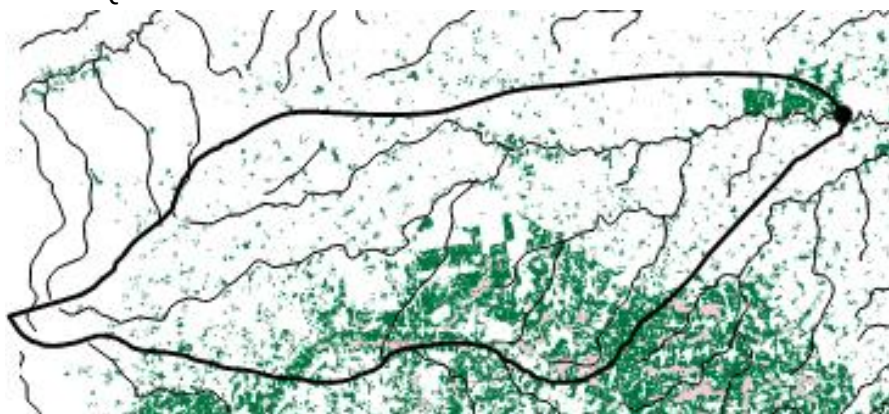
Sergipe – Qualidade de pastagem



Rio de Janeiro – Qualidade de pastagem



Acre – Qualidade

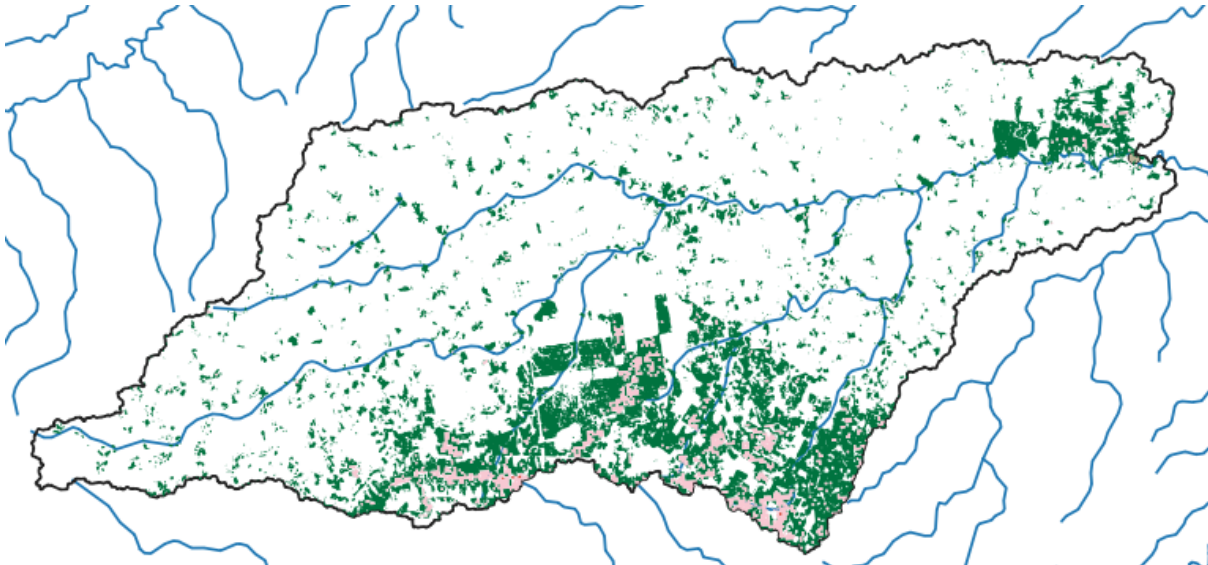


10/08/2022 - Após conversa com o Barizon, decidimos fazer as microbacias para os 6 estados restantes e gerar as áreas e a discriminação das classes de pastagens para as 6 microbacias. Estas informações serão usadas para decidir a distribuição das classes de microbacias para outras 6 microbacias de pastagens adicionais em outros estados.

18/08/2022

Levantamento das áreas de pastagens das microbacias, exemplo Acre:

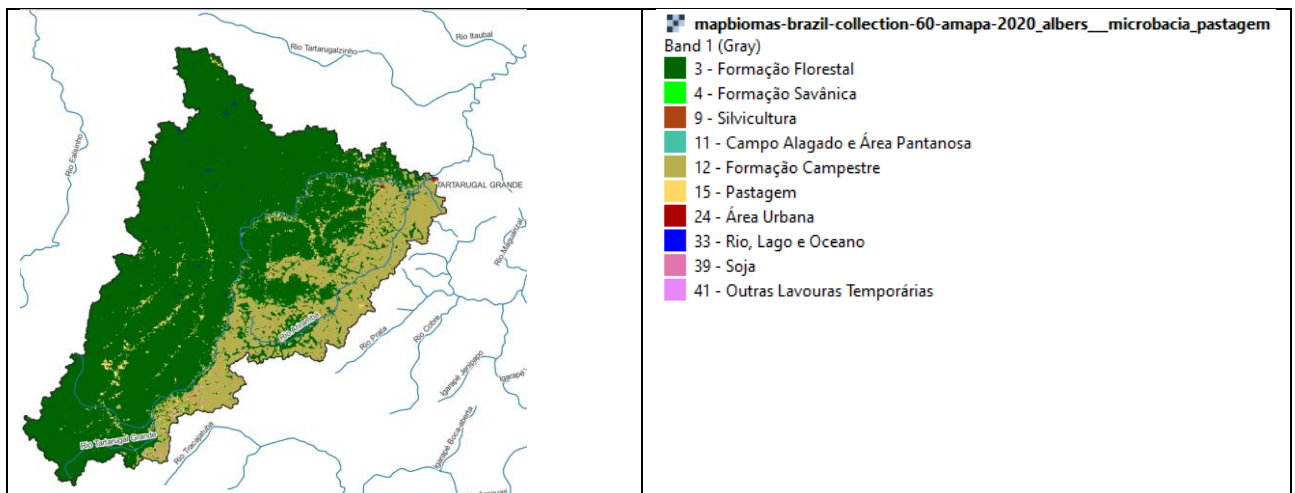
Foi calculado as áreas de cada classe de polígonos dentro da microbacia e calculado a % em relação à área total da bacia.



Acre											
bacia m²		3457228619									
classe	year	regiao	uf	estado	município	bioma	area_m²	Classe agrupada	m²	% bacia	
1	2020	NORTE	AC	ACRE	BRASILÉIA	AMAZÔNIA	216107.436	1	216107.436	0.006	
2	2020	NORTE	AC	ACRE	ASSIS BRASIL	AMAZÔNIA	3823066.53	2	70249822.6	2.032	
2	2020	NORTE	AC	ACRE	XAPURI	AMAZÔNIA	2394321.22	3	556862841	16.107	
2	2020	NORTE	AC	ACRE	BRASILÉIA	AMAZÔNIA	64032434.9				
3	2020	NORTE	AC	ACRE	ASSIS BRASIL	AMAZÔNIA	40149683.6				
3	2020	NORTE	AC	ACRE	XAPURI	AMAZÔNIA	88369336.7				
3	2020	NORTE	AC	ACRE	BRASILÉIA	AMAZÔNIA	427742495				
3	2020	NORTE	AC	ACRE	SENA MADUREIRA	AMAZÔNIA	601325.892				

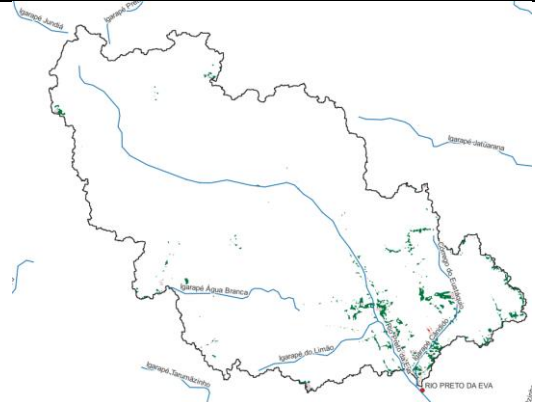
Levantamento de microbacias de pastagens por estados

Amapá

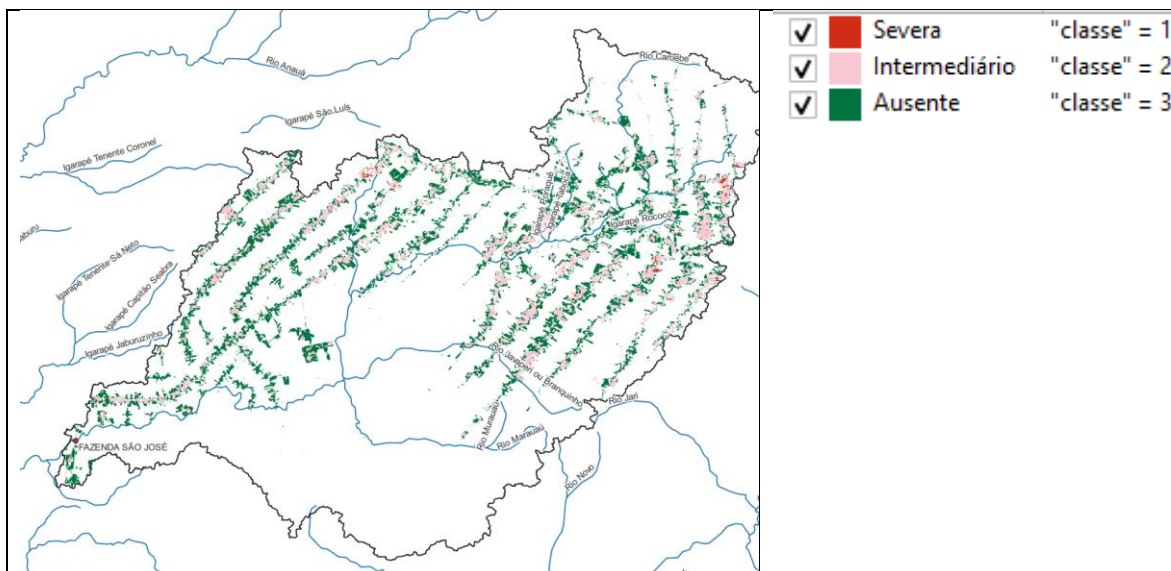


Amapá	Raster do Mapbiomas	mapbiomas-brazil-collection-60-amapa-2020		
bacia m²	1802190501			
bacia hectares	180219.05			
Value	Area (m²)		m² pasto	% bacia
3	1373266561	Formação Florestal	27017104.37	1.499
4	2137661.831	Formação Savânica		
9	1225191.178	Silvicultura		
11	3207821.587	Campo Alagado e área Pantanosa		
12	389422985.1	Formação Campestre		
15	27017104.37	Pastagem		
24	220587.5656	Área Urbana		
33	2856121.733	Rio		
39	15060.19524	Soja		
41	2753358.048	Outras Lavouras Temporárias		

Amazonas

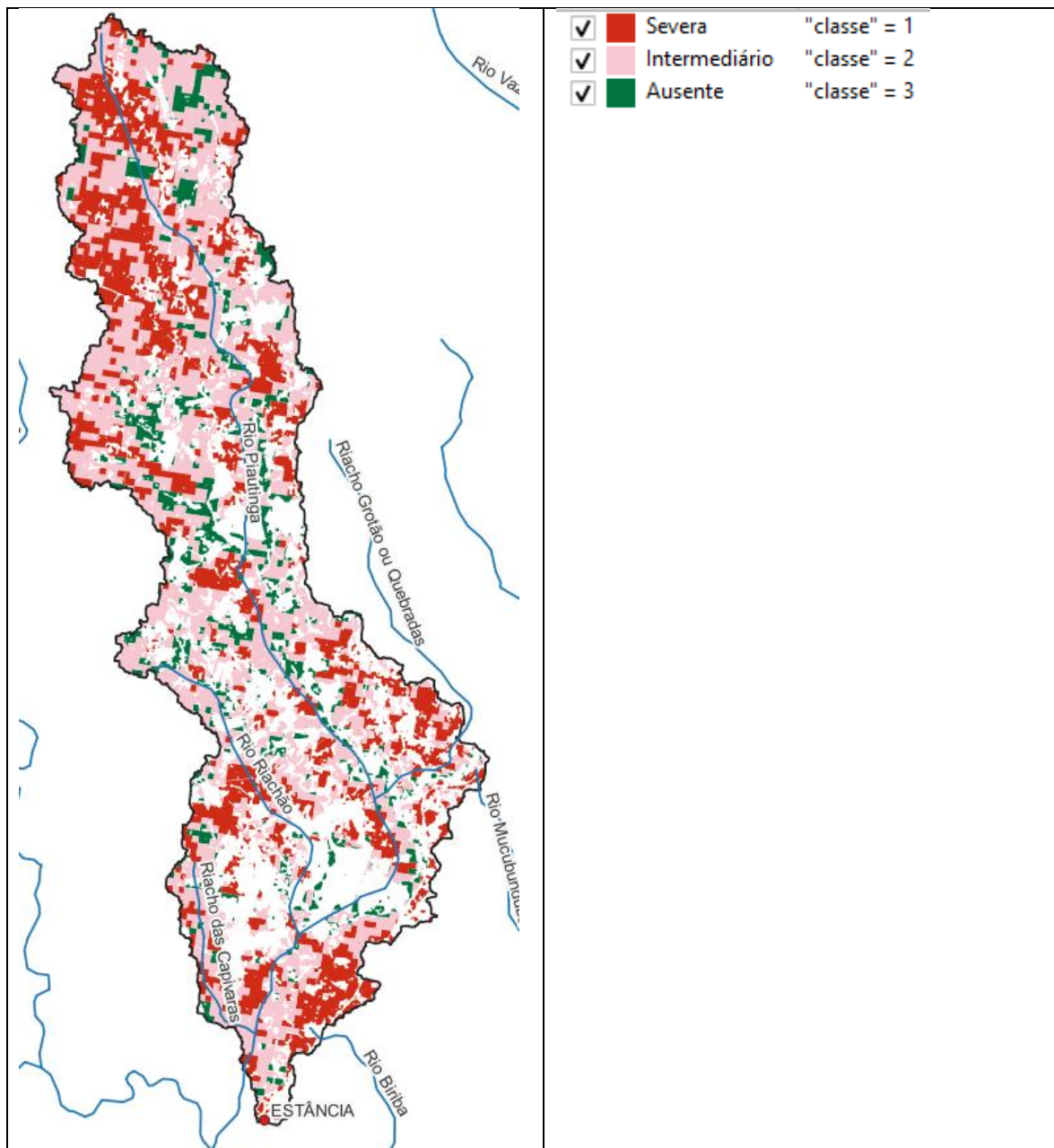
		☒ Severa "classe" = 1 ☒ Intermediário "classe" = 2 ☒ Ausente "classe" = 3	
Amazonas			
bacia m²	867100729.20		
bacia hectares	86710.07		
Classe agrupada	m²	area hectares	% bacia
1	193351.497	19.34	0.022
2	2486306.174	248.63	0.287
3	14678212.28	1467.82	1.693
Soma	17357869.95	1735.79	2.00

Roraima



Roraima			
bacia m ²	5658726529.00		
bacia hectares	565872.65		
Classe agrupada	m²	area hectares	% bacia
1	9672765.698	967.28	0.171
2	232016023.5	23201.60	4.100
3	503505400.9	50350.54	8.898
Soma	745194190.06	74519.42	13.17

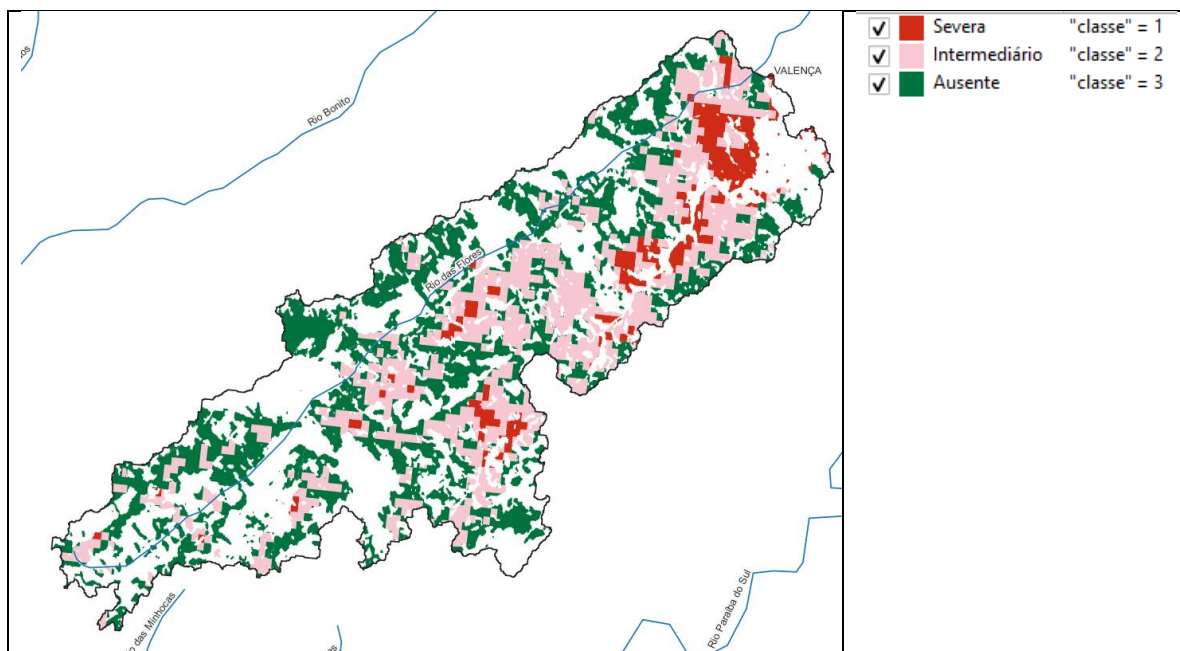
Sergipe



Sergipe			
---------	--	--	--

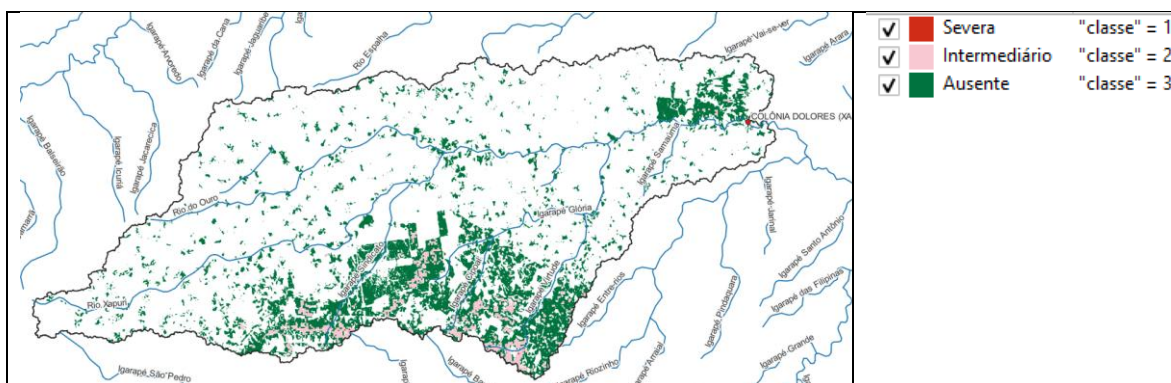
bacia m ²	321833149.40		
bacia hectares	32183.31		
Classe agrupada	m²	area hectares	% bacia
1	74816169.52	7481.62	23.247
2	113337382.4	11333.74	35.216
3	27493843.72	2749.38	8.543
Soma	215647395.63	21564.74	67.01

Rio de Janeiro



Rio de Janeiro			
bacia m ²	172878874.60		
bacia hectares	17287.89		
Classe agrupada	m²	area hectares	% bacia
1	9055432.354	905.54	5.238
2	37981982.67	3798.20	21.970
3	49145813.31	4914.58	28.428
Soma	96183228.33	9618.32	55.64

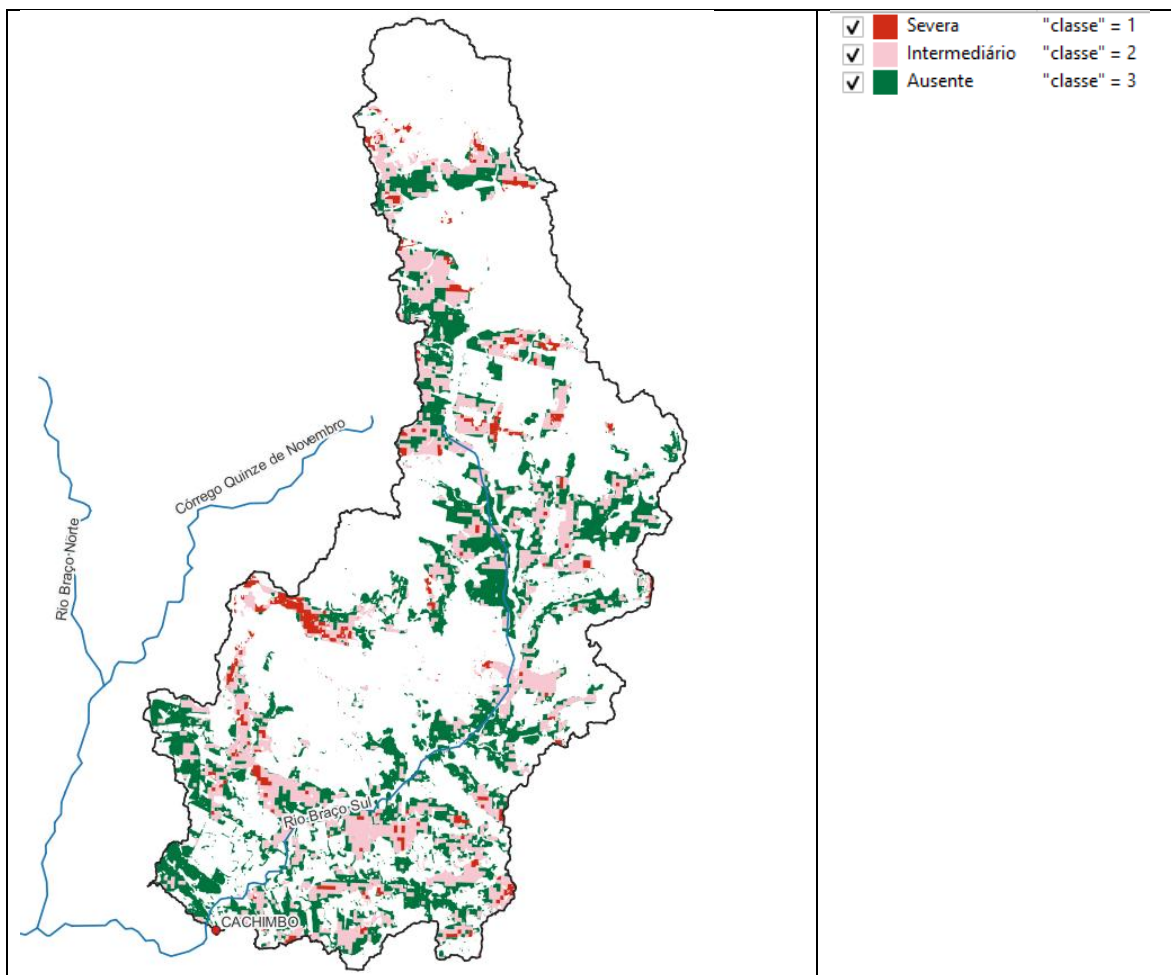
Acre



Acre			
bacia m ²	3457228619.00		
bacia hectares	345722.86		
Classe agrupada	m²	area hectares	% bacia
1	216107.436	21.61	0.006
2	70249822.62	7024.98	2.032
3	556862841	55686.28	16.107
Soma	627328771.08	62732.88	18.15

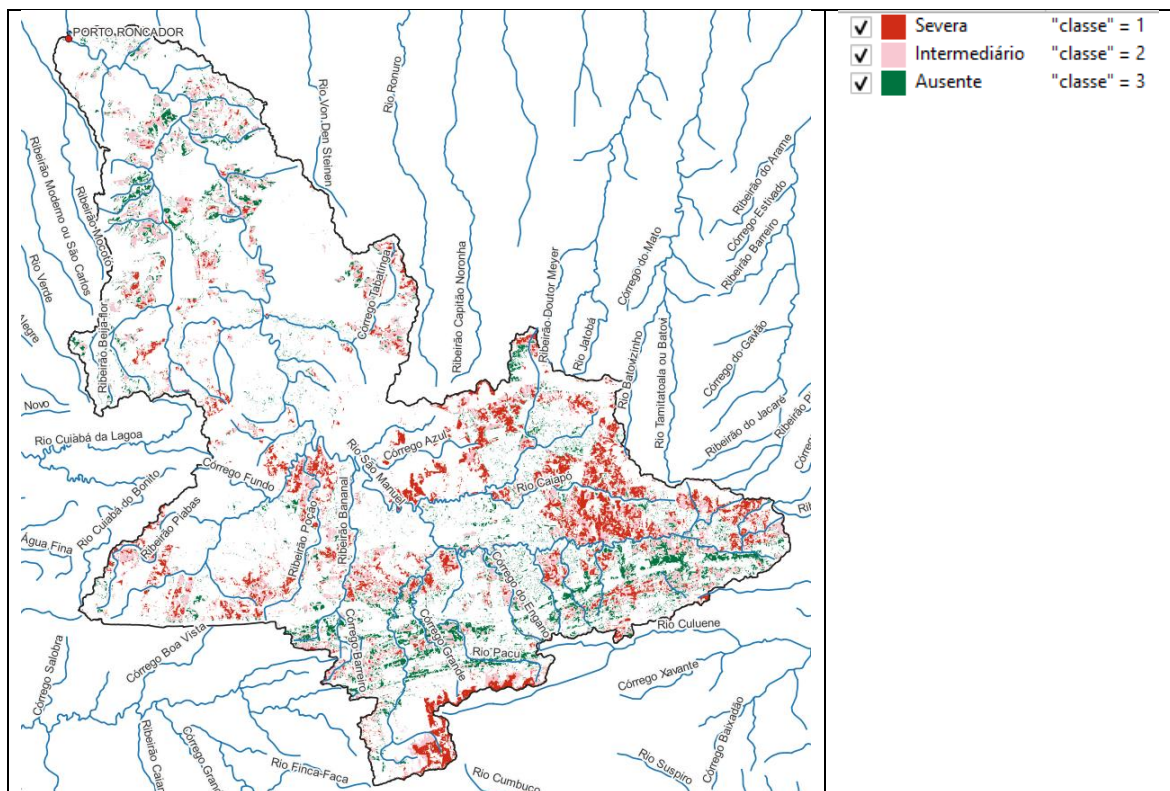


Mato Grosso – Pastagem 1



Mato Grosso	Microbacia 1		
bacia m²	1013960506.66		
bacia hectares	101396.05		
Classe agrupada	m²	area hectares	% bacia
1	22906485.09	2290.65	2.259
2	135284207.5	13528.42	13.342
3	181770099.8	18177.01	17.927
Soma	339960792.38	33996.08	33.53

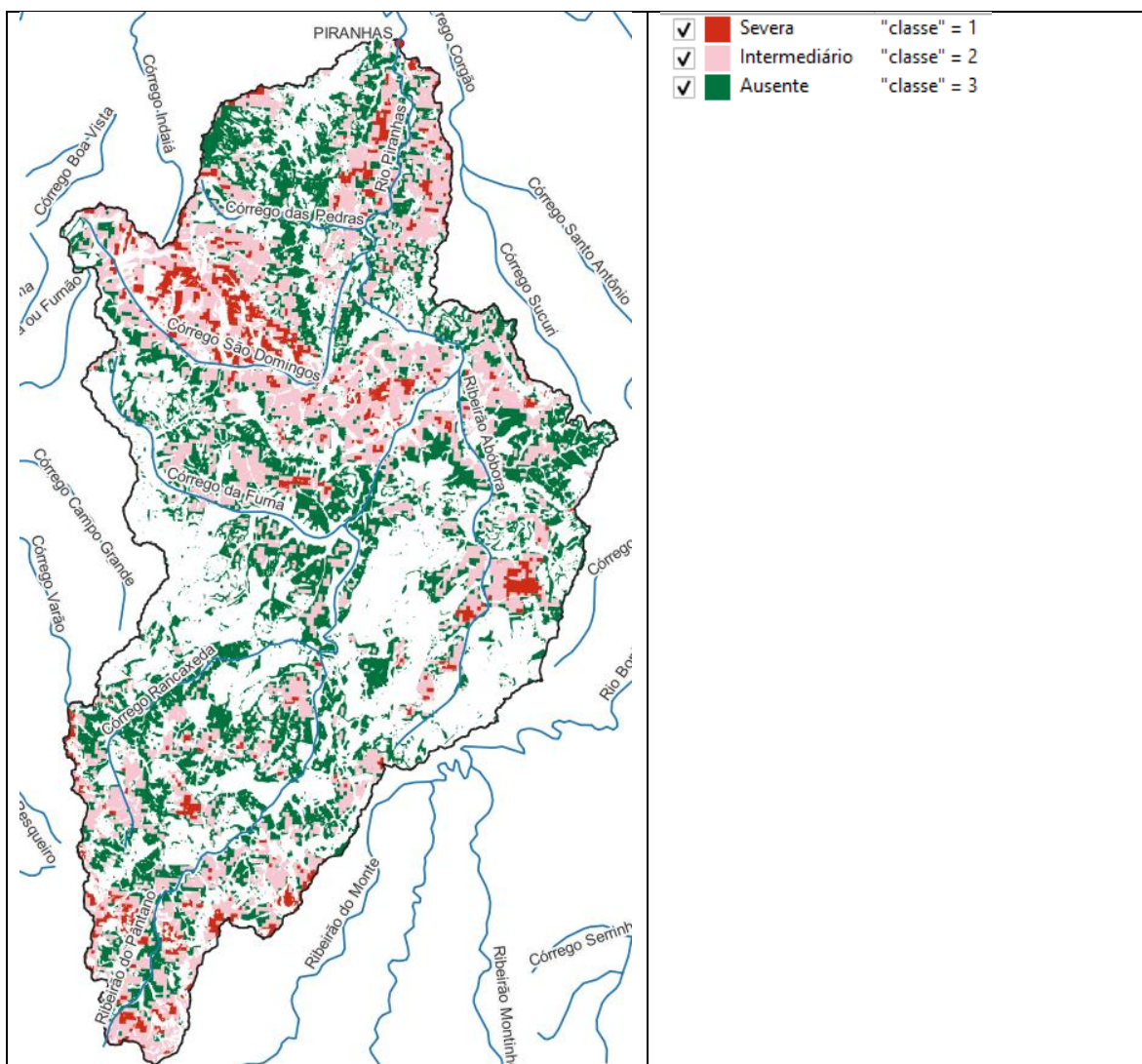
Mato Grosso – Pastagem 2



Mato Grosso	Microbacia 2		
bacia m ²	10786110971.43		
bacia hectares	1078611.10		
Classe agrupada	m²	area hectares	% bacia
1	711265918.4	71126.59	6.594
2	883422264	88342.23	8.190
3	606012073.9	60601.21	5.618
Soma	2200700256.34	220070.03	20.40

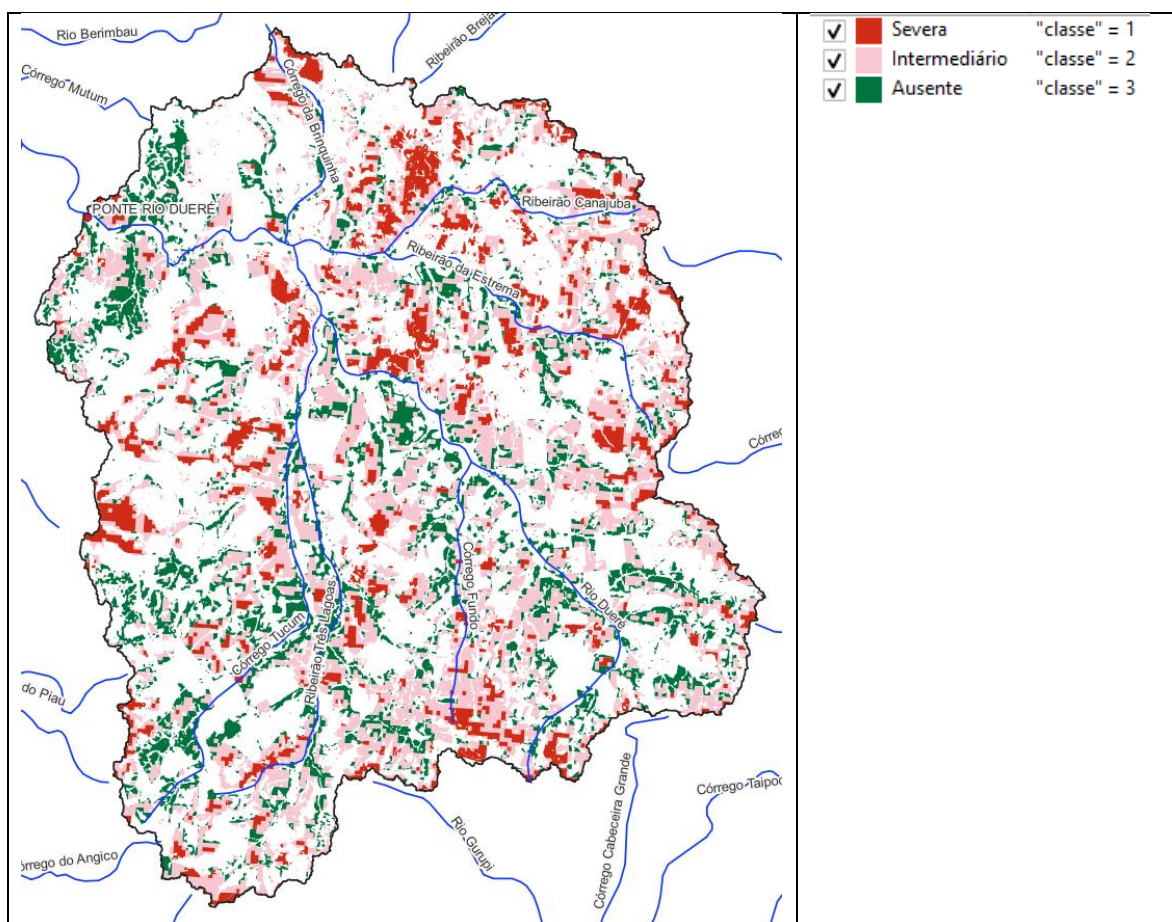
3	114732183.9	11473.22	3.909
Soma	2239137160.82	223913.72	76.30

Goiás



Goiás	Microbacia 1 Pastagem		
bacia m ²	1344902041.53		
bacia hectares	134490.20		
Classe agrupada	m²	area hectares	% bacia
1	67435264.42	6743.53	5.014
2	282746062	28274.61	21.024
3	335206189.3	33520.62	24.924
Soma	685387515.72	68538.75	50.96

Tocantins





Tocantins	Microbacia 1 Pastagem		
bacia m²	1419809480.24		
bacia hectares	141980.95		
Classe agrupada	m²	area hectares	% bacia
1	122807594.4	12280.76	8.650
2	310516575.3	31051.66	21.870
3	184170145.5	18417.01	12.971
Soma	617494315.25	61749.43	43.49

Resumo geral de todas microbacias elaboradas

Resumo das Microbacias por estado											
Amostra ajustada	Silvicultura	Cana	Soja	Arroz	Outras Lav. Temporárias	Café	Citrus	Outras Lav. Perenes	Pastagem	Soma	
Amostra N° inteiro	6	9	26	1	5	1	1	1	11	61	
1 Acre	-	-	-	-	-	-	-	-	1 - Pastagem - Lapig	1.00	
1 Alagoas	-	1 - Cana	-	-	-	-	-	-	-	1.00	
1 Amapa	-	-	-	-	-	-	-	-	1 - Pastagem - MapBiomias	1.00	
1 Amazonas	-	-	-	-	-	-	-	-	1 - Pastagem - Lapig	1.00	
3 Bahia	-	-	2 - Soja	-	1 - Outras Temporárias	-	-	-	-	3.00	
1 Ceará	-	-	-	-	-	-	-	1 - Outras Perenes	-	1.00	
1 Distrito Federal	-	-	1 - Soja	-	-	-	-	-	-	1.00	
1 Espírito Santo	1 - Silvicultura	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	
4 Goiás	-	1 - Cana	3 - Soja	-	-	-	-	-	1 - Pastagem - Lapig	5.00	
1 Maranhão	-	-	1 - Soja	-	-	-	-	-	-	1.00	
5 Mato Grosso	-	-	4 - Soja	-	1 - Outras Temporárias	-	-	-	2 - Pastagem - Lapig	7.00	
4 Mato Grosso do Sul	1 - Silvicultura	1 - Cana	2 - Soja + 1 - Soja	-	-	-	-	-	1 - Pastagem - Lapig	6.00	
4 Minas Gerais	1 - Silvicultura	1 - Cana	-	-	1 - Outras Temporárias	1 - Café	-	-	-	4.00	
1 Pará	-	-	1 - Soja	-	-	-	-	-	-	1.00	
1 Paraíba	-	1 - Cana	-	-	-	-	-	-	-	1.00	
4 Paraná	1 - Silvicultura	-	2 - Soja + 1 - Soja	-	1 - Outras Temporárias	-	-	-	-	5.00	
1 Pernambuco	-	1 - Cana	-	-	-	-	-	-	-	1.00	
1 Piauí	-	-	1 - Soja	-	-	-	-	-	-	1.00	
1 Rio de Janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	
1 Rio Grande do Norte	-	1 - Cana	-	-	-	-	-	-	1 - Pastagem - Lapig	1.00	
5 Rio Grande do Sul	-	-	3 - Soja	1 - Arroz	1 - Outras Temporárias	-	-	-	-	5.00	
1 Rondônia	-	-	1 - Soja	-	-	-	-	-	-	1.00	
1 Roraima	-	-	-	-	-	-	-	-	1 - Pastagem - Lapig	1.00	
3 Santa Catarina	1 - Silvicultura	-	1 - Soja	-	-	-	-	-	-	2.00	
5 São Paulo	1 - Silvicultura	2 - Cana	1 - Soja	-	-	-	1 - Citrus	-	-	5.00	
1 Sergipe	-	-	-	-	-	-	-	-	1 - Pastagem - Lapig	1.00	
1 Tocantins	-	-	1 - Soja	-	-	-	-	-	1 - Pastagem - Lapig	2.00	
Soma Prevista									Total Geral	61.00	
54											



63 microbacias com os respectivos 63 pontos de amostragem

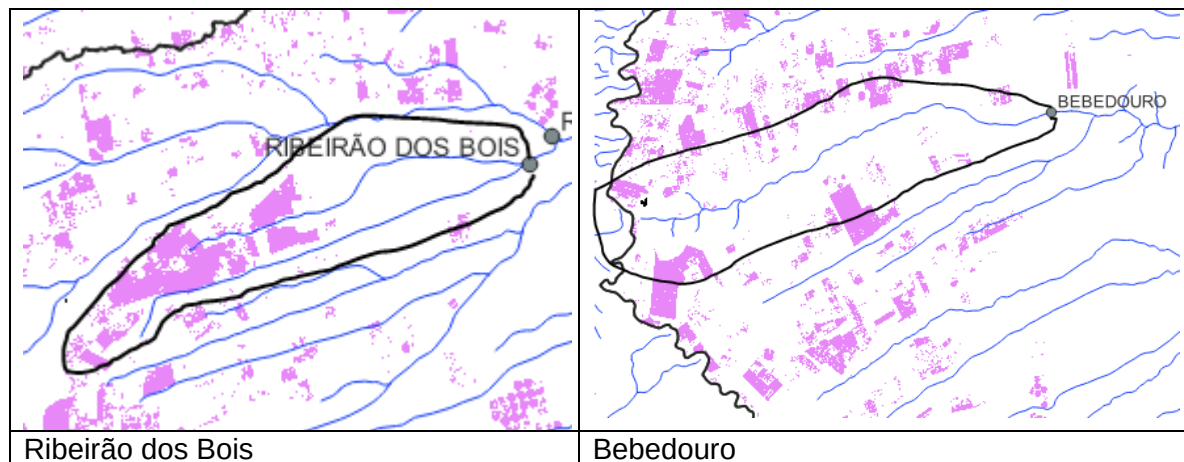


OBS: 3 microbasias sofreram pequena edição manual nas bordas para contemplar tributários que não foram incluídos no processo de elaboração de microbasias por meio do ArcSwat

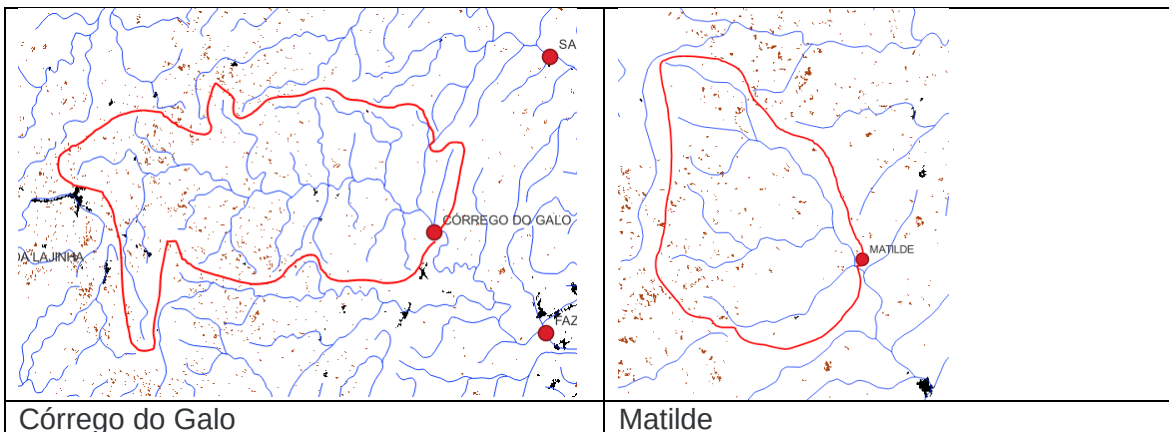
- microbasia_se_pastagem__albers_102033__borda_acrescida
- microbasia_rs_arroz__albers_102033__borda_acrescida
- microbasia_mt_soja3_versao2__albers_102033__borda_acrescida

Planilha Excel com os 63 pontos de amostragem

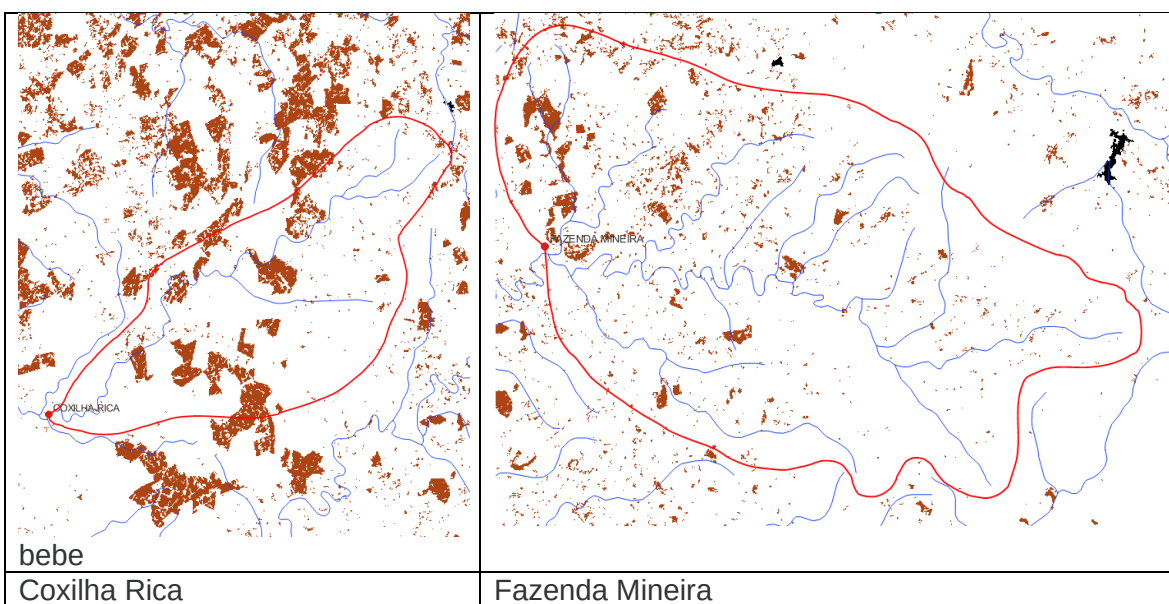
EST.	REGIÃO	BACIA	RIO	ESTADO	MUNICÍPIO	RESPONSÁVEL	OPERADORA	OPERADORA	ROTEIRO	TIPO/ETAPA	CODIGO	NOME	LATITUDE	LONGITUDE	ÁREA(HECTARE)	OPERANDO	
3603	373526	RIO PARANÁ	RIO IMBUTUYA	PR	FERNANDES PINHEIRO	ANA	AGUASPARANA	AGUASPARANA	1	Fluorimétrica	64441000	ETA - IRATI	-25.4642	-50.5321	226	Sim	
3432	373544	RIO PARANÁ	RIO CAPIVARI	PR	TIBAGI	ANA	AGUASPARANA	AGUASPARANA	1	Fluorimétrica	64460000	BOM JARDIM MONTANTE	-24.105	-50.4333	744	Sim	
10202	3735465	RIO PARANÁ	RIO TIAGUI	PR	PONTA GROSSA	ANA	AGUASPARANA	AGUASPARANA	1	Fluorimétrica	64432000	PONTA GROSSA MONTANTE	-25.385	-50.3833	449	Sim	
1176	6221888	RIO PARANÁ	RIO SÃO CAMILO	PR	PALOTINA	ANA	AGUASPARANA	AGUASPARANA	1	Fluorimétrica	64836000	BOSSUE SÃO CAMILO	-24.3031	-50.8394	73.83	Sim	
10481	3735401	RIO PARANÁ	RIO PARANÁ	PR	TOLEDO	ANA	AGUASPARANA	AGUASPARANA	1	Fluorimétrica	64863440	EST. 04	-24.75	-50.6320	10.3	Sim	
5004	4925700	RIO PARANÁ	RIBEIRÃO DAS ONÇAS	SP	LUIZ ANTONIO	ANA	CETEIB-SP	CETEIB-SP	1	Fluorimétrica	62762000	SP 251 (Povo. km 24 - Roteiro Paulista)	-23.1375	-47.6847	0	Sim	
10662	545071	RIO PARANÁ	RIBEIRÃO CAPIVARI	SP	RANCHARIA	ANA	CETEIB-SP	CETEIB-SP	1	Fluorimétrica	64346002	PARTE DISTRITO AGISSE	-23.5322	-50.3601	0	Sim	
304	2006403	RIO PARANÁ	RIO DA TUPEVA	SP	AGUA	ANA	CETEIB-SP	CETEIB-SP	1	Fluorimétrica	61895000	RIO TUPEVA (pós de madeira na festa)	-23.0483	-47.42	586	Sim	
3535	4933948	RIO PARANÁ	RIO GUARÉ	SP	ANATUBA	ANA	CETEIB-SP	CETEIB-SP	1	Fluorimétrica	64078000	RIBEIRÃO GUARÉ (Augusta)	-23.4444	-48.8244	532	Sim	
285	3732023	RIO AMAZONAS	RIO DO PEIXE	MT	PAULISTA	ANA	CPRM-SP	CPRM-SP	22	Fluorimétrica	61832000	PARTE ESTRADA PALMITAL/RUSSUI	-23.8964	-50.1961	1440	Sim	
870	4825563	RIO AMAZONAS	RIO XAPURÍ	AC	XAPURÍ	ANA	CPRM	CPRM	REPO	3	Fluorimétrica	5340000	COLINA COLORES (XAPURÍ)	-10.5606	-48.7047	3730	Sim
13142	3732016	RIO AMAZONAS	RIO PRETO DA EVA	AM	RIO PRETO DA EVA	ANA	CPRM	CPRM	REPO	10	Fluorimétrica	39630000	PORTO CALVO	-10.0493	-50.4067	342	Sim
14390	3732053	ATLÂNTICO-TRECHO NORTE-NORDESTE	RIO TARTARUGAL GRANDE	AP	TARTARUGALZINHO	ANA	CPRM-MA	CPRM-MA	1	Fluorimétrica	30075000	RIO PRETO DA EVA	-2.6933	-53.7046	976	Sim	
4953	2953430	RIO SÃO FRANCISCO	RIO GRANDE	BA	SÃO DE IDEBÉRIO	ANA	CPRM-LA	CPRM-LA	11	Fluorimétrica	46400000	CAIA REAL	-13.0014	-43.6208	270	Sim	
1534	3732099	RIO SÃO FRANCISCO	RIO DE JANEIRO	BA	BARREIRAS	ANA	CPRM-LA	CPRM-LA	12	Fluorimétrica	46570000	PARTE FERRIM - MONTANTE	-10.0365	-43.6601	270	Sim	
13888	2153431	RIO SÃO FRANCISCO	RIO DE ONÇAS	BA	BARREIRAS	ANA	CPRM-LA	CPRM-LA	12	Fluorimétrica	46530000	UMOEIRO	-12.2872	-45.5434	1900	Sim	
303	3732090	ATLÂNTICO-TRECHO NORTE-NORDESTE	RIO PECUÁRIO	CE	CANOCIM	ANA	CPRM	CPRM	REFO	1	Fluorimétrica	32050000	PECUÁRIO	-3.0028	-46.5725	1460	Sim
3953	3353803	RIO SÃO FRANCISCO	RIBEIRÃO EXTREMA	DF	BRASILIA	ANA	CPRM	CPRM	REFO	25	Fluorimétrica	42450000	RIBEIRÃO EXTREMA	-15.9299	-47.4411	651	Sim
6344	20182283	ATLÂNTICO-TRECHO LESTE	RIO ITALUAS	ES	PEDRO CANÁRIO	ANA	CPRM-BR	CPRM-BR	20	Fluorimétrica	35746000	PEDRO CANÁRIO (Estação Pico)	-18.2647	-40.0336	1670	Sim	
1703	3734465	RIO PARANÁ	RIBEIRÃO SANTA BARBARA	GO	GUARATUBA	ANA	CPRM	CPRM	REPO	1	Fluorimétrica	60070000	FAZENDA ALIANÇA	-18.7044	-50.0333	1560	Sim
3110	3734460	RIO PARANÁ	RIO PRETO	GO	GUARINÓPOLIS	ANA	CPRM	CPRM	2	Fluorimétrica	60870000	GUARINÓPOLIS	-18.4380	-50.5284	1630	Sim	
6332	3734103	RIO PARANÁ	RIO MONTE ALEGRE	GO	RIO VERDE	ANA	CPRM	CPRM	2	Fluorimétrica	60778000	FAZENDA MONTE ALEGRE	-17.3508	-50.7742	800	Sim	
1387	3734102	RIO PARANÁ	RIO VERDE DO VERDE	GO	MONTIVOL	ANA	CPRM	CPRM	2	Fluorimétrica	60740000	MONTIVOL	-17.2592	-50.6753	1020	Sim	
8022	5626343	RIO PARANÁ	RIO DOS BOIS	GO	SILVANIA	ANA	CPRM	CPRM	3	Fluorimétrica	60555000	FAZENDA RIO DOS BOIS	-16.8358	-48.6556	380	Sim	
3040	3732063	ATLÂNTICO-TRECHO NORTE-NORDESTE	RIO MEDONHO	MA	ALTO PARANÁ	ANA	CPRM	CPRM	RETE	3	Fluorimétrica	34030000	MEDONHO	-3.0063	-48.0058	2680	Sim
1112	3732064	RIO PARANÁ	RIO PERDIDO	MS	MONTE CARMELO	ANA	CPRM	CPRM	REPO	10	Fluorimétrica	60550000	FAZENDA CACHOEIRA	-18.7690	-47.4603	151	Sim
8705	3732141	RIO PARANÁ	RIO TIACU	MS	PRATA	ANA	CPRM	CPRM	REPO	3	Fluorimétrica	60635000	FAZENDA PARAIJO	-18.2369	-48.5667	1510	Sim
8784	3732144	RIO PARANÁ	RIO TUCUÍ	MS	TRACOGUARA	ANA	CPRM	CPRM	REPO	3	Fluorimétrica	60570000	FAZENDA CACHOEIRA	-18.6363	-48.7158	191	Sim
563	3731918	RIO SÃO FRANCISCO	RIBEIRÃO DO PIÇÓ	MS	IMBUTABA	ANA	CPRM	CPRM	5	Fluorimétrica	41655000	PARTE DO PIÇÓ	-16.6042	-44.2047	534	Sim	
10324	3732577	RIO PARANÁ	RIO VACAIBA	MS	RIO BRILHANTE	ANA	CPRM	CPRM	13	Fluorimétrica	64615000	AROEIRA	-21.6144	-54.4819	8470	Sim	
10443	3734174	RIO PARANÁ	RIO VERDE	MS	VERDE	ANA	CPRM	CPRM	12	Fluorimétrica	62050000	ALTO RIO VERDE	-23.3718	-53.1716	2440	Sim	
1937	3732530	RIO PARANÁ	RIO PERDIDO	MS	PORTO MURTINHO	ANA	CPRM	CPRM	14	Fluorimétrica	61760000	FAZENDA ESPERANÇA	-21.9637	-57.3772	2300	Sim	
3530	3734397	RIO PARANÁ	RIO PARDO	MS	RIBAS DO RIO PARDO	ANA	CPRM	CPRM	11	Fluorimétrica	63300001	RIBAS DO RIO PARDO	-20.4414	-53.1981	850	Sim	
1404	3732531	RIO PARANÁ	RIO AMAMBÁ	MS	AMAMBÁ	ANA	CPRM	CPRM	10	Fluorimétrica	64700000	PARTE RIO AMAMBÁ	-22.3426	-52.2471	1630	Sim	
10049	3732525	RIO PARANÁ	RIO DOURADOS	MS	DOURADOS	ANA	CPRM	CPRM	10	Fluorimétrica	64630000	DOURADOS	-22.5381	-54.7193	5700	Sim	
8963	3734343	RIO PARANÁ	RIO INDIA GRANDE	MS	PARANÁ	ANA	CPRM	CPRM	12	Fluorimétrica	63000000	INDIA GRANDE	-16.3953	-52.5853	134	Sim	
276	3732058	RIO AMAZONAS	RIO BRASÍLIA	MT	GUARANTÁ DO NORTE	ANA	CPRM	CPRM	23	Fluorimétrica	17350000	CACHIBO	-3.8172	-54.8859	1010	Sim	
1015	3732588	RIO PARANÁ	RIO SÃO LOURENÇO	MT	SÃO PEDRO DA CIPA	ANA	CPRM	CPRM	18	Fluorimétrica	66380000	SÃO PEDRO DA CIPA	-15.3881	-54.5217	2040	Sim	
157	3732029	RIO AMAZONAS	RIO JURUPUNA	MT	SAPREAL	ANA	CPRM	CPRM	21	Fluorimétrica	17090000	FAZENDA TUCURUPE	-13.4668	-53.0078	4560	Sim	
174	2308436	RIO AMAZONAS	RIO SACRE	MT	CAMPO NOVO DO PARACATINS	ANA	CPRM	CPRM	22	Fluorimétrica	17092800	ALDEIA JACIÉ	-15.0264	-58.9853	6770	Sim	
2760	3732074	RIO TOCANTINS	RIO DAS MORRIS	MT	BAHIA DO GARÇAS	ANA	CPRM	CPRM	19	Fluorimétrica	26050000	TOPOLUJE	-15.2432	-53.0558	1700	Sim	
246	3732033	RIO AMAZONAS	RIO TELEFONE (OU SÃO MANUEL)	MT	SERRA	ANA	CPRM	CPRM	22	Fluorimétrica	17200000	PORTO BONACADOR	-13.1575	-53.5347	9000	Sim	
2319	3732035	ATLÂNTICO-TRECHO NORTE-NORDESTE	RIO URAHIM	PA	PARAGOMINAS	ANA	CPRM	CPRM	38	Fluorimétrica	32550000	CAFEZAL	-2.7117	-48.8028	4630	Sim	
3685	3731948	ATLÂNTICO-TRECHO NORTE-NORDESTE	RIO MAMANGUAPE	PB	MAMANGUAPE	ANA	CPRM	CPRM	3	Fluorimétrica	38710000	PARTE DO LITÃO	-6.8919	-50.3621	2950	Sim	
4253	3731943	ATLÂNTICO-TRECHO NORTE-NORDESTE	RIO PRAPAMA	PE	CAROL DE SANTO AGOSTINHO	ANA	CPRM	CPRM	10	Fluorimétrica	31950000	DETALHADA NE-PORT	-9.2662	-50.8617	231	Sim	
2042	4441402	ATLÂNTICO-TRECHO NORTE-NORDESTE	RIO URUGUAI PRETO	PI	BAIXA GRANDE DO RIBEIRÃO	ANA	CPRM	CPRM	RETE	3	Fluorimétrica	34080000	FORMOSA DO URUGUAI PRETO	-6.6722	-44.8953	4820	Sim
4572	3732081	ATLÂNTICO-TRECHO LESTE	RIO TURVO	RJ	BAIRRA MARIA	ANA	CPRM	CPRM	SP	4	Fluorimétrica	60870000	GUERUÉ	-22.4718	-44.2254	401	Sim
14039	5414514	ATLÂNTICO-TRECHO NORTE-NORDESTE	RIO GUAIJÁ	RN	BAIXA FOROZOLA	ANA	CPRM	CPRM	BE	4	Fluorimétrica	39630000	FAZENDA ALMAS	-6.5096	-53.9044	50	Sim
13356	4091672	RIO AMAZONAS	RIO CANDEIAS	RN	BURITIS	ANA	CPRM	CPRM	REFO	1	Fluorimétrica	14305000	BURITIS	-16.2006	-53.7508	1630	Sim
13344	3732050	RIO AMAZONAS	RIO CARUÍ DO BRANCO	RN	CARUÍ	ANA	CPRM	CPRM	REPO	37	Fluorimétrica	17040000	CARUÍ	-13.5425	-49.153	5600	Sim
8	3732054	RIO AMAZONAS	RIO JALAPÉ	RN	ROKINÓPOLIS	ANA	CPRM	CPRM	MA	2	Fluorimétrica	18450000	FAZENDA SÃO JOSÉ	-0.5170	-50.4641	5680	Sim
10084	4441403	ATLÂNTICO-TRECHO SUDESTE	ARROIO CHUI	RS	CHUI	ANA	CPRM	CPRM	PA	2	Fluorimétrica	88020000	ARROIO CHUI	-33.6897	-53.4392	390	Sim
10555	3732636	RIO URUGUAI	RIO CAMARGUA	RS	SANTAGO	ANA	CPRM	CPRM	PA	5	Fluorimétrica	78600000	PASSO DAS TURMAS	-29.8312	-54.493	370	Sim
14882	3732644	ATLÂNTICO-TRECHO SUDESTE	RIO SÃO SEPE	RS	SÃO SEPE	ANA	CPRM	CPRM	PA	3	Fluorimétrica	85100000	PASSO DOS FREIRES	-30.4396	-53.7138	64	Sim
10570	3732630	RIO URUGUAI	RIO PRATINIM	RS	SÃO MIGUEL DAS MISSÕES	ANA	CPRM	CPRM	PA	6	Fluorimétrica	78400000	PASSO DAS DIAS	-28.6569	-54.4559	392	Sim
11780	3732620	RIO URUGUAI	RIO ITU	RS	MANOEL VIANA	ANA	CPRM	CPRM	PA	4	Fluorimétrica	78650000	PASSO DA CACHOEIRA	-29.5095	-53.7862	2960	Sim
10552	3732620	RIO URUGUAI	RIO CHAPEZINHO	SC	PASSOS MAIA	ANA	CPRM	CPRM	PA	10	Fluorimétrica	72630000	CORONEL PASSOS MAIA	-26.7733	-52.0253	740	Sim
3864	2405440	RIO PARANÁ	RIO PACHEÇA	SC	CANÓIAS	ANA	AGUASPARANA	AGUASPARANA	3	Fluorimétrica	62400000	PARTE BR-380	-26.2432	-50.495	327	Sim	
1157	3732274	ATLÂNTICO-TRECHO LESTE	RIO PAULITINGA	SE	ESTÂNCIA	ANA	CPRM	CPRM	LA	3	Fluorimétrica	50250000	ESTÂNCIA	-12.644	-51.4425	340	Sim
2801	3732071	RIO TOCANTINS	RIO GEMUNAP	TO	ARAPOEMA	ANA	CPRM	CPRM	GO	6	Fluorimétrica	27550000	ARAPOEMA	-7.6166	-48.0453	1850	Sim
2781	3936163	RIO TOCANTINS	RIO PIRAPARAS	TO	DOS IRMÃOS DO TOCANTINS	ANA	CPRM	CPRM	GO	17	Fluorimétrica	27300000	PARTE RIO PIRAPARAS	-18.1839	-43.3775	8660	Sim



Espírito Santo – Reposição de Silvicultura - Pedro Canário



Santa Catarina – Reposição de Silvicultura – Passos Maia



Rio de Janeiro – Reposição de Pastagem – Barra Mansa

