

Capacitação de Multiplicadores – Ferramentas para
Gestão Sustentável de RSU | Belém – Maio 2022

Ferramenta de Rotas e CUSTOS

Alaim de Paula
11/Mai/2022



ProteGEer
COOPERAÇÃO PARA A PROTEÇÃO DO CLIMA
NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Objetivos Estratégicos

1. A Alavancagem da Gestão de Resíduos pressupõe um **PLANO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS**, com Objetivos, Metas e uma **METODOLOGIA /ROTEIRO** para sua implementação
2. O uso da **FERRAMENTA DE ROTAS** Viabiliza uma **ANÁLISE PRELIMINAR** que Permite Antecipar Informações Relevantes para:
 - i. Sustentar Simulações no Processo de Elaboração dos PGIRS ou PIGIRS(Regionalização)
 - ii. Permitir uma Maior Assertividade e Efetividade do EVTEA necessário à Implementação do PGIRS ou PIGIRS(Regionalização)

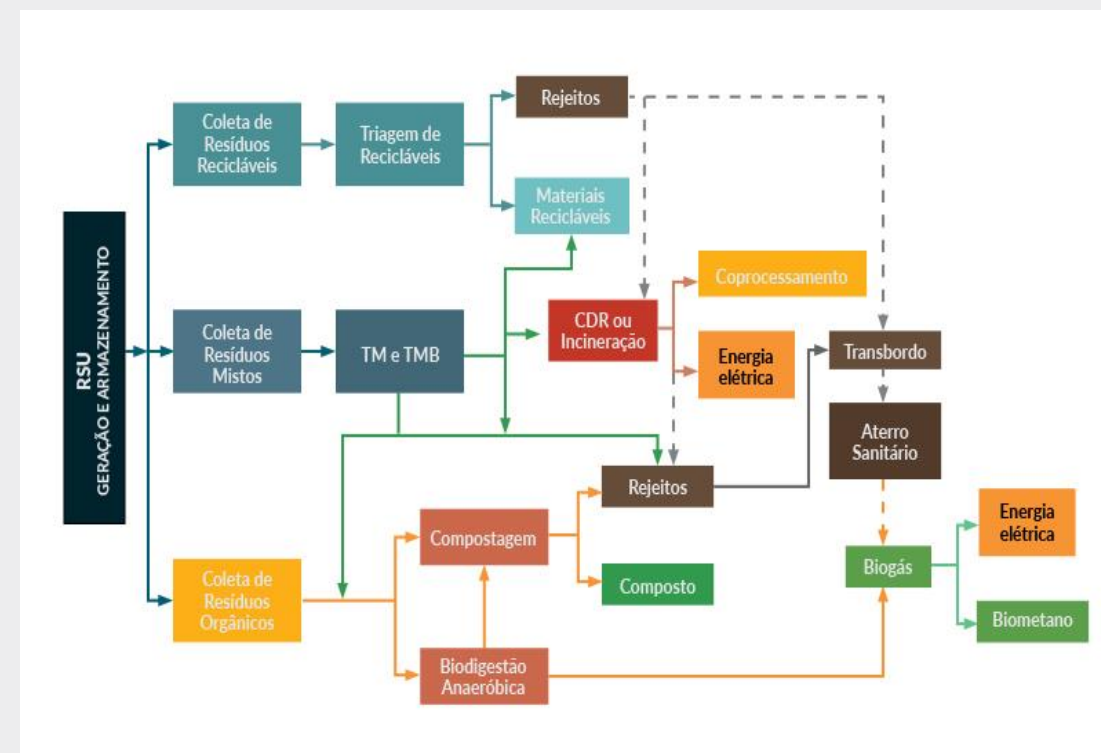


A Ferramenta Rotas e Custos

A Ferramenta Rotas e Custos faz parte de um “pacote” de ferramentas de apoio à gestão de resíduos sólidos urbanos do Projeto ProteGEEr

Baseada no conceito de ***Rotas Tecnológicas*** que envolve um **encadeamento de diferentes tecnologias que se complementam com UM PROPÓSITO DEFINIDO** para Tratamento e Valorização de Resíduos

Ela teve a contribuição de vários Consultores Brasileiros e Internacionais e vem sendo aprimorada com a Aplicação em Casos Práticos desde 2020



A Ferramenta Rotas e Custos

- Foi desenvolvida no âmbito do **Projeto ProteGEEr**
- Está concebida em Planilha Microsoft Excel
 - **Primeira Parte**: Definição da Rota Tecnológica(Tecnologias) que Resulta no **Balanço de Massa**
 - **Segunda Parte**: A partir de Dados Básicos Inseridos/Validados pelo usuário, a ferramenta gera as **Estimativas dos Custos Associados**, além de um Cálculo da Tarifa Correspondente à sua Implementação
 - É composta por 21 abas, mas a **Entrada de Dados se dá em somente 4 delas**
 - **Principais Saídas ou Produtos** que a Ferramenta de Rotas e Custos entrega:
 - **Fluxo de Massa da Rota Tecnológica** Dimensionada/Avaliada
 - **Capacidades Operacionais** totais das Tecnologias Utilizadas
 - **Quantitativos dos Subprodutos** por Rota Tecnológica
 - Análise de Custos Associados: **Capex, Opex e Rentabilidade dos Investimentos Associados**
 - Análise de Simulação da Estimativa de uma **Tarifa de Implementação** da Rota Tecnológica Simulada
 - Consolidação dos dados de saída da rota tecnológica simulada para entrada na **Ferramenta de GEE**
- A Ferramenta e Manual estão disponíveis p/ **Download em www.protegeer.gov.br**



A Vamos à apresentação da Ferramenta...

Primeiro sobre a Descrição das suas Funcionalidades...

→ *Ferramenta em Excel com Perfil de Usuário e Administrador: Governança da Ferramenta*

Ferramenta em Excel com Perfil de Usuário e Administrador: **Governança da Ferramenta**

Definição da Rota Tecnológica e do **Balanço de Massa** (*cf visto na Sessão anterior com o Geraldo*)

1. Interface com o Usuário: **PAINEL DE CONTROLE** (Entrada e Saída das Principais Informações dos Custos Associados)
2. Dimensionamento de **Custos de Investimento** e **Operacionais** (Democratizar o Know How Técnico)
3. Cálculo **Indicadores Rentabilidade do Projeto** da Rota Tecnológica (Democratizar o Know How Financeiro)
 - Simulações de Sensibilidade: **Tarifas** e **Prazo de Contrato** vs **Rentabilidade** Projeto
4. Simulações/Definição **Distribuição Tarifa Básica** Manejo Resíduos

... trata-se de uma Ferramenta p/ Contribuir para **Melhoria da Gestão Pública dos Resíduos**



ProteGEEr






A Vamos à apresentação da Ferramenta...

Desenvolvida em Excel e integrada à Ferramenta de Rotas (Balanço de Massa) ...

... e é composta por 13 abas...

Descrição das Abas

→ Aba de INTERFACE : [Balanço de Massa](#) da Definição da Rota Tecnológica

- 1 Aba [Painel de Controle](#): É a [Principal Interface com Usuário](#) e contém um Resumo Gerencial 
Dados da Rota Tecnológica(Balanço de Massa e Custos Associados: Capex/Opex),
Definição/Validação Indexadores de Custo(Capex/Opex), Entrada Dados Gerenciais(Custos
Coleta/Transporte e Preços Venda Produtos), Condições Específicas Contrato e Simulações
[Estimativa Tarifa](#) + **(80%)**
- 8 Abas p/ [Estimativas Tecnologias](#): Triagem Man, Triagem Mec, Produção CDR Tratamento 
Mecânico, Produção CDR Tratamento Mecânico Biológico, Biodigestão, Compostagem,
Incineração e Aterro Sanitário
- 1 Aba de [Premissas Financeiras](#): Fluxo de Caixa e Estrutura de Capital e Financiamento **(05%)** 
- 2 Abas de [Gráficos de Análise de Sensibilidade dos Valores Tarifários](#) *(eventualmente)* 
- 1 Aba de [Distribuição do Valor da Tarifa Básica](#) de Manejo dos Resíduos **(15%)** 



Mas Quando e Como Aplicar a Ferramenta ROTAS e CUSTOS?



... uma Verdade Inconveniente vs

... UM PROPÓSITO & DESAFIO

→ A Rota Tecnológica c/ **Menor Custo de Implantação e Operação** é um **ATERRO SANITÁRIO** e

→ Implementar Rotas Tecnológicas de Valorização de Resíduos que permitam um **Maior Desvio de Aterro**, implicam em Custos Maiores de Investimento e Operação

... então **como equacionar esse problema** em busca de uma melhor solução?

Explorar as 5 Alavancas de **Eficiência de Valorização** de Resíduos:

1. **Regionalização** | O todo aqui é maior do que a soma das partes com Sub-Arranjos Inteligentes de Municípios
2. Conceitos de **Rotas Tecnológicas que Aumentem o Desvio Resíduos p/ Aterro**
3. Melhor **Distribuição nos Canais de Valorização**: Mercado, Autoconsumo, Utilidade Pública
4. Implementar um **Regime Cobrança c/ Tarifa p/ Concessionária**: Sustentabilidade Econômica c/ Baixo Risco
5. Contratos de Longo Prazo em **Regime de Concessão**: Segurança Jurídica

... mas como avaliar de forma objetiva o USO **EFICIENTE** dessas Alavancas?

... Então como decidir a partir da **Eficiência de Valorização** das Rotas Tecnológicas?



Extrair as **RECOMENDAÇÕES** que Garantam o Melhor Compromisso:



ProteGEEr

1. **Menor Tarifa** de Implementação
2. **Melhor Eficiência** de Valorização que assegure a **Maior Aderência Viável** às Metas do PIGIRS do Consórcio

... Assim, para **... A FERRAMENTA DE ROTAS E CUSTOS está aqui!!!**
APLICAÇÃO DA FERRAMENTA necessita-se inserí-la dentro de uma ANÁLISE PRELIMINAR que deverá ser feita antes de estudo EVTEA, com no mínimo 4 Passos:

- 01 Identificar os Problemas, Mapear as Expectativas e Definir as Metas para a Gestão de Resíduos
- 02 Levantamento de Dados/Informações para Entendimento de Sinergias e Potencial do Mercado
- 03 Definir e Avaliar entre uma Abordagem Centralizada ou Descentralizada: Arranjos Municípios dentro do Consórcio
- 04 Simular:
 - A Rota Tecnológica Centralizada ÚNICA ou
 - As Rotas Tecnológicas Descentralizadas para Cada Arranjo de Municípios

➤ Analisar, Extrair e Validar as RECOMENDAÇÕES para um Estudo Detalhado EVTEA para o Estudo de Caso



ProteGEEr

... Assim, para APLICAÇÃO DA FERRAMENTA necessita-se inserí-la dentro de uma ANÁLISE PRELIMINAR que deverá ser feita antes de estudo EVTEA, com no mínimo 4 Passos:

- 01 Identificar os Problemas, Mapear as Expectativas e Definir as Metas para a Gestão de Resíduos
- 02 Levantamento de Dados/Informações para Entendimento de Sinergias e Potencial do Mercado
- 03 Definir e Avaliar entre uma Abordagem Centralizada ou Descentralizada: Arranjos Municípios dentro do Consórcio
- 04 Simular:
 - A Rota Tecnológica Centralizada ÚNICA ou
 - As Rotas Tecnológicas Descentralizadas para Cada Arranjo de Municípios

PROPOSTA DE ABORDAGEM: Treinamento Aplicação FERRAMENTA DE ROTAS TECNOLÓGICAS

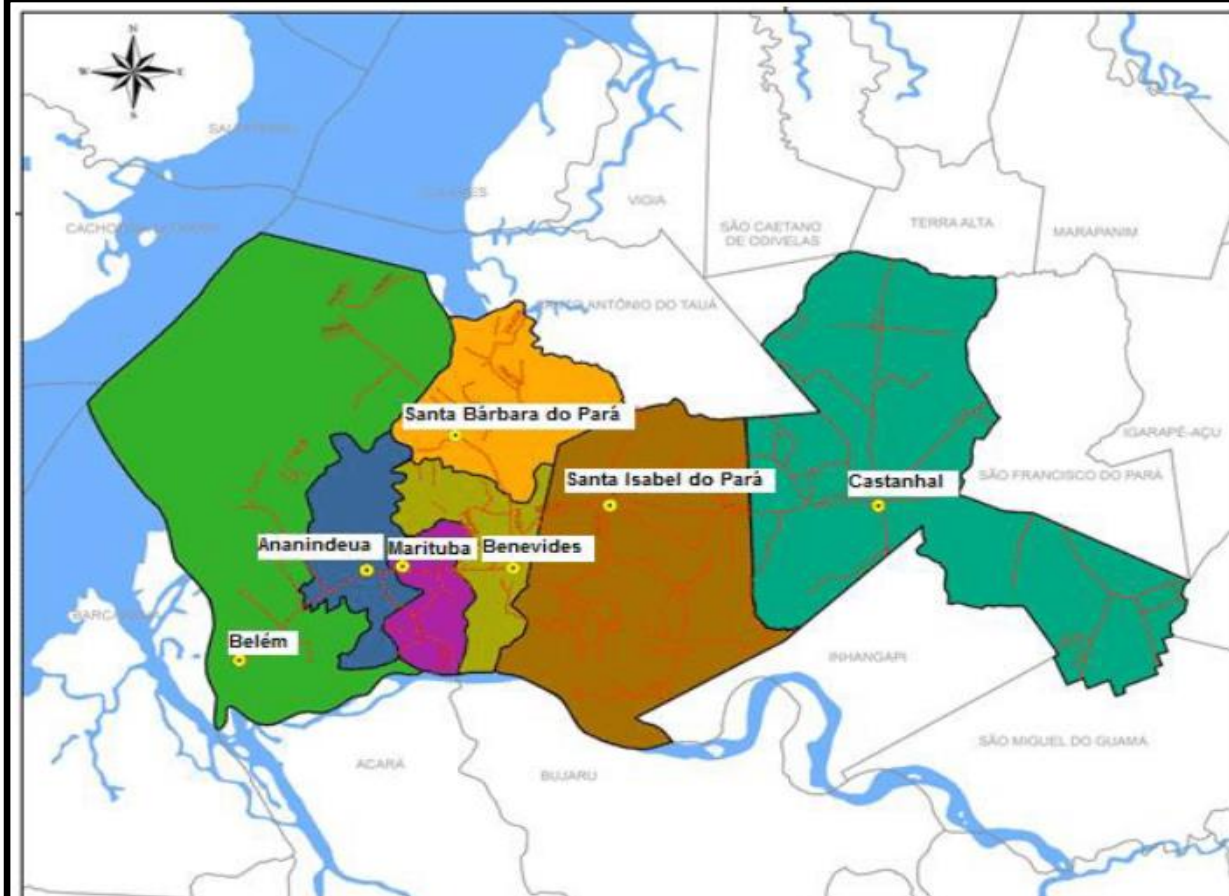
- CENÁRIO 1**: Avaliar o dimensionamento de Rotas Tecnológicas para o contexto do **Quantitativo de ANANINDEUA DE FORMA INDEPENDENTE**
 - Serão dimensionadas 3 Rotas Tecnológicas buscando-se explorar extremos que permitam avaliar os Potenciais de Valorização Locais Identificados previamente
 - Variantes: (1)Avaliar o efeito de se *utilizar os aterros mais próximos: Custo Transporte e Disposição Atuais* e (2)Dimensionar o impactos de custos de se *implementar um Novo Aterro Sanitário* cf localidades potenciais já identificadas
- CENÁRIO 2**: Avaliar o dimensionamento das mesmas RT's do Cenário 1, mas tomando-se em conta o **Quantitativo da REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM** e Custos Adicionais de Movimentação de Resíduos e Rejeitos
- Como legado do treinamento, **novas simulações poderão ser feitas** a partir desses 2 cenários, bem como também se **avaliar a sensibilidade que cada cenário possui às principais Variáveis Estruturantes e Indexadoras de Custos e Cenários de Mercado**
- As Análises dos variados Cenários **fornecerão Dados e Informações** para um **FUTURO EVTEA**

CENÁRIO REFERENCIAL 1 | Gestão RSU Ananindeua

- **Objetivos & Metas:** PEGRS(2014), PMGRS(2015) e PLANARES em 2022. **Quais as Metas Principais?**
- **Quantitativo:** População de 540.410 hab(IBGE | Base: 2021) | Geração per Capita de 0,9 Kg RSU por hab → 487 t/d(Base 365 dias) : **570 t/d(Base 313 dias)**.
- **Coleta Seletiva:** A coleta seletiva é implementada por Cooperativas de catadores que coletam e reciclam em torno de 2,5% da Geração de RSU
- **Disposição Final:** Majoritariamente no aterro privado de Marituba(Privado: Guamá Tratamento) com **data de encerramento definida judicialmente para Ago/2023**.
- O aterro controlado de Aurá está habilitado para o recebimento de RCC. Existem 2 outras localidades identificadas como potenciais para instalação de um novo aterro sanitário: **Bujaru e Acará, cerca 25 e 50Km respectivamente do Aterro de Marituba**
- **Despesas c/ Gestão RSU:** Base 2021 | Coleta + Transporte: 13,450 Milh R\$ e Disposição: 9,078 Milh R\$ ou cerca de 125 R\$/t RSU (Base: 177.755 t/a)

ESCALA: Cenário Qt RM Belém gera 3,3 x Qt Ananindeua

CENÁRIO REFERENCIAL 2 | Gestão RSU RM Belém



- Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides, Santa Izabel do Pará e Santa Barbara do Pará. **Castanhal já aderiu ao consórcio CONCISSS**
- **Quantitativo**: Pop. de 2.342.089 hab (IBGE | Base: 2021) | Geração per Capita: 0,9 Kg RSU p/ hab → 2.108 t/d (Base 365 dias) : **2.459 t/d (Base 313 dias)**

CENÁRIO REFERENCIAL 1 | Gestão RSU Ananindeua

CENÁRIO 1 | Somente RSU de Ananindeua

Quantitativo: 570 t/d na base 313 dias.

Avaliar 3 Rotas Tecnológicas:

1. Triag Mec + Biodigestão + CDR + Comp. Org. + **Aterro Novo** em Bujaru ou Acará
2. Triag Mec + Biodigestão + CDR + Comp. Org. + **Aterro Atual** em Marituba ou Aurá
3. Triag. Mec + Incineração + **Aterro Atual**: Marituba ou Aurá

CENÁRIO REFERENCIAL 2 | Gestão RSU RM Belém

CENÁRIO 2 | Tratamento & Destinação RSU da RM de Belém

Quantitativo: 2.459 t/d na base 313 dias.

Avaliar 3 Rotas Tecnológicas:

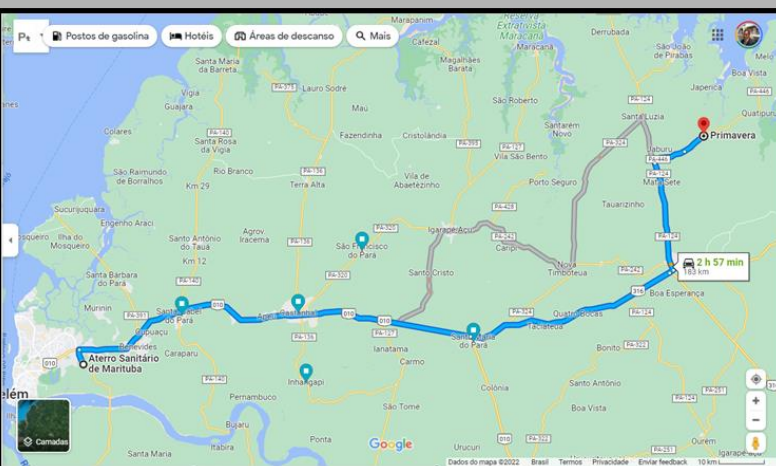
1. Triag Mec + Biodigestão + CDR + Comp. Org. + **Aterro Novo** em Bujaru ou Acará
2. Triag Mec + Biodigestão + CDR + Comp. Org. + **Aterro Atual** em Marituba ou Aurá
3. Triag. Mec + Incineração + **Aterro Atual** em Marituba ou Aurá

Diferentes POTENCIAIS DE VALORIZAÇÃO DO RSU

2) Preços Venda CDR → Consumo Combustível Alternativo por uma Cimenteira na Região de Primavera: 185 Km | Há consumo de Carvão de Açaí Beneficiado em Igarapé Mirim: 300 Km.

Preço FOB Estimado CDR: 100~120 R\$/t CDR

<https://youtu.be/aeftvIACHA8>



3A) Preços Venda ENERGIA ELÉTRICA Preço Leilões ANEEL(Set/2021) p/ Produção a partir do RSU:

(INCINERAÇÃO) → 549 R\$/MWh

(BIODIGESTÃO) → 300 R\$/MWh

4) Preços Venda ENERGIA ELÉTRICA (BIODIGESTÃO) → Oportunidade Compra/Venda Energia Elétrica pelas Prefeituras para atender às Demandas de Energia de Prédios Públicos e Iluminação: Potencial de Consumo a ser avaliado: **Preço Compra Prefeituras > Preço Venda dos Produtores p/ Distribuidoras de E. Elétrica**

1) Preços Venda MATERIAIS RECICLÁVEIS → **CEMPRE Base 2020 Ajustado** p/ Região Norte



5) Outras Alternativas a se Analisar:

→ Mercado Certificados de Reciclagem

→ Mercado Gás Natural: 2,5 R\$/Nm3

→ Descarbonização Frota Resíduos ou Frota de Carros Públicos

→ Mercado Venda Compostos Orgânicos

... Assim, para **... A FERRAMENTA DE ROTAS E CUSTOS está aqui!!!**
APLICAÇÃO DA FERRAMENTA necessita-se inserí-la dentro de uma ANÁLISE PRELIMINAR que deverá ser feita antes de estudo EVTEA, com no mínimo 4 Passos:






- 01 Identificar os Problemas, Mapear as Expectativas e Definir as Metas para a Gestão de Resíduos
- 02 Levantamento de Dados/Informações para Entendimento de Sinergias e Potencial do Mercado
- 03 Definir e Avaliar entre uma Abordagem Centralizada ou Descentralizada: Arranjos Municípios dentro do Consórcio
- 04 Simular:
 - A Rota Tecnológica Centralizada ÚNICA ou
 - As Rotas Tecnológicas Descentralizadas para Cada Arranjo de Municípios



ProteGEer






➤ Vamos analisar "UM ESTUDO DE CASO" para o Contexto de Ananindeua com o dimensionamento dos custos associados à RT: BIODIGESTÃO com TRIAGEM MECANIZADA de RECICLÁVEIS sobre 85% Qts de MISTOS, PRODUÇÃO CDR, ENERGIA ELÉTRICA e COMPOSTO ORGÂNICO em um cenário de ATERRO SANITÁRIO EXISTENTE

Como Usar a Ferramenta Rotas e Custos

- I. Analisar os **Objetivos da Gestão de Resíduos** para Definição de uma Rota Tecnológica
- II. Definir Premissas/Escolhas e **Construir a Rota Tecnológica** | Validação **Balanço de Massa** 
- III. Revisar e Ajustar os Parâmetros e **Indexadores Unitários** de Custos e Preços(Receitas)
 - **Custos de Investimento e Operacionais** 
 - Receitas Ordinárias e Receitas Acessórias (Avaliação Mercadológica)
- IV. Definir as Premissas de Implementação de um Contrato de Concessão
 -  **Estruturais do Contrato**: Escopo(Quais serviços?), Prazo, Compartilhamento Receitas Acessórias, Incluir ou não os Serviços de Coleta, etc
 -  **Financeiras**: Target Investidor Privado: Estrutura de Capital & CMPC (Wacc)
 -  **Distribuição Tarifas**: Estimativa Distribuição da Tarifa usando-se uma Proxy do Sistema de Cobrança do Consumo de Água: População atendida, Nr Economias, Regras de Subvenção, % Inadimplência, Tarifa Serviço Tratamento, Destinação e Disposição RDO, etc









Como Usar a Ferramenta Rotas e Custos

- I. Analisar os **Objetivos da Gestão de Resíduos** para Definição de uma Rota Tecnológica
- II. Definir Premissas/Escolhas e **Construir a Rota Tecnológica** | Validação **Balanco de Massa** 
- III. Revisar e Ajustar os Parâmetros e **Indexadores Unitários** de Custos e Preços(Receitas)
 - **Custos de Investimento e Operacionais** 
 - Receitas Ordinárias e Receitas Acessórias (Avaliação Mercadológica)
- IV. Definir as Premissas de Implementação de um Contrato de Concessão
 -  **Estruturais do Contrato**: Escopo(Quais serviços?), Prazo, Compartilhamento Receitas Acessórias, Incluir ou não os Serviços de Coleta, etc
 -  **Financeiras**: Target Investidor Privado: Estrutura de Capital & CMPC (Wacc)
 -  **Distribuição Tarifas**: Estimativa Distribuição da Tarifa usando-se uma Proxy do Sistema de Cobrança do Consumo de Água: População atendida, Nr Economias, Regras de Subvenção, % Inadimplência, Tarifa Serviço Tratamento, Destinação e Disposição RDO, etc
- V. Avaliação dos Dados **Consolidados da Rota Tecnológica** para Incorporação na Análise Preliminar
 - Balanço Massa, Capex & Opex, Dados Econômicos Financeiros e do Contrato, Valores da Tarifa 



Como Usar a Ferramenta Rotas e Custos

- I. Analisar os **Objetivos da Gestão de Resíduos** para Definição de uma Rota Tecnológica
- II. Definir Premissas/Escolhas e **Construir a Rota Tecnológica** | Validação **Balanco de Massa** 
- III. Revisar e Ajustar os Parâmetros e **Indexadores Unitários** de Custos e Preços(Receitas)
 - **Custos de Investimento e Operacionais** 
 - Receitas Ordinárias e Receitas Acessórias (Avaliação Mercadológica)
- IV. Definir as Premissas de Implementação de um Contrato de Concessão
 -  **Estruturais do Contrato**: Escopo(Quais serviços?), Prazo, Compartilhamento Receitas Acessórias, Incluir ou não os Serviços de Coleta, etc
 -  **Financeiras**: Target Investidor Privado: Estrutura de Capital & CMPC (Wacc)
 -  **Distribuição Tarifas**: Estimativa Distribuição da Tarifa usando-se uma Proxy do Sistema de Cobrança do Consumo de Água: População atendida, Nr Economias, Regras de Subvenção, % Inadimplência, Tarifa Serviço Tratamento, Destinação e Disposição RDO, etc
- V. Avaliação dos Dados **Consolidados da Rota Tecnológica** para Incorporação na Análise Preliminar
 - Balanco Massa, Capex & Opex, Dados Econômicos Financeiros e do Contrato, Valores da Tarifa 
- VI. **Inclusão dos Dados/Resultados da Ferramenta na Análise Preliminar** prévia ao EVTEA



Cenário Quantitativo	Descrição ROTA TECNOLÓGICA	Tarifa R\$*t ⁻¹ RSU	Tarifa (R\$*Nr Econ ⁻¹ *m ⁻¹)	Observação
Ananindeua: RT 1 Atual 570 t/d (313 dias)	Coleta Res. Mistos e envio p/ Aterro Marituba	155 R\$/t	20 R\$/Economia	• Custo atual 125 R\$/t, sem custos de Limpeza Pública(Varrição, poda, etc).
Ananindeua: RT 2 Futura 570 t/d (313 dias)	Biodigestão: Mat. Recicláveis, CDR, E. Elétrica, Comp. Org. e Aterro Privado: Novo/Existente	240 R\$/t	32 R\$/Economia	• Alternativas Aterros Aurá, Marituba ou Bujará não impacta o custo transporte + disposição em aterro privado
Ananindeua: RT 4 Futura 570 t/d (313 dias)	Incineração: Mat. Recicláveis, E.Elétrica e Aterro Privado: Novo/Existente	621 R\$/t	82 R\$/Economia	• Importante entender o limite extremo do custo de implementação da Rota Tecnológica mais cara.

(1)... O ganho de escala envolvendo as cidades da RM de Belém são relevantes: Grande Volume Concentrado em um Raio menor que 100Km. A economia de escala compensa os aumentos do custo de movimentação

(2)... A definição da localização do novo aterro sanitário a receber os rejeitos de uma Nova Rota Tecnológica, dentre as 4 opções disponíveis não tem grande impacto em termos de custos totais de movimentação

(3)... A avaliação detalhada de Novas Alternativas de valorização permitirão avaliar outros cenários.

(4)... IMPORTANTE CONTABILIZAR A DESONERAÇÃO DAS PREFEITURAS dentro da Proposta de Valor Comparativa dentre as Opções de RT's

Recomendações para Próximos Passos e EVTEA

- Análise Preliminar permite simular os Efeitos/Sensibilidade de Vários Fatores
 - A Demanda de Informações deve vir do PIGIRS_(consórcio) ou PGIRS
 - Permitir uma Maior Assertividade e Inovação de Modelagem aos EVTEA's
 - Avaliação das Sinergias e Potencial de Mercado Valorização são essenciais: Ambição & Risco
 - Regionalização: O Ganho de Escala é Importante, mas não Subestime os Custos Movimentação RSU para efeito de Definição/Dimensionamento das RT's → Avalie os Sub-Arranjos Inteligentes de Municípios
- Contratos de RSU de Longo Prazo: 25~35a, tipicamente tem um Capex que representa 20 a 25% do Custo Total do Contrato: Muito Cuidado com o "Mantra Ganho de Escala"
- Temática Ensaio Gravimétrico: Perspectiva dos Objetivos do Estudo vs Efeitos Práticos Resultado & Representatividade Amostra: Precisão/Variância Resultado O que "É" ou "Não é Aceitável" e "Por quê"?
- O Brasil tem Desafios Enormes em Gestão de RSU: Inovação/Assertividade/Velocidade Ação são Essenciais
 - Assertividade requer um Esforço de forma Preliminar para se Gastar Energia naquilo que é Relevante
 - Complexidade requer Inovação nas Abordagens & Modelagens



ProteGEEr



SEJAM AGENTES DESSA MUDANÇA!!!

Identificar e comunicar os benefícios da gestão integrada de RSU é fundamental para mudar o comportamento social...

... e permitir a transição para uma gestão sustentável...

... com benefícios para a saúde, qualidade de vida, proteção ambiental e do clima, geração de emprego e renda, economia de gastos públicos, geração de energia renovável etc.



... Não se esqueçam da linha de investimento em **EDUCAÇÃO AMBIENTAL** → Case UE

Considerações Finais

- A Situação é Emergencial e **não há Plano B**
- A Ferramenta Rotas e Custos e Outras Disponíveis **democratizam a avaliação** de Rotas Tecnológicas e **Permitem antever Cenários** com **Relativo Esforço**
- Dedique tempo em **entender o contexto antes de mergulhar** na busca pela Rota Tecnológica Ideal para o Consórcio ou Município... é mais do que Fundamental **(1)Avaliar as Oportunidades de Sinergias/Simbioses de Valorização de Resíduos e (2)Identificar os Sub-Arranjos Ótimos de Municípios** para uma Modelagem de Sucesso
- Como Protagonista, promova a **Comunicação** com os Principais Atores Envolvidos, **Exposição com Clareza, Objetividade e Transparência** geram Engajamento
- Há ainda Muito o que se **Desmistificar** para Conseguirmos Evoluir de Maneira Assertiva: **Concentrar Esforço/Energia no que é Mais Relevante: Aprenda Questionando!!!**



ProteGEEr

OBRIGADO

Projeto ProteGEEr

Alaim de Paula

depaulaalaim@gmail.com

+55 41 99167 0347

On behalf of:



Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety

giz

Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Technische
Universität
Braunschweig

of the Federal Republic of Germany