Metodologia e Ferramentas de Análise para Avaliação de Rotas Tecnológicas de Gestão de RSU

Parceria Projeto GEF Biogás Brasil e MDR

ITAIPU BINACIONAL

CIBIOGAS ENERGIAS RENOVÁVEIS

UNIDO ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL

gef GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY INVESTING IN OUR PLANET

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES

PÁTRIA AMADA BRASIL GOVERNO FEDERAL

Biogás BRASIL

Parceiros do Projeto

SEBRAE ABiogás Associação Brasileira do Biogás Embrapa

Parceiros nesta Atividade

CIRSOP Resíduo Responsável Consórcio Intermunicipal de Resíduos Sólidos do Oeste Paulista · UNIDO · 22 unesp · unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL · PÁTRIA AMADA BRASIL GOVERNO FEDERAL

Comitê Diretor do Projeto

ITAIPU BINACIONAL · CIBIOGAS ENERGIAS RENOVÁVEIS · UNIDO ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL · gef GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY INVESTING IN OUR PLANET

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL · MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE · MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA · MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO · MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES · PÁTRIA AMADA BRASIL GOVERNO FEDERAL

www.gefbiogas.org.br

This project/program is funded by the Global Environment Facility

Projeto “Aplicações do Biogás na Agroindústria Brasileira” (GEF Biogás Brasil)

Este documento está sob a licença Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License. Citações ao material deste documento devem ser da seguinte forma:

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES (Brasil); UNIDO, ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL; MDR, MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL; CIRSOP, CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE RESÍDUOS DO OESTE PAULISTA; UNESP, UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO. METODOLOGIA E FERRAMENTAS DE ANÁLISE PARA AVALIAÇÃO DE ROTAS TECNOLÓGICAS DE GESTÃO DE RSU. MCTI. Brasília-DF. (Projeto Aplicações do Biogás na Agroindústria Brasileira: GEF Biogás Brasil).

COMITÊ DIRETOR DO PROJETO

Fundo Global para o Meio Ambiente

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações

Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Ministério de Minas e Energia

Ministério do Meio Ambiente

Ministério do Desenvolvimento Regional

Centro Internacional de Energias Renováveis

Itaipu Binacional

PARCEIROS DO PROJETO

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

Associação Brasileira do Biogás

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FICHA TÉCNICA

Nome do produto:
Metodologia e Ferramentas de Análise para Avaliação de Rotas Tecnológicas de Gestão de RSU

Atividade vinculada:
Integração do Biogás nas Políticas de Agricultura e Energia, Parceria Projeto GEF Biogás Brasil e MDR

Publicado por:
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial

Entidade(s) diretamente envolvida(s):
Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR
Consórcio Intermunicipal de Resíduos do Oeste Paulista – CIRSOP
Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial – UNIDO
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP

Autoria:
Alaim Silva de Paula

Revisão:
Tiago Quintela Giuliani

Editoração:
Nicole Mattiello

APRESENTAÇÃO

O Projeto “Aplicações do Biogás na Agroindústria Brasileira” (GEF Biogás Brasil) reúne o esforço coletivo de organismos internacionais, setor privado, entidades setoriais e do Governo Federal em prol da diversificação da matriz energética do país por meio do biogás.

O Projeto é liderado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), implementado pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO), financiado pelo Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF), e conta com o Centro Internacional de Energias Renováveis (CIBiogás) como principal entidade executora.

O objetivo do Projeto é reduzir a emissão de gases de efeito estufa, fortalecendo as cadeias de valor e inovação tecnológica ligadas à produção de biogás. Por meio de ações concretas, o Projeto amplia a oferta de energia e combustível no Brasil a partir da geração de biogás e biometano, fortalecendo as cadeias nacionais de fornecimento de tecnologia no setor e facilitando investimentos.

O biogás é uma fonte renovável de energia elétrica, energia térmica e combustível. Seu processamento também resulta em biofertilizantes de alta qualidade para uso agrícola. A gestão sustentável dos resíduos orgânicos provenientes da agroindústria e de ambientes urbanos por meio da produção de biogás traz um diferencial competitivo para a economia brasileira. Desenvolver a cadeia de valor do biogás significa investir em uma economia circular envolvendo inovação e novas oportunidades de negócios. Indústrias de equipamentos e serviços, concessionárias de energia e gás, produtores rurais e administrações municipais estão entre os beneficiários do Projeto, que conta com US $7,828,000 em investimentos diretos.

Com abordagem inicial na Região Sul e no Distrito Federal, o Projeto gera impactos positivos para todo o país. As atividades do Projeto incluem a atuação direta junto a empresas, cooperativas e entidades da governança do biogás para implementar acordos de cooperação, fazer análises de mercado, desenvolver modelos de negócio inovadores e atrair investimentos nacionais e internacionais.

O Projeto também investe diretamente na otimização de plantas de biogás mais eficientes, seguras e com modelos replicáveis, entregando ao mercado exemplos práticos de sucesso operacional. Além disso, o Projeto desenvolve ferramentas digitais e atividades de capacitação que atualizam e dinamizam o setor, facilitando o desenvolvimento de projetos executivos de biogás. Em paralelo, especialistas do Projeto desenvolvem estudos técnicos com dados inéditos que apoiam o avanço de políticas públicas favoráveis ao biogás. Dessa forma, o Projeto entrega para o mercado brasileiro mais competitividade, fomentando o biogás como um grande catalizador de novas oportunidades.

Sumário

RESUMO/ABSTRACT 6

1. Introdução e Visão Geral da Gestão de RSU 7

2. Objetivos & Expectativas 7

3. Metodologia 8

3.1 Abordagem 9

3.2 Definição da Metodologia RART - Roteiro de Análise de Rotas Tecnológicas de RSU 10

3.4 Procedimento de Implementação da Metodologia RART - Roteiro Passo a Passo 13

3.5 Teste de Aplicação Real da Metodologia RART - Caso Referência: Consórcio CIRSOP 14

4. Desenvolvimento das Ferramentas 15

4.1 Adaptações Ferramenta de Rotas Tecnológicas e Custos para Manejo de RSU (MDR, 2021) 15

4.2 Ferramenta Roteiro RART – Roteiro de Análise de Rotas Tecnológicas 17

4.3 Descrição das Funcionalidades da Ferramenta Roteiro RART – Roteiro de Análise de Rotas Tecnológicas 23

4.3.1 Funcionalidade de Análise Multicritério de Sites 24

4.3.2 Funcionalidade de Interface de Entrada de Informações 25

4.3.3 Simulação das 4 Rotas Tecnológicas Padrão com o Uso e Aplicação da Ferramenta de Rotas e Custos no Estudo de Caso 29

4.3.4 Funcionalidades de Importação de Dados, Cálculos das Tarifas e dos Indicadores de Eficiência de Valorização e de Criação de Valor 29

4.3.4.1 Interface e Importação de Dados da Ferramenta Rotas e Custos 30

4.3.4.2 Funcionalidade de Cálculos Internos da Distribuição da Tarifa Líquida para os Usuários do Serviço 36

4.3.4.3 Funcionalidade de Cálculos Internos de Ganhos Diretos, Indiretos e de Geração de Valor 43

4.3.5 Funcionalidade de Relatórios e Apresentação de Produtos e Resultados 49

5. Recomendações no Uso e Aplicação da Metodologia RART e da Ferramenta Roteiro 58

6. Considerações Finais e Próximos Passos de Desenvolvimento das Ferramentas 63

RESUMO/ABSTRACT

Português

O Brasil tem a ambição de viabilizar a implementação de novas rotas tecnológicas de tratamento e valorização de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) para dar um salto em relação à realidade atual. O sucesso dessa mudança passa pelo equacionamento dos variados cenários dos municípios Brasileiros que, ao se organizarem em consórcios, têm o potencial de modelar um arranjo de municípios que represente uma solução mais otimizada do que as convencionais de menor custo com simples aterramento. Para se assegurar essa ambição, foi estruturada uma metodologia aplicável a essa realidade com o objetivo de propiciar uma análise preliminar que ofereça dados e recomendações a serem usados nos estudos detalhados de modelagem de contratos de concessão visando a sua implementação. Para a aplicação da metodologia, foi desenvolvida uma ferramenta em Excel denominada **Ferramenta Roteiro** com o objetivo de facilitar a sua aplicação. Com o intuito de se demonstrar a aplicabilidade da metodologia e das ferramentas, foi desenvolvido um estudo de caso para o consórcio CIRSOP com identificação das recomendações aplicáveis ao futuro estudo detalhado de viabilidade técnica, econômica e ambiental (EVTEA) que antecede o processo licitatório. Ao final do processo, foram feitas as recomendações de aprimoramento do processo de aplicação da metodologia e das ferramentas visando torná-las mais ágeis e com uma interface de utilização mais amigável para o usuário.

Palavras-chave: Projeto GEF Biogás Brasil, Projeto Rotas Tecnológicas RSU, Valorização Resíduos, Modelagem Contratos Concessão RSU, Tecnologias Tratamento Resíduos, Arranjos de Municípios

English

Brazil has the ambition to enable the implementation of new technological routes for the treatment and recovery of Municipal Solid Waste (MSW) aiming a leap in relation to the current reality. The success of this change goes through the equation of the various scenarios of Brazilian municipalities that, when organized into consortiums, have the potential to model an arrangement of municipalities that represents a more optimized solution than the conventional lower cost ones with simply landfilling. To ensure this ambition, a methodology applicable to this reality was structured with the objective of performing a preliminary analysis that provides data and recommendations to be used in detailed studies of modeling of the concession contracts with a view to their implementation. For the application of the methodology, a tool in Excel called **Ferramenta Roteiro** was developed to facilitate its application. To demonstrate the applicability of the methodology and the tools, a case study was developed for the CIRSOP consortium with the identification of recommendations applicable to the future technical, economic and environmental feasibility study (EVTEA) that precedes the bidding process. At the end of the process, recommendations were made to improve the process of applying the methodology and tools in order to make them more agile and with a more user-friendly interface.

Keywords: Brazil GEF Biogas Project, RSU Technological Routes Project, Waste Recovery, Modeling Contracts RSU Concession, Waste Treatment Technologies, Arrangements of Municipalities

1. Introdução e Visão Geral da Gestão de RSU

A implementação das disposições da Política Nacional de Resíduos Sólidos trouxe uma abordagem sistemática para a gestão de resíduos no país, impondo uma série de novas atividades que devem ser implementadas a curto, médio e longo prazo para adequação das práticas atuais em alinhamento com os termos da Lei, articulando a agenda urbana e sanitária com inclusão social, desenvolvimento econômico, prestação regionalizada, sustentabilidade econômico-financeira, eficiência, cidadania, construção de infraestrutura urbana e introdução de tecnologias para valorização de resíduos sólidos, demandando uma visão sistêmica e integrada, sob os pilares do desenvolvimento sustentável.

Contudo, observando os últimos 10 anos desde o advento da Política Nacional de Resíduos Sólidos, percebe-se a insuficiente capacidade técnica e de gestão para enfrentar os desafios de um manejo integrado de resíduos sólidos urbanos, tanto do setor público quanto privado, e ainda do terceiro setor, neste caso as cooperativas. Apenas 3 % dos resíduos gerados são reciclados no Brasil de um total de quase 80 milhões de toneladas por ano, representando dessa forma uma imensa potencialidade de valorização tanto material quanto energética, que transpassam os discursos econômicos e reforçam a proteção do clima, mitigam os impactos do lixo no mar, geram energia renovável, reduzem as despesas com saúde pública e sobretudo, geram emprego e renda.

O setor de resíduos sólidos, em face de sua representatividade ressaltada com o advento do Novo Marco Legal do Saneamento Básico, urge por projetos que contemplem tanto soluções onde a sustentabilidade econômico-financeira são preservadas quanto medidas de gestão sustentável que além de contribuir para a melhoria ambiental e climática, garantam segurança jurídica e continuidade dos processos de intervenção.

Nesse contexto e como forma de facilitar a estruturação de bons projetos e promover e alavancar o uso de soluções alternativas de valorização de resíduos que se adeque aos princípios da Economia Circular, sendo economicamente viável, logisticamente adequado, e com prioridades ambientais e sociais, o MDR realizou um termo de cooperação técnica com a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO).

2. Objetivos & Expectativas

Esse trabalho de cooperação entre UNIDO & MDR teve como objetivos centrais:

- A democratização da análise preliminar das alternativas de soluções de gestão integradas de RSU;
- Permitir avaliar projetos de UTMB[1]´s e identificar variáveis ou premissas de projeto inconsistentes e identificar o seu grau e risco de impacto no projeto;

[1] **UTMB:** Unidade Tratamento Mecânico e Biológico são plantas de tratamento de resíduos que combinam processos de triagem com tratamento biológico: Compostagem ou digestão anaeróbia

- Permitir uma análise preliminar rápida de opções de rotas tecnológicas para contextos regionalizados em consórcios de municípios e prover argumentos consistentes para se validar uma abordagem e direcionar o foco para as alternativas de maior aderência às expectativas

Para se alcançar esses objetivos foram desenvolvidas:

- Uma Ferramenta Digital de avaliação de projetos de UTMB´s e Outras Tecnologias que sirvam de referência aos gestores públicos e às empresas do setor no segmento privado, de modo a se estruturar uma metodologia que possa assegurar uma assertividade nas soluções a serem construídas, estabelecendo parâmetros de comparação que permitam avaliações entre diferentes abordagens dentro de um mesmo case e contexto;
- Uma Metodologia e Roteiro suportadas por uma Ferramenta Digital Integrada Roteiro (UNIDO & ProteGEEr[2]) que permita a avaliação de rotas tecnológicas de gestão de resíduos urbanos envolvendo UTMB´s e Outras Tecnologias, abrangendo desde a definição da rota tecnológica até as simulações dos custos de remuneração de sua implementação e operação e as alternativas de distribuição desses custos entre os usuários dentro de um contrato de prestação de um serviço público pela iniciativa privada. A Ferramenta aborda as rotas tecnológicas centralizadas e o Roteiro o passo a passo de avaliação de cenário regionalizados;
- Uma Nota Técnica que auxilie os setores público e privado a utilizar a Ferramenta Digital na formulação e avaliação de projetos de UTMB´s incluindo a geração e aplicação de biogás.

O Roteiro de uso da Metodologia e Ferramentas Digitais deverão permitir:

- Revisar e validar expectativas ao mesmo tempo que confrontar a Ambição e os objetivos macros de um PIGIRS face à relação de Esforço vs Eficiência e Eficácia de uma dada rota tecnológica
- Avaliar de forma preliminar a qualidade e assertividade dos projetos de UTMB´s e outras tecnologias em termos de balanço de massa (% desvio aterro, quantitativos produtos, arranjos de municípios etc.) e custos associados (Capex, Opex, Custos de Movimentação de Resíduos e Rejeitos, etc) em uma dada solução de rota tecnológica
- Avaliar previamente:
    - Quais os cenários de Rotas Tecnológicas, Arranjos de Municípios e Cenários de Valorização e Canais de Distribuição que permitem atender às Expectativas e Objetivos Macros de um PIGIRS
    - E buscar de forma objetiva uma Compatibilização entre o Potencial do Mercado de Valorização e a relação Esforço vs Expectativas Pretendidas para o Consórcio

3. Metodologia

[2] **ProteGEEr:** É um projeto de cooperação técnica entre o Brasil e a Alemanha para promover uma gestão sustentável e integrada dos resíduos sólidos urbanos, articulada com as políticas de proteção do clima | http://protegeer.gov.br/

A metodologia definida no estudo teve como raciocínio central o equacionamento um fato inconveniente:

→ A Rota Tecnológica c/ **Menor Custo Aparente** de Implantação e Operação é um Aterro Sanitário e

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

3.1 Abordagem

Assim o equacionamento dessa incongruência passa pelo melhor arranjo entre 5 alavancas de **Eficiência de Valorização** de Resíduos, a saber:

1. **Regionalização:** Independente da rota tecnológica, o agrupamento de municípios permite um ganho de escala na implementação de novas tecnologias. Os custos de movimentação de resíduos assumem uma representatividade chave e assim a definição da localização da Central de Tratamento e Valorização de Resíduos e do Aterro Sanitário são extremamente relevantes para se assegurar um custo otimizado de movimentação de resíduos e rejeitos;
2. **Conceitos de Rotas Tecnológicas que aumentem o Desvio de Resíduos p/ Aterro**: Mais relevante do que a eficiência de uma tecnologia é a eficácia do conceito da rota tecnológica em que a mesma está inserida. Não faz sentido avaliar uma tecnologia como eficiente, se ela está inserida dentro de uma rota tecnológica ineficaz que não permita um compromisso coerente e eficaz entre os objetivos de longo prazo de um PIGIRS[3] e o esforço de implementação de uma nova tarifa de custeio dos serviços de gestão de RSU. A implementação de uma Nova Rota Tecnológica de Tratamento e Valorização de Resíduos envolve a construção de plantas industriais com diferentes tecnologias e processos chamadas de **UTVR – Unidades de Tratamento e Valorização de Resíduos**;
3. Melhor **Arranjo de Valorização de Resíduos:** Existem 3 canais de distribuição ou reaproveitamento e valorização de resíduos visando receitas que permitam uma modicidade tarifária no valor do serviço a ser pago pelos usuários. Tem-se a Comercialização ao Mercado e o Arrendamento às Prefeituras com o objetivo de redução de custos de necessidades de utilidade pública (energia elétrica para iluminação ou prédios públicos ou combustível para frota de carros oficiais) e de autoconsumo (energia elétrica para suprir a demanda da unidade de tratamento e valorização de resíduos e combustível para a frota de equipamentos móveis usados na gestão de resíduos. Posto isso, é

[3] **PIGIRS:** O Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PIGIRS) é um instrumento de planejamento estratégico para a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados nos municípios integrantes de um consórcio de municípios. A metodologia adotada para a elaboração do PIGIRS segue as diretrizes estabelecidas na Lei Federal 12.305/2010, que dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e as Políticas Estaduais de Resíduos Sólidos com mobilização e participação dos municípios integrantes e envolvimento de atores sociais, econômicos, institucionais, e outras instâncias de participação e controle social, organizados ou não.

extremamente importante avaliar e concluir acerca não somente do melhor conceito de rota tecnológica, mas também acerca do melhor arranjo dentre as várias alternativas possíveis de canal de distribuição e valorização de resíduos;

4. Aumentar a Atratividade dos Contratos de Concessão de Gestão de Resíduos via Redução da Percepção de Risco:
    - Contratos de longo prazo em **regime de concessão** com segurança jurídica. Os investimentos necessários são vultuosos e precisam de longo prazo para sua remuneração como forma de não onerar a tarifa a ser cobrada para sua implementação;
    - Adotar um regime de cobrança de uma tarifa do serviço de gestão de resíduos a ser implementada pela concessionária provendo sustentabilidade econômica com baixa inadimplência;
5. **Avaliar de forma Objetiva a Eficiência de Uso das Demais Alavancas**: Identificar todos os **Ganhos Diretos e Indiretos** de cada cenário de rota tecnológica, mensurando e comparando os **Impactos dos Quantitativos e Preços** em Cada Opção de Valorização
6. **Criar Modelagens Inteligentes e Inovadoras** que explorem a **Potencialidade das Sinergias e Simbioses** das Demandas Locais aumentando o **% de Eficiência da Rota Tecnológica** e o **% de Desvio de Aterro**, contribuindo assim para **Menores Tarifas Líquidas para o Munícipe**, dentre os Melhores Arranjos de Municípios

3.2 Definição da Metodologia RART - Roteiro de Análise de Rotas Tecnológicas de RSU

A metodologia do roteiro de análise simplificada de rotas tecnológicas de resíduos em um contexto regionalizado, consiste na avaliação das alternativas de rotas tecnológicas para gestão de resíduos a partir de 4 diferentes perspectivas:

1) Levantamento do contexto regionalizado, suas principais variáveis e sinergias potenciais de valorização
2) Dimensionamento do esforço para implementação das alternativas de tratamento e valorização de resíduos e respectivos balanços de massa e esforço de custos associados requerido. De modo a se permitir uma avaliação comparativa entre as opções de tecnológicas definidas na **Nota Técnica Conjunta - diretrizes para a estruturação de projetos de concessão de RSU - FEP – 2020**[4], foram definidas 4 rotas tecnológicas padrão:
    - **Biodigestão**: triagem mecanizada, produção de CDR dos rejeitos secos, biodigestão da fração orgânica com compostagem do digestato e aterramento dos rejeitos totais
    - **Compostagem**: triagem mecanizada, produção de CDR dos rejeitos secos, compostagem da fração orgânica e aterramento dos rejeitos totais

[4] **Nota Técnica Conjunta** - diretrizes para a estruturação de projetos de concessão de RSU - FEP – 2020: acessível pela internet https://portal.ppi.gov.br/residuos-solidos-urbano

- **Biosecagem FORSU**[5]: triagem mecanizada, biosecagem da fração orgânica para a produção de CDR juntamente com os rejeitos secos e aterramento dos rejeitos totais
- **Incineração (WTE - Mass Burning)** [6] : triagem mecanizada, incineração das frações orgânicas e dos rejeitos secos e aterramento dos rejeitos totais

3) Definição de diferentes arranjos de valorização de resíduos de acordo com as sinergias e potencialidades de mercado:
   - **Canal de Autoconsumo**: Produto de valorização sendo utilizado dentro das operações do serviço de gestão dos resíduos (Energia Elétrica para fornecimento à UTVR e Combustível Renovável para Descarbonização da frota de gestão de resíduos)
   - **Canal de Utilidade Pública**: Produto de valorização sendo utilizado dentro das operações dos serviços de utilidade pública (Energia Elétrica para fornecimento à iluminação pública e aos prédios públicos e Combustível Renovável para um processo descarbonização frota pública de carros oficiais)
   - **Canal de Comercialização Mercado**: Produtos sendo comercializados seguindo as regras de livre mercado: demanda e preço (Materiais Recicláveis, Energia Elétrica, Biometano, CDR e Composto Orgânico)
4) Avaliação do esforço e nível de eficiência para implementação das diferentes rotas tecnológicas face a potencialidade de mercado identificada

3.3 Implementação da Metodologia RART – Definição das Principais Varáveis e de suas Métricas

O princípio central da metodologia visa se estruturar métricas que permitam uma comparação objetiva acerca das vantagens da utilização de diferentes rotas tecnológicas de tratamento e reaproveitamento de resíduos na gestão de RSU. Para isso, faz-se necessário estabelecer alguns conceitos padrões a serem usados na metodologia:

ORGANIZAÇÃO E ESTRUTURAÇÃO

Consórcio de Cidades: Conjunto de Cidades com o objetivo de implementarem uma gestão comum de RSU visando ganhos comuns advindos dessa regionalização. Um consórcio de cidades pode ser “arranjado” de várias formas possíveis, assim há que se identificar os Arranjos que impliquem em um equilíbrio econômico mais eficaz, tomando-se em conta a redução dos custos advindos do ganho de escala vs o aumento de custos advindos de uma maior movimentação de resíduos e rejeitos e, observando-se as restrições aplicáveis para aterros sanitários e plantas de tratamento de resíduos;

[5] **FORSU:** Fração Orgânica do Resíduo Sólido Urbano

[6] **WTE - Mass Burning:** Usinas WTE, da sigla em inglês para waste-to-energy, são aquelas que utilizam a incineração de RSU para produzir o vapor que vai acionar uma turbina a vapor - acoplada a um gerador de energia elétrica - A tecnologia dominante é conhecida como mass burning, no caso da Ferramenta Roteiro foram considerados a totalidade pós Triagem mecanizada e com inclusão da fração orgânica.

Arranjos de Municípios: Variados agrupamentos de cidades dentre as possibilidades que atendem às restrições definidas pelo usuário e outras parametrizadas dentro da ferramenta. **Arranjos Ótimos de Municípios**: trata-se dos 3 arranjos dentre aqueles que atendem às restrições parametrizadas e informadas pelo usuário e que apresentam o melhor equilíbrio econômico que faram parte da avaliação das rotas tecnológicas.

GANHOS DE VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS

Ganhos Diretos | Modicidade Tarifária: todos os ganhos que geram receitas diretas dentro do fluxo de caixa do projeto. Como exemplos, tem-se as receitas advindas da venda de energia elétrica ou de qualquer outro produto produzido a partir do tratamento dos resíduos.

Ganhos Indiretos: todos os ganhos que apesar de não gerarem receitas diretas no fluxo de caixa do projeto, trazem outros ganhos mensuráveis para a sociedade nas dimensões Ambiental, Social ou Eco&Social. Como exemplos, tem-se o pagamento de salários (Social), a redução do envio de resíduos e rejeitos para aterros (Ambiental) e o pagamento de impostos (Eco&Social);
o desvio de resíduos

Ganhos Autoconsumo e Utilidade Pública: trata-se dos ganhos adicionais que uma determinada rota tecnológica pode propiciar à sociedade para o caso de um determinado produto gerado a partir do RSU permitir uma redução de custos atualmente custeadas pelo ente público na provisão de serviços públicos como exemplo fornecimento de energia elétrica para uso público ou da planta de tratamento de resíduos ou combustível renováveis a serem usados por carros caminhões que prestam serviços públicos.

Assim, aplica-se a seguinte métrica:

VISÃO DO ESFORÇO DE IMPLEMENTAÇÃO:

Tarifa Bruta Remuneração Rota Tecnológica: trata-se da tarifa necessária a ser implementada para se remunerar e operar uma determinada rota tecnológica em um determinado arranjo de municípios, tomando-se em conta determinadas premissas financeiras, de dimensão de um contrato e sem modicidade tarifária;

Custos Movimentação Resíduos e Rejeitos: trata-se dos custos necessários para se movimentar os resíduos desde a sua coleta, passando pelos eventuais transbordos até as plantas de tratamento e valorização de resíduos, bem como também as despesas adicionais de transporte dos rejeitos pós-tratamento para disposição final no aterro sanitário definido na construção da rota tecnológica

Tarifa Líquida Remuneração Rota Tecnológica: trata-se da tarifa necessária a ser implementada para se remunerar e operar uma determinada rota tecnológica em um determinado arranjo de municípios, tomando-se em conta determinadas premissas financeiras, de dimensão de um contrato e já com dedução ou modicidade tarifária em relação à tarifa bruta;

EFICIÊNCIA VALORIZAÇÃO RESÍDUOS

Assim, criou-se 2 conceitos de valorização de resíduos, conforme a seguir:

%1 EF RT | Eficiência Valorização Rota Tecnológica: O objetivo é o de se medir a relação % entre a soma de todos os ganhos propiciados pela implementação de uma determinada rota tecnológica e o esforço ou custo de implementação dessa rota *sem os custos de movimentação de resíduos e rejeitos*. Desse modo tem-se:

Métrica %1 EF RT = (Ganhos Diretos + Ganhos Indiretos + Ganhos Valor via Autoconsumo e Utilidade Pública) / Tarifa Bruta Implementação RT sem Modicidade Tarifária

%2 EF RT CM | Eficiência Valorização Rota Tecnológica + Custos Movimentação: O objetivo é o de se medir a relação % entre a soma de todos os ganhos propiciados pela implementação de uma determinada rota tecnológica + o Valor da Tarifa Líquida Remuneração da RT – Tarifa Bruta Remuneração *incluindo os Custos de Movimentação de Resíduos e Rejeitos* e o esforço medido pelo Valor da Tarifa Líquida Remuneração da RT, portanto incluindo-se a dedução tarifária advinda das Receitas Diretas. Desse modo tem-se:
Métrica % EF RT CM = [(Ganhos Diretos + Ganhos Indiretos + Ganhos Valor via Autoconsumo e Utilidade Pública) + Tarifa Líquida RT – Tarifa Bruta incluindo Movimentação Resíduos e Rejeitos] / Tarifa Líquida Remuneração RT

A observância dessas duas métricas de % de Eficiência de Valorização das diferentes rotas tecnológicas nos diferentes cenários de mercado e arranjos de municípios de forma conjunta aos valores das Tarifas Líquidas a serem implementadas para remunerar as diferentes rotas tecnológicas, é que permitirá identificar quais as principais recomendações para um detalhado **EVTEA**[7] | **E**STUDO DE **V**IABILIDADE **T**ÉCNICA, **E**CONÔMICA E **A**MBIENTAL.

3.4 Procedimento de Implementação da Metodologia RART - Roteiro Passo a Passo

O objetivo final é o de se extrair referências e recomendações para um estudo detalhado EVTEA com base nessas perspectivas, assim tem-se de forma prática uma sequência de 10 passos conforme segue:

PREWORK: levantamento das principais variáveis e entendendo o contexto Regionalizado do consórcio:
→ **Passo 01:** Levantamento, análise contexto, premissas e expectativas do consórcio: quantitativos resíduos, potencial mercadológico produtos, distâncias e custos unitários: movimentação resíduos/rejeitos e indexadores Capex/Opex;
→ **Passo 02:** Análise da potencialidade de mercado & definição de cenários alternativos de valorização de resíduos;

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS de Rotas e Roteiro para uma Análise Simplificada:
→ **Passo 03:** Utilizar a Ferramenta 1 de Rotas e Custos MDR para elaborar as rotas tecnológicas padrão: Biodigestão, Compostagem, Biosecagem e Incineração
→ **Passo 04:** Utilizar a Ferramenta 2 Roteiro para:

- Importar as informações básicas das 4 rotas tecnológicas padrão elaboradas com a Ferramenta 1
- Introduzir os dados básicos p/ cálculo dos custos de movimentação de resíduos e rejeitos

[7] **EVTEA:** Conjunto de estudos desenvolvidos para avaliação dos benefícios diretos e indiretos decorrentes de um projeto. A avaliação apura os índices de viabilidade verificando se os benefícios estimados justificam os custos com os projetos e execução das obras previstas.

- Definir as premissas de distribuição da tarifa de RDO a ser implementada

→ **Passo 05:** Análise contexto do consórcio e definir os cenários base e alternativos para evolução da gestão de RSU
→ **Passo 06:** Utilizar a Ferramenta 2 Roteiro para implementar e avaliar os cenários base e alternativos definidos
→ **Passo 07:** Avaliar os resultados dos cenários base e alternativos + avaliar e rever as premissas e contexto consórcio e concluir/definir sobre a necessidade de cenários adicionais de análise
→ **Passo 08:** Utilizar a Ferramenta 2 Roteiro para a elaboração de novos cenários, se necessário

CONCLUSÃO & RECOMENDAÇÕES da Análise Simplificada a partir dos resultados:
→ **Passo 09:** A partir dos objetivos do PGIRS, das expectativas do consórcio e dos resultados da Ferramenta 2 Roteiro: Tarifas de RDO a serem implementadas e cobradas pela concessionária e o % Eficiência de Valorização do RSU:
→ **Passo 10.1:** Se não forem atendidas as Expectativas, rever todo o processo revisando cenários e premissas ou...
→ **Passo 10.2:** Extrair a partir das Análises, as Recomendações Aplicáveis aos Estudos **EVTEA**

Um sumário desses passos pode ser visto na **figura 01**:

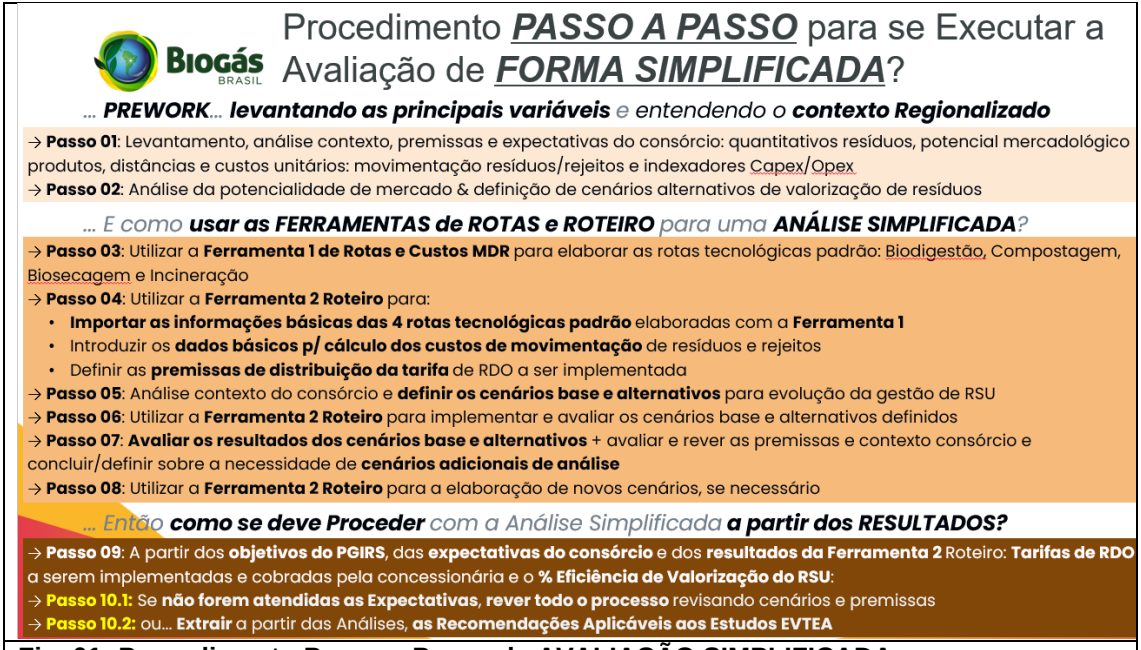


Fig. 01: Procedimento Passo a Passo da AVALIAÇÃO SIMPLIFICADA
Fonte: Visão Geral Metodologia RART – Roteiro Análise Rotas Tecnológicas RSU

3.5 Teste de Aplicação Real da Metodologia RART - Caso Referência: Consórcio CIRSOP

Dentro do acordo de cooperação entre UNIDO/MCTI/MDR se definiu utilizar um dos consórcios de municípios já constituído, com um objeto específico de gestão de resíduos sólidos urbanos e com um PIGIRS existente, a ser usado como base

de dados e informações para teste de aplicação da metodologia a ser desenvolvida no estudo. Dessa forma, o consórcio CIRSOP [8] – Consórcio Intermunicipal de Resíduos Sólidos do Oeste Paulista, foi convidado a participar do desenvolvimento da metodologia disponibilizando as informações básicas necessárias e participando das discussões de validação da metodologia, bem como das discussões das recomendações ao EVTEA a ser desenvolvido dentro do programa Fundo FEP[9] – programa no qual o consórcio CIRSOP participará do desenvolvimento de um estudo de modelagem e estruturação de um processo licitatório para um contrato de concessão que visa o desenvolvimento da gestão de RSU nas cidades do consórcio de acordo com as metas do PIGIRS existente. Dessa forma, todas as informações mostradas ao longo desse relatório se referem à aplicação da metodologia aplicada ao contexto do consórcio CIRSOP.

4. Desenvolvimento das Ferramentas

Para implementação da metodologia definida no capítulo 3, foi desenvolvida uma ferramenta em Excel denominada **FERRAMENTA ROTEIRO** que utiliza uma base de dados criada a partir de um outra ferramenta existente de gestão de resíduos do MDR denominada Ferramenta de Rotas Tecnológicas e Custos para Manejo de RSU (MDR, 2021).
Para a correta interface e uso dos dados da Ferramenta de Rotas & Custos foi necessário desenvolver algumas adaptações conforme descrito a seguir:

4.1 Adaptações Ferramenta de Rotas Tecnológicas e Custos para Manejo de RSU (MDR, 2021)

A **FERRAMENTA ROTAS & CUSTOS** *original* foi desenvolvida dentro do projeto ProteGEEr. Essa ferramenta permite ao usuário a definição de uma rota tecnológica para o tratamento e valorização de resíduos desde o dimensionamento do seu balanço de massa básico até a obtenção dos custos associados de investimento e operação, bem como o valor de uma tarifa bruta básica a ser implantada que permita a implementação da rota tecnológica dimensionada dentro de determinadas premissas financeiras de custo de capital e de horizonte de avaliação do projeto. A ferramenta em Excel e o seu manual de utilização podem ser acessados pela internet no site http://protegeer.gov.br/biblioteca/ferramentas-rsu/46-rotas-tecnologicas-e-custos. No manual, além das instruções de uso da ferramenta existem também orientações e definições que apontam o conceito de rotas tecnológicas como metodologia de base para elaboração de soluções para a gestão de resíduos.
Dessa forma, constitui-se uma parte fundamental à metodologia de avaliação de soluções de contexto regionalizado como no caso de consórcios de resíduos. Mas, para que a mesma pudesse ser integrada como uma etapa anterior ao uso da Ferramenta do Roteiro Passo a Passo de consórcios, algumas adaptações foram incorporadas à mesma de forma que uma nova versão da **FERRAMENTA**

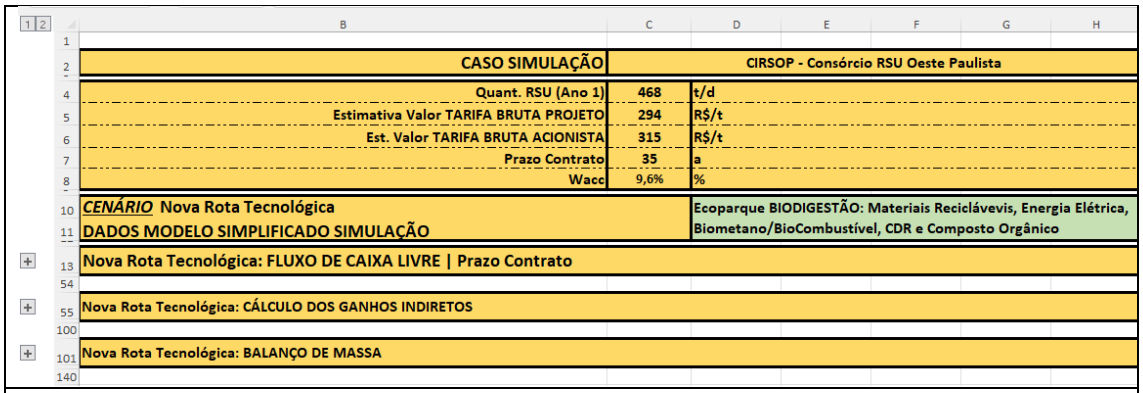
[8] **CIRSOP:** As cidades que integram o CIRSOP são Álvarez Machado, Caiabu, Martinópolis, Paraguaçu Paulista, Presidente Bernardes, Presidente Prudente, Rancharia, Regente Feijó, Santo Anastácio e Santo Expedito.
[9] **Programa Fundo FEP:** Fundo de Apoio à Estruturação de Projetos de Concessão e PPP - FEP CAIXA https://fundosdegoverno.caixa.gov.br/sicfg/fundos/FEP%20CAIXA/detalhe/sobre/

ROTAS & CUSTOS Adaptada para o uso em um contexto de regionalização em consórcios, pode ser acessada pela internet no site https://www.gefbiogas.org.br/

Dentre as incorporações mais relevantes, destaca-se comentar:

1. Permitir o desmembramento do quantitativo de RPU (resíduos da limpeza pública) que em termos quantitativos é somente utilizado para o dimensionamento do aterro e seus custos associados. Dessa forma, tem-se as receitas advindas da Taxa Pública **TEP: Taxa Ente Público** p/ disposição do RPU a ser considerado no fluxo de caixa livre do projeto da rota tecnológica: dados de **Quantitativos de RPU e Preço p/ Disposição** (Aterro Existente/Novo)
2. Permitir, na configuração da rota tecnológica que a opção do Tratamento Biológico via **Biodigestão possibilite ao mesmo tempo tanto a Produção de Energia Elétrica quanto a Purificação do Biometano para distribuição**
3. **Permitir a Opção de envio dos orgânicos** segregados antes da triagem mecanizada **para incineração**
4. Permitir configurar o destino das Receitas advindas da **venda de materiais recicláveis, dentre as opções abaixo:**
    - Opção **doação (Sim/Não)** das receitas às associações de catadores ou a um fundo verde específico com o objetivo de fomentar o desenvolvimento da coleta seletiva e reciclagem
    - Além da opção de selecionar ou não a doação, o usuário define também qual o **% das receitas totais a serem doadas**
    - Face ao potencial impacto das receitas de venda dos materiais recicláveis, o usuário define o % estimado de venda de materiais recicláveis para fora do estado de origem c/ **incidência de ICMS** para que o mesmo seja computado no fluxo de caixa livre do projeto
5. Criação **Aba "C-Dados Rot Simplif"**

   Essa aba, que pode ser vista na **Figura 02** abaixo, se destina à(ao):
    - **Interface e transferência de informações com a Ferramenta do Roteiro** para permitir os cálculos e análise da modicidade tarifária potencial do caso sendo estudado
    - Cálculo dos "**Ganhos Indiretos da Rota Tecnológica**": Dimensões Social, Ambiental e Econômica
    - **Transferência de informações Ferramenta R&C** p/ cálculo/análise da modicidade tarifária



2	CASO SIMULAÇÃO		CIRSOP - Consórcio RSU Oeste Paulista
4	Quant. RSU (Ano 1)	468	t/d
5	Estimativa Valor TARIFA BRUTA PROJETO	294	R$/t
6	Est. Valor TARIFA BRUTA ACIONISTA	315	R$/t
7	Prazo Contrato	35	a
8	Wacc	9,6%	%
10	CENÁRIO Nova Rota Tecnológica		Ecoparque BIODIGESTÃO: Materiais Recicláveis, Energia Elétrica,
11	DADOS MODELO SIMPLIFICADO SIMULAÇÃO		Biometano/BioCombustível, CDR e Composto Orgânico
13	Nova Rota Tecnológica: FLUXO DE CAIXA LIVRE | Prazo Contrato		
55	Nova Rota Tecnológica: CÁLCULO DOS GANHOS INDIRETOS		
101	Nova Rota Tecnológica: BALANÇO DE MASSA		

Fig. 02: Visão Geral Aba de Interface "C-Dados Rot Simplif"
Fonte: Roteiro Análise Rotas Tecnológicas RSU – Ferramenta Rotas e Custos

6. Botão de simulação Estimativa do Valor da Tarifa: **“ATUALIZAR TARIFA”**
    1. Essa funcionalidade está localizada na aba **“R&C - Painel de Controle”** e seu objetivo é permitir ao usuário avaliar o valor da tarifa bruta necessária para se implementar a rota tecnológica em estudo ou definição
    2. Foram acrescentadas novas funcionalidades ao botão **“ATUALIZAR TARIFA”**, de modo que ao ser acionado pelo usuário, ele terá acesso aos dados da estrutura de capital e às condições do produto de financiamento a ser tomado como base para cálculo tanto dos KPI´s de rentabilidade do projeto, bem como de rentabilidade do acionista de acordo com as premissas financeiras validadas ou revisadas pelo usuário dentro da própria janela. Para cálculo das **Tarifa Bruta do Projeto** e **Tarifa Bruta do Acionista**, o usuário seleciona um **Indicador Meta** e o seu **Valor Target** a ser alcançado e, após clicar em **EXECUTAR**, a ferramenta calculará os valores de ambas as tarifas conforme as respectivas parametrizações e respectivos fluxos de caixa do projeto e do acionista. O detalhe da interface está na **Figura 03**.

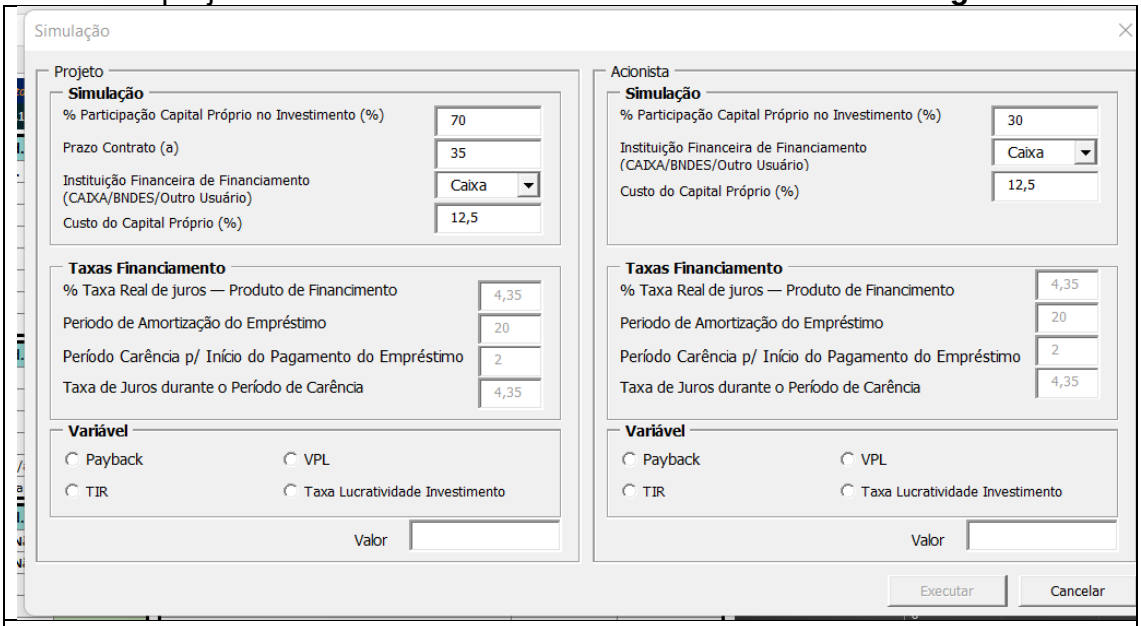


Fig. 03: Janela de Interface para Dados Simulação Tarifa Bruta RDO
Fonte: Roteiro Análise Rotas Tecnológicas RSU – Ferramenta Rotas e Custos

4.2 Ferramenta Roteiro RART – Roteiro de Análise de Rotas Tecnológicas

Cabe destacar ainda que antes de se apresentar de forma detalhada a **Metodologia do Roteiro e das 2 Ferramentas**, é importante destacar que a Análise Preliminar pretendida não exclui a necessidade de se realizar um EVTEA e o seu objetivo principal não é o de dar uma definição final acerca do que deve ser feito, mas sim o de **primordialmente excluir alternativas que não permitem atender às expectativas** e de assim permitir **assegurar o foco dos recursos e energia naquelas alternativas que serão mais eficazes na aderência das expectativas** definidas e de uma forma objetiva.
Recomenda-se também que a leitura desse relatório com a explicação dos passos da metodologia, seja feita em conjunto com a análise das respectivas planilhas excel de sua aplicação no estudo de caso do CIRSOP (disponível no

mesmo endereço da internet https://www.gefbiogas.org.br/) para facilitar o entendimento da estruturação a ser detalhada.

A **Ferramenta Roteiro RART – Roteiro de Análise de Rotas Tecnológicas** foi desenvolvida em Excel e é composta por 35 abas individuais divididas em 2 grupos. O grupo 1 composto por 7 abas, onde estão as principais informações de entrada de dados pelo usuário e de relatório das informações produzidas pela ferramenta. O grupo 2 se refere às demais abas referentes às informações de cada rota tecnológica padrão pré-definidas. Um sumário do grupo 1 está sintetizado na **Tabela 01**:

NOME DA ABA	DESCRIÇÃO / FINALIDADE das Abas
Análise MULTICRITÉRIO DE SITES	Entrada de dados quantitativos e custos unitários de coleta, geração e movimentação de resíduos
DEMANDA VALORIZAÇÃO RSU Preço & Quant	Entrada de dados referentes aos quantitativos e preços das demandas potenciais possíveis de valorização de resíduos e seus diferentes canais de reaproveitamento
Graf Geral CAPEX & OPEX RT´s	Resumo de dados dos custos associados às rotas tecnológicas padrão para o caso em simulação sendo estudado
Gráf Geral TARIFAS RT´s	Resumo gráfico das tarifas e indicadores dos indicadores de eficiência de valorização do RSU
Gráf EFICIÊNCIA VALORIZAÇÃO RT´s	Detalhamento das variáveis básicas que afetam os indicadores de eficiência de valorização do RSU
Graf DISTR TARIFA Incl Mov	Valores das tarifas para as diferentes categorias de economias – Proxy do sistema de cobrança da água e incluindo-se os custos de movimentação de resíduos
Graf DISTR TARIFA Sem Mov	Valores das tarifas para as diferentes categorias de economias – Proxy do sistema de cobrança da água, mas sem a inclusão dos custos de movimentação de resíduos
RESUMO GERAL RT´s	Resumo das variáveis que afetam os indicadores de eficiência de valorização do RSU para as diferentes rotas tecnológicas padrão
C-Dados RT1 Simplif.	Entrada de dados quantitativos e custos unitários de coleta, geração e movimentação de resíduos da RT1 - Rota Tecnológica Biodigestão

Tab. 01: Abas de Relatórios com os Resultados da Ferramenta Roteiro
Fonte: Roteiro Análise Rotas Tecnológicas RSU – Ferramenta Roteiro

Na sequência, no grupo 2, tem-se as tabelas com as descrições das abas referentes aos dados de cada rota tecnológica de forma individual, são elas:

RT 1A – Rota Tecnológica BIODIGESTÃO | Produção Energia Elétrica

NOME DA ABA	DESCRIÇÃO / FINALIDADE das Abas
C-Dados RT1 Simplif.	Entrada de dados quantitativos e custos unitários de coleta, geração e movimentação de resíduos da RT1 - Rota Tecnológica Biodigestão

RT1A)BIODIG Energia Elétrica	Cálculo da modicidade tarifária da rota tecnológica em função dos quantitativos e preços potenciais de energia elétrica: Autoconsumo, Utilidade Pública e Comercialização no Mercado
RT1A)Gráf	Gráfico demonstrativo do encadeamento dos custos e receitas desde a tarifa bruta de implementação da rota tecnológica, acrescida dos custos de movimentação e com dedução das receitas de modicidade tarifária
RT1A)Calc Tarifa incl Mov	Cálculo da distribuição do valor da tarifa base de implementação e operação da rota tecnológica incluindo-se os custos de movimentação de resíduos e rejeitos, de acordo com as premissas de contrato e de acordo com a base de usuários do serviço de cobrança da água: Proxy da Água
RT1A)Calc Tarifa sem Mov	Cálculo da distribuição do valor da tarifa base de implementação e operação da rota tecnológica sem os custos de movimentação de resíduos e rejeitos, de acordo com as premissas de contrato e de acordo com a base de usuários do serviço de cobrança da água: Proxy da Água
RT1A) Custos Valoriz E.Elétrica	Cálculo dos benefícios da valorização de resíduos via Biodigestão com reaproveitamento de todo o Biometano via produção de energia elétrica

Tab. 02: Abas referentes à Rota Tecnológica Padrão BIODIGESTÃO: Triagem Mecanizada e Reaproveitamento de todo o Biometano na Produção de Energia Elétrica
Fonte: Roteiro Análise Rotas Tecnológicas RSU – Ferramenta Roteiro

RT 1B – Rota Tecnológica BIODIGESTÃO | Distribuição Biometano

NOME DA ABA	DESCRIÇÃO / FINALIDADE das Abas
C-Dados RT1 Simplif.	Entrada de dados quantitativos e custos unitários de coleta, geração e movimentação de resíduos da RT1 - Rota Tecnológica Biodigestão
RT1B)BIODIG Descarb Biomet	Cálculo da modicidade tarifária da rota tecnológica em função dos quantitativos e preços potenciais de descarbonização da frota veicular: Autoconsumo (frota gestão RSU), Utilidade Pública (carros oficiais prefeituras) e Comercialização excedente no Mercado
RT1B)Gráf	Gráfico demonstrativo do encadeamento dos custos e receitas desde a tarifa bruta de implementação da rota tecnológica, acrescida dos custos de movimentação e com dedução das receitas de modicidade tarifária
RT1B)Calc Tarifa incl Mov	Cálculo da distribuição do valor da tarifa base de implementação e operação da rota tecnológica incluindo-se os custos de movimentação de resíduos e rejeitos, de acordo com as premissas de contrato e de acordo com a base de usuários do serviço de cobrança da água: Proxy da Água
RT1B)Calc Tarifa sem Mov	Cálculo da distribuição do valor da tarifa base de implementação e operação da rota

	tecnológica sem os custos de movimentação de resíduos e rejeitos, de acordo com as premissas de contrato e de acordo com a base de usuários do serviço de cobrança da água: Proxy da Água
RT1B)Descarb AutoCons	Cálculo dos benefícios da valorização de resíduos via Biodigestão com reaproveitamento parcial do biometano via programa de descarbonização da frota de caminhões usada na gestão de resíduos com uso de biocombustíveis
RT1B)Descarb Util Públ	Cálculo dos benefícios da valorização de resíduos via Biodigestão com reaproveitamento parcial do biometano via programa de descarbonização da frota de veículos oficiais com uso de biocombustíveis
RT1B)Comercializ Gás Biome	Cálculo dos benefícios da valorização de resíduos via Biodigestão com reaproveitamento do biometano "excedente" via comercialização de biocombustíveis em substituição ao gás natural

Tab. 03: Abas referentes à Rota Tecnológica Padrão BIODIGESTÃO: Triagem Mecanizada e Reaproveitamento Biometano em Programas de Descarbonização e Comercialização do excedente no mercado
Fonte: Roteiro Análise Rotas Tecnológicas RSU – Ferramenta Roteiro

RT 1C – Rota Tecnológica BIODIGESTÃO | Distribuição Biometano

NOME DA ABA	DESCRIÇÃO / FINALIDADE das Abas
C-Dados RT1 Simplif.	Entrada de dados quantitativos e custos unitários de coleta, geração e movimentação de resíduos da RT1 - Rota Tecnológica Biodigestão
RT1C)BIODIG Gas Natural	Cálculo da modicidade tarifária da rota tecnológica em função dos quantitativos e preços potenciais de descarbonização da frota veicular: Autoconsumo (frota gestão RSU), Utilidade Pública (carros oficiais prefeituras) e Comercialização excedente no Mercado
RT1C)Gráf	Gráfico demonstrativo do encadeamento dos custos e receitas desde a tarifa bruta de implementação da rota tecnológica, acrescida dos custos de movimentação e com dedução das receitas de modicidade tarifária
RT1C)Calc Tarifa incl Mov	Cálculo da distribuição do valor da tarifa base de implementação e operação da rota tecnológica incluindo-se os custos de movimentação de resíduos e rejeitos, de acordo com as premissas de contrato e de acordo com a base de usuários do serviço de cobrança da água: Proxy da Água
RT1C)Calc Tarifa sem Mov	Cálculo da distribuição do valor da tarifa base de implementação e operação da rota tecnológica sem os custos de movimentação de resíduos e rejeitos, de acordo com as premissas de contrato e de acordo com a base de usuários do serviço de cobrança da água: Proxy da Água

RT1C)Comercializ Gás Biome	Cálculo dos benefícios da valorização de resíduos via Biodigestão com reaproveitamento de todo o biometano via comercialização de biocombustíveis em substituição ao gás natural

Tab. 04: Abas referentes à Rota Tecnológica Padrão BIODIGESTÃO: Triagem Mecanizada e Reaproveitamento de todo o Biometano via Comercialização
Fonte: Roteiro Análise Rotas Tecnológicas RSU – Ferramenta Roteiro

RT 2 – Rota Tecnológica COMPOSTAGEM

NOME DA ABA	DESCRIÇÃO / FINALIDADE das Abas
C-Dados RT2 Simplif.	Entrada de dados quantitativos e custos unitários de coleta, geração e movimentação de resíduos da RT2 - Rota Tecnológica Compostagem
RT2)Compostagem CDR Comp Org	Cálculo da modicidade tarifária da rota tecnológica em função dos quantitativos e preços potenciais de descarbonização da frota veicular: Autoconsumo (frota gestão RSU), Utilidade Pública (carros oficiais prefeituras) e Comercialização excedente no Mercado
RT2)Gráf	Gráfico demonstrativo do encadeamento dos custos e receitas desde a tarifa bruta de implementação da rota tecnológica, acrescida dos custos de movimentação e com dedução das receitas de modicidade tarifária
RT2)Calc Tarifa incl Mov	Cálculo da distribuição do valor da tarifa base de implementação e operação da rota tecnológica incluindo-se os custos de movimentação de resíduos e rejeitos, de acordo com as premissas de contrato e de acordo com a base de usuários do serviço de cobrança da água: Proxy da Água
RT2)Calc Tarifa sem Mov	Cálculo da distribuição do valor da tarifa base de implementação e operação da rota tecnológica sem os custos de movimentação de resíduos e rejeitos, de acordo com as premissas de contrato e de acordo com a base de usuários do serviço de cobrança da água: Proxy da Água

Tab. 05: Abas referentes à Rota Tecnológica Padrão COMPOSTAGEM: Triagem Mecanizada e Digestão Aeróbia para Redução de Massa e Produção de Composto Orgânico
Fonte: Roteiro Análise Rotas Tecnológicas RSU – Ferramenta Roteiro

RT 3 – Rota Tecnológica BIOSECAGEM

NOME DA ABA	DESCRIÇÃO / FINALIDADE das Abas
C-Dados RT3 Simplif.	Entrada de dados quantitativos e custos unitários de coleta, geração e movimentação de resíduos da RT2 - Rota Tecnológica Compostagem
RT3)Biosecagem Prod BioCDR	Cálculo da modicidade tarifária da rota tecnológica em função dos quantitativos e preços potenciais de descarbonização da frota veicular: Autoconsumo (frota gestão RSU), Utilidade Pública (carros oficiais

	prefeituras) e Comercialização excedente no Mercado
RT3)Gráf	Gráfico demonstrativo do encadeamento dos custos e receitas desde a tarifa bruta de implementação da rota tecnológica, acrescida dos custos de movimentação e com dedução das receitas de modicidade tarifária
RT3)Calc Tarifa incl Mov	Cálculo da distribuição do valor da tarifa base de implementação e operação da rota tecnológica incluindo-se os custos de movimentação de resíduos e rejeitos, de acordo com as premissas de contrato e de acordo com a base de usuários do serviço de cobrança da água: Proxy da Água
RT3)Calc Tarifa sem Mov	Cálculo da distribuição do valor da tarifa base de implementação e operação da rota tecnológica sem os custos de movimentação de resíduos e rejeitos, de acordo com as premissas de contrato e de acordo com a base de usuários do serviço de cobrança da água: Proxy da Água

Tab. 06: Abas referentes à Rota Tecnológica Padrão BIODIGESTÃO: Triagem Mecanizada e Biosecagem da Fração Orgânica para Produção BioCDR
Fonte: Roteiro Análise Rotas Tecnológicas RSU – Ferramenta Roteiro

RT 4 – Rota Tecnológica INCINERAÇÃO

NOME DA ABA	DESCRIÇÃO / FINALIDADE das Abas
C-Dados RT4 Simplif.	Entrada de dados quantitativos e custos unitários de coleta, geração e movimentação de resíduos da RT2 - Rota Tecnológica Compostagem
RT4)Incineração - E Elétrica	Cálculo da modicidade tarifária da rota tecnológica em função dos quantitativos e preços potenciais de descarbonização da frota veicular: Autoconsumo (frota gestão RSU), Utilidade Pública (carros oficiais prefeituras) e Comercialização excedente no Mercado
RT4)Gráf	Gráfico demonstrativo do encadeamento dos custos e receitas desde a tarifa bruta de implementação da rota tecnológica, acrescida dos custos de movimentação e com dedução das receitas de modicidade tarifária
RT4)Calc Tarifa incl Mov	Cálculo da distribuição do valor da tarifa base de implementação e operação da rota tecnológica incluindo-se os custos de movimentação de resíduos e rejeitos, de acordo com as premissas de contrato e de acordo com a base de usuários do serviço de cobrança da água: Proxy da Água
RT4)Calc Tarifa sem Mov	Cálculo da distribuição do valor da tarifa base de implementação e operação da rota tecnológica sem os custos de movimentação de resíduos e rejeitos, de acordo com as premissas de contrato e de acordo com a base de usuários do serviço de cobrança da água: Proxy da Água

RT4) Custos Valoriz E.Elétrica	Cálculo dos benefícios da valorização de resíduos via Incineração com produção de energia elétrica

Tab. 07: Abas referentes à Rota Tecnológica Padrão INCINERAÇÃO: Triagem Mecanizada e Incineração Mass Burning de Rejeitos para Produção de Energia Elétrica
Fonte: Roteiro Análise Rotas Tecnológicas RSU – Ferramenta Roteiro

4.3 Descrição das Funcionalidades da Ferramenta Roteiro RART – Roteiro de Análise de Rotas Tecnológicas

A **Ferramenta Roteiro RART – Roteiro de Análise de Rotas Tecnológicas** possui 5 funcionalidades principais:

- **Análise Multicritério de Sites**: Permite avaliar os custos de movimentação de resíduos e rejeitos para os diferentes arranjos de municípios e rotas tecnológicas
- **Interface de Entrada de Informações**: Provê a interface com o usuário para introduzir todas as informações relacionadas ao potencial de valorização de resíduos, quais sejam: Demandas de Quantitativos e Preços. Permite também a importação dos dados básicos necessários gerados via Ferramenta de Rotas & Custos, mas que precisam ser importados para a ferramenta Roteiro
- **Cálculo dos Indicadores de Eficiência de Valorização e de Criação de Valor**: Essa funcionalidade parte das informações básicas de cada rota tecnológica gerada nas Ferramentas de Rotas, que associadas às demandas de mercado permite calcular os ganhos diretos via modicidade tarifária e os demais indiretos necessários aos cálculos dos indicadores % de eficiência de valorização de cada rota tecnológica inserida dentro de um determinado arranjo de municípios. A partir dessas informações, a Ferramenta Roteiro executa os cálculos dos ganhos diretos, ganhos indiretos, de criação de valor e dos indicadores de eficiência de valorização para o cenário que está sendo simulado.
- **Cálculo do Encadeamento entre Tarifa Bruta e Tarifa Líquida**: Para cada rota tecnológica dentro de cada arranjo e cenário pré-definidos pelo usuário, a ferramenta calcula o valor da tarifa líquida a ser paga pelo munícipe a partir da tarifa bruta da Ferramenta de Rotas e Custos, deduzindo-se as diferentes receitas diretas tidas como modicidade tarifária para cada rota tecnológica. Dentro dessa funcionalidade, tem-se também a estruturação do encadeamento dos valores da tarifa bruta e custos de movimentação de resíduos e rejeitos até a tarifa liquida a ser paga pelo munícipe, demonstrando os desdobramentos de todas as opções de modicidade tarifária sendo aplicados em um determinado cenário.
- **Cálculo da Distribuição da Tarifa Líquida**: Essa funcionalidade permite estimar de acordo com o número de economias da base de dados do sistema de cobrança da água, os valores estimados das tarifas a serem cobradas dos munícipes para cada faixa de consumo da água existente conforme o sistema de cobrança da água atual. Existem 2 cálculos sendo feitos dentro da funcionalidade, o primeiro que considera apenas os custos da rota tecnológica acrescidos dos custos de movimentação e, um segundo cálculo dos valores hipotéticos de uma tarifa que não considera os custos de movimentação – o objetivo desse segundo cálculo é o de se

evidenciar os impactos dos custos das tecnologias nos valores das tarifas, isolando-se os custos de movimentação dos resíduos e rejeitos

- **Relatórios e Apresentação de Produtos e Resultados**: Essa funcionalidade permite ao usuário ter acesso aos resultados das principais informações gerenciais de cada rota tecnológica via gráficos ou tabelas. A análise desses produtos permite ao usuário definir novas premissas ou cenários e extrair recomendações para os estudos detalhados EVTEA.

Temos agora na sequência o detalhamento da implementação de cada funcionalidade

4.3.1 Funcionalidade de Análise Multicritério de Sites

Essa funcionalidade está implementada na **aba "ANÁLISE DE SITES MULTICRITÉRIO"**, na mesma, o usuário deverá inserir todas as informações necessárias para análise dos custos de movimentação de resíduos e rejeitos. Essas informações estão dispostas na aba conforme a **Figura 04**.

- Quantitativo de resíduos coletado (t.d-1): **Cel O08:O17**
- Distâncias físicas entre as cidades do consórcio: **Cel D8:M17**
- Custo unitário da coleta dos resíduos mistos (R$.t^{-1} RSU): **Cel Q08:Q17**
- Custo unitário das operações de transbordo (R$.t^{-1} RSU): **Cel S08:S17**
- Custo unitário de transporte pós transbordo (R$.t^{-1}.Km^{-1}): **Cel U08:U17**

Assim, tem-se:

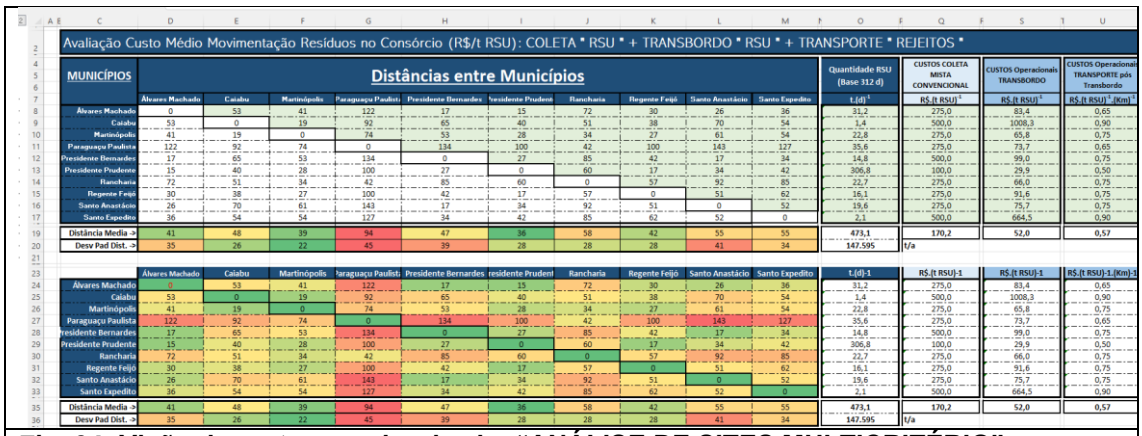


Fig. 04: Visão da parte superior da aba "ANÁLISE DE SITES MULTICRITÉRIO"
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

Na **Figura 04** se observa também, entre as **linhas 24 e 33,** o mapa de calor demonstra as diferenças relativas entre as distâncias das cidades, sendo que quanto maior a distância, o valor aparece em um tom vermelho forte e quanto menor em um tom verde mais forte e os valores intermediários assumem diferentes tonalidades passando pela cor amarela. Nas **linhas 35 e 36**, na coluna de cada cidade tem-se o valor médio das distâncias para as demais e qual o desvio padrão desses valores, com isso, o usuário tem uma informação que representa os cenários de
custos de movimentação mais baixos denotados pela coloração verde.

Na sequência, temos na **Figura 05** as etapas do cálculo dos custos de movimentação. Para isso, o usuário deverá selecionar na **Cel H42**, qual a cidade a ser definida como localização da UTVR e na **Cel H49** a cidade ser definida como localização do Aterro Sanitário para envio dos rejeitos. Dessa forma, a ferramenta calculará o encadeamento dos custos de modo a se consolidar todos os custos de movimentação de resíduos e rejeitos para cada rota tecnológica em toda a cadeia desde a coleta até a disposição final passando pelas diferentes alternativas de rotas tecnológicas até a disposição final dos rejeitos conforme premissas de aterramento pré-definidas. Os valores consolidados totais dos custos de movimentação da RT1, RT2, RT3 e RT4 podem ser vistos nas **Cel´s H59**, **I59**, **J59** e **K59**, respectivamente. Cabe destacar que:

- Todos os valores estão referidos ao quantitativo anual de RSU para se permitir ter uma mesma base de comparação
- Na **Linha 56**, tem-se os diferentes % de desvio de aterro de cada rota tecnológica obtido através das informações de simulação da Ferramenta Rotas e Custos
- Na **Cel I52**, o usuário informa a expectativa de otimização do custo unitário de rejeitos vs o custo unitário de transporte de resíduos, face à densidade superior dos mesmos

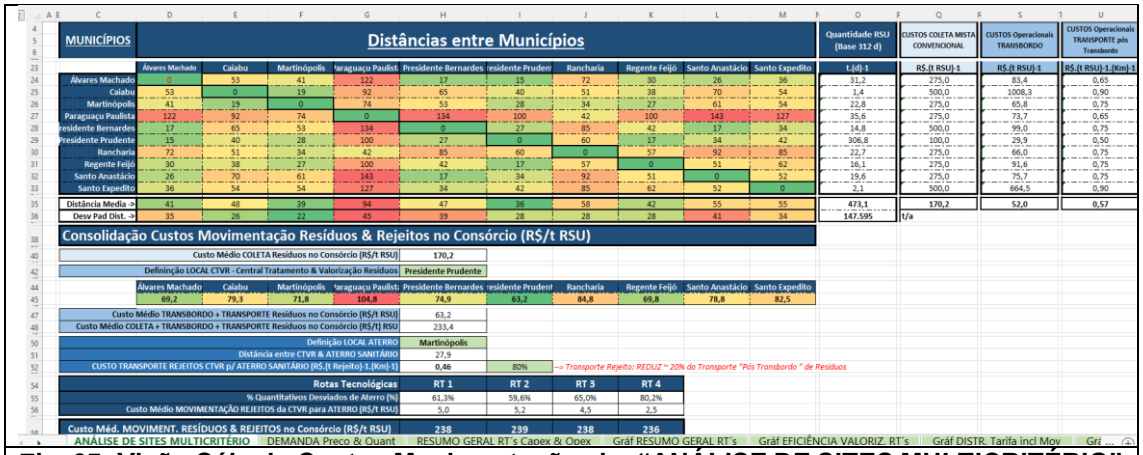


Fig. 05: Visão Cálculo Custos Movimentação aba "ANÁLISE DE SITES MULTICRITÉRIO"
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

Esses valores consolidados na **Linha 59** serão utilizados nas estimativas de custo de implementação de cada rota tecnológica junto com o valor da tarifa bruta estimada pela Ferramenta de Rotas e Custos de modo a se consolidar o esforço total em termos de tarifa bruta para se remunerar uma determinada rota tecnológica em um determinado arranjo de municípios.

4.3.2 Funcionalidade de Interface de Entrada de Informações

Essa funcionalidade tem duas fontes de dados e informações. A primeira, que se refere às informações fornecidas diretamente pelo usuário, está implementada na **aba "DEMANDA Preço & Quant"**, na mesma, o usuário deverá inserir todas as informações relacionadas à potencialidade de valorização de resíduos nos canais de criação/distribuição de valor definidos e de acordo com as expectativas de demanda em termos de quantitativos e preços. Na **Figura 06** tem-se uma visão geral da aba:

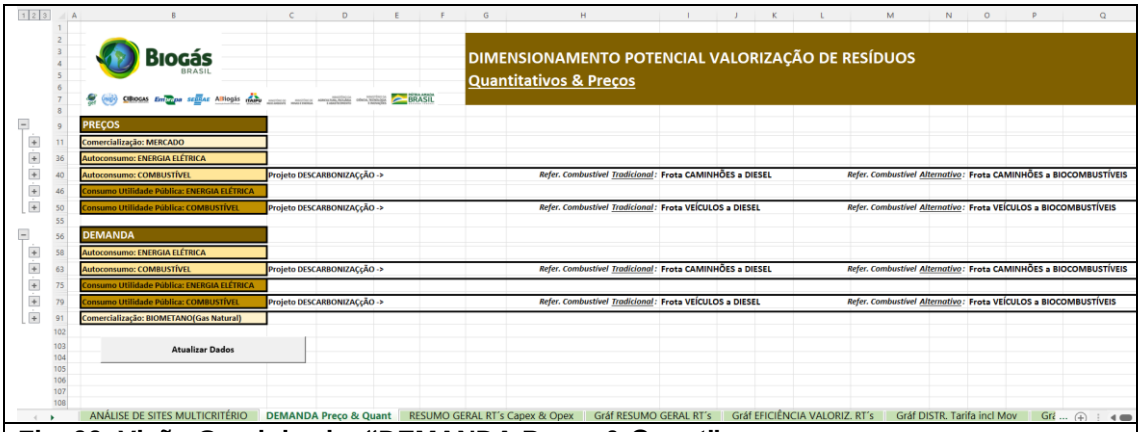


Fig. 06: Visão Geral da aba "DEMANDA Preço & Quant"
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

Nessa aba, o usuário deverá inserir os preços e quantitativos a serem simulados para o cenário pretendido de análise. Para isso, do lado esquerdo da aba tem-se agrupados as potencialidades de quantitativos (**DEMANDA**) e de preços (**PREÇOS**) organizadas de acordo com os diferentes canais de distribuição: **Autoconsumo**, **Utilidade Pública** e **Comercialização**.
O usuário pode desagrupar qualquer um desses canais de distribuição e assim terá acesso a inserir a premissa a ser adotada no cenário pretendido de análise. Como exemplo, tem-se os dados de **PREÇO** para o canal de comercialização na **Figura 07**.

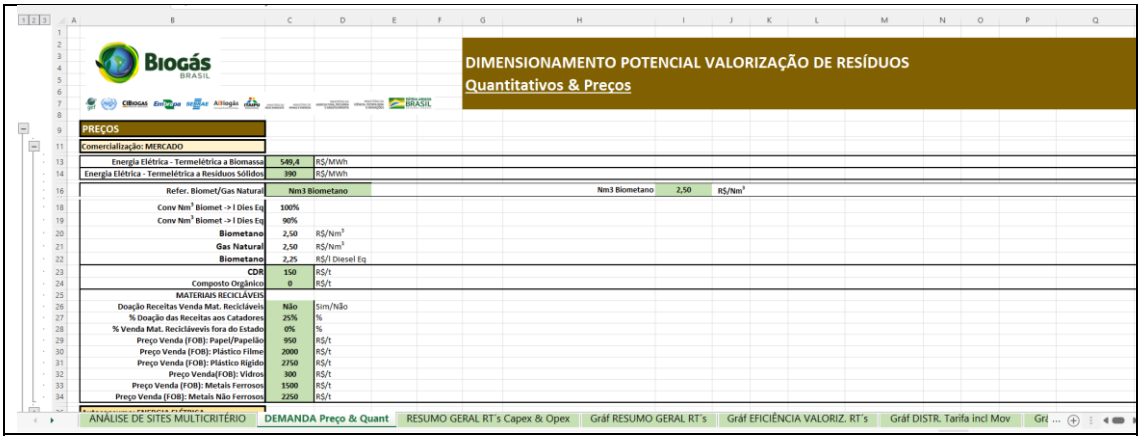
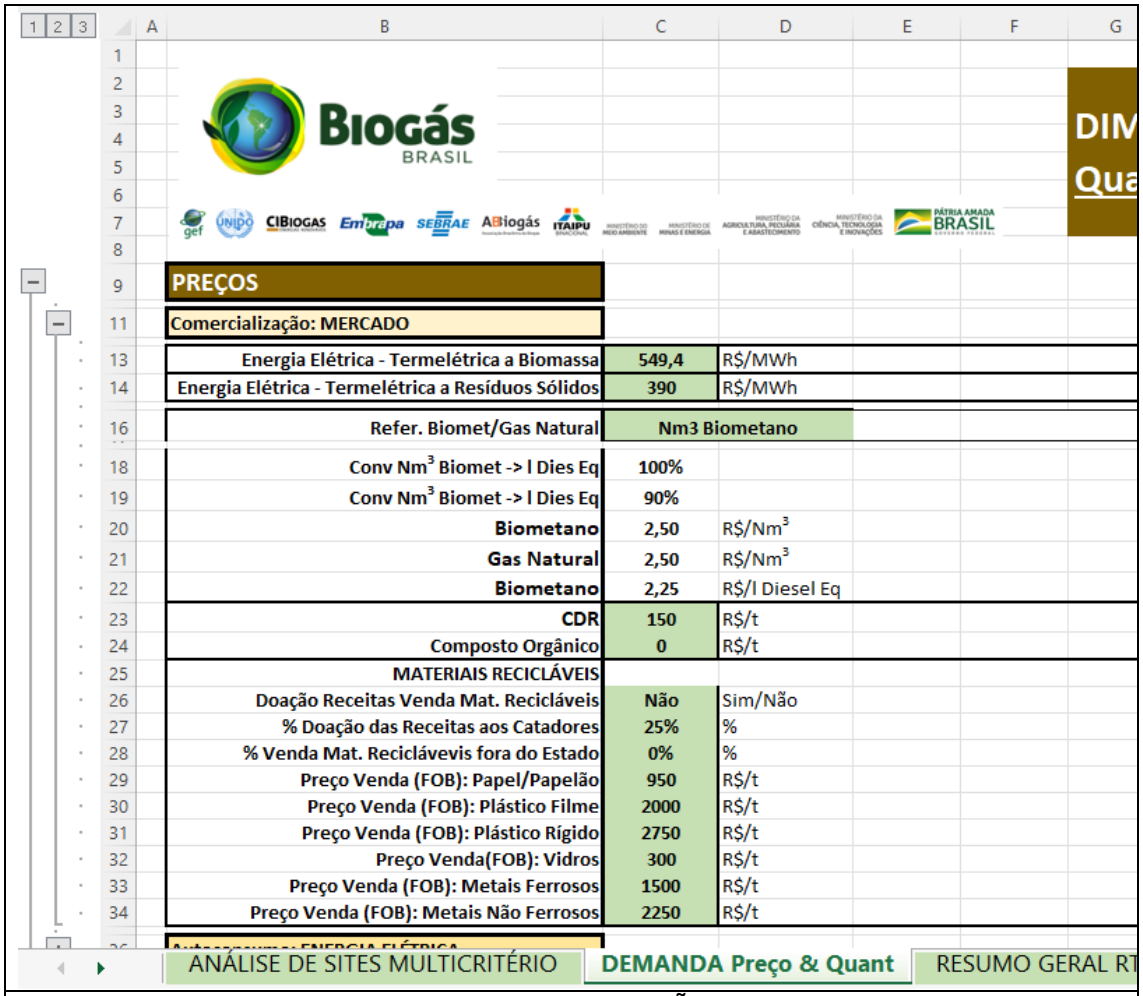


Fig. 07: Visão Detalhada PREÇOS COMERCIALIZAÇÃO aba "DEMANDA Preço & Quant"
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

Na **Figura 08,** pode-se ver as células na "**cor verde**" para inserção das premissas de preço pelo usuário para todos os produtos que podem ser produzidos nas rotas tecnológicas padrão pré-definidas. As unidades aparecem ao lado que cada variável, de forma respectiva e, especificamente em relação aos preços e quantitativos de biometano, o usuário tem a opção de definir na **Cel C16** a referência de preço entre **Nm³ Biometano** ou **Nm³ de Gás Natural**. A ferramenta fará as devidas conversões automaticamente.



PREÇOS			
Comercialização: MERCADO			
Energia Elétrica - Termelétrica a Biomassa	549,4	R$/MWh	
Energia Elétrica - Termelétrica a Resíduos Sólidos	390	R$/MWh	
Refer. Biomet/Gas Natural	Nm3 Biometano		
Conv Nm^3 Biomet -> l Dies Eq	100%		
Conv Nm^3 Biomet -> l Dies Eq	90%		
Biometano	2,50	R$/$Nm^3$	
Gas Natural	2,50	R$/$Nm^3$	
Biometano	2,25	R$/l Diesel Eq	
CDR	150	R$/t	
Composto Orgânico	0	R$/t	
MATERIAIS RECICLÁVEIS			
Doação Receitas Venda Mat. Recicláveis	Não	Sim/Não	
% Doação das Receitas aos Catadores	25%	%	
% Venda Mat. Reciclávevis fora do Estado	0%	%	
Preço Venda (FOB): Papel/Papelão	950	R$/t	
Preço Venda (FOB): Plástico Filme	2000	R$/t	
Preço Venda (FOB): Plástico Rígido	2750	R$/t	
Preço Venda(FOB): Vidros	300	R$/t	
Preço Venda (FOB): Metais Ferrosos	1500	R$/t	
Preço Venda (FOB): Metais Não Ferrosos	2250	R$/t	

Fig. 08: Visão Detalhada PREÇOS COMERCIALIZAÇÃO aba "DEMANDA Preço & Quant"
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

A segunda fonte de informações da Ferramenta Roteiro se refere à importação dos dados básicos das rotas tecnológicas padrão e que foram gerados individualmente através da Ferramenta de Rotas e Custos. Para se importar esses dados, foi criado um botão na mesma **aba "DEMANDA Preço & Quant"**, conforme pode ser visto na **Figura 09**.

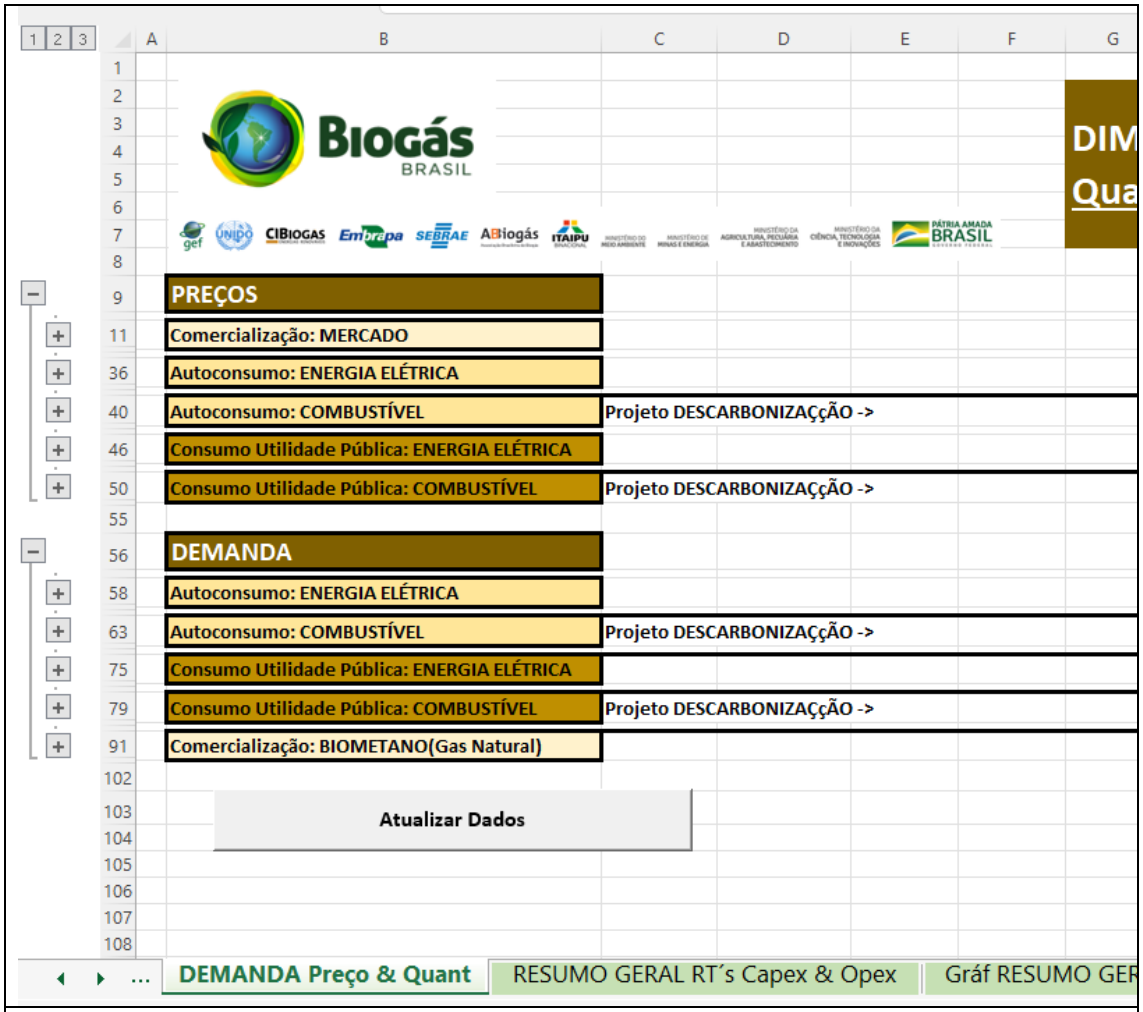


Fig. 09: Visão Detalhada Botão "Atualizar Dados" da Aba "DEMANDA Preço & Quant"
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

Ao clicar nesse botão, o usuário terá acesso à janela de interface mostrada na **Figura 10**, onde ele procura nos diretórios do computador o arquivo Excel referente à simulação da rota tecnológica da qual se deseja importar as informações, aciona o botão "**ABRIR**" e, na sequência seleciona ainda dentro da janela aberta da Ferramenta Roteiro, qual das quatro possíveis RT´s Padrões a mesma se refere, destacando que existem 4 Rotas Tecnológicas Padrões, conforme pré-definido pela metodologia de análise de forma simplificada.

Após a seleção da RT Padrão a que se refere o arquivo, o usuário seleciona a opção "**ATUALIZAR**" e assim automaticamente a Ferramenta Roteiro irá importar todas as informações geradas previamente na Ferramenta de Rotas e Custos acerca daquela rota tecnológica definida e atualizar a correspondente sua RT Padrão, dentro da própria Ferramenta Roteiro. Os detalhes dessa operação podem ser vistos na **Figura 10** cabendo destacar que o usuário deverá fazer a mesma toda vez que houver alguma mudança estrutural na simulação da rota tecnológica pré-definida.

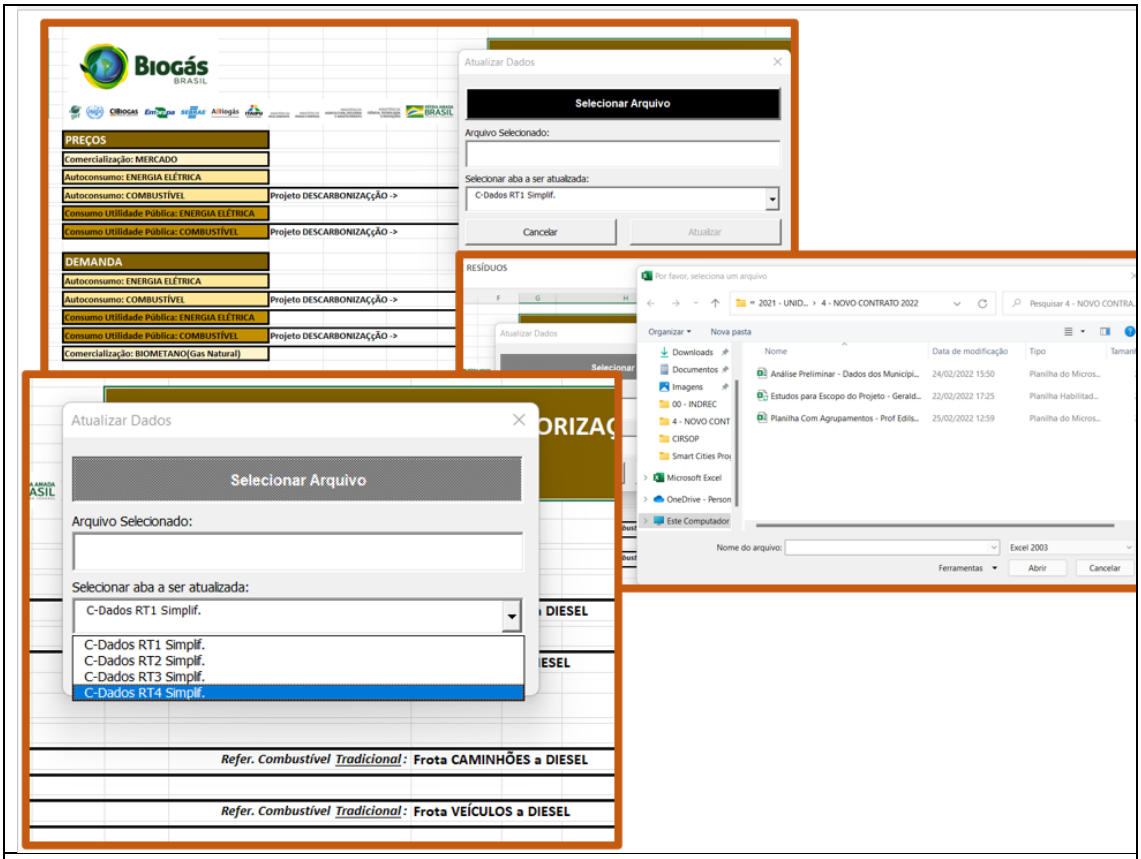


Fig. 10: Janelas Interface Botão "Atualizar Dados" da Aba "DEMANDA Preço & Quant"
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

Uma vez que as informações e dados das 4 rotas tecnológicas padrões foram importados da Ferramenta Rotas e Custos para a Ferramenta Roteiro e os dados das premissas de quantitativos e preços foram atualizados para o cenário que se deseja simular, pode-se então avaliar os cálculos da modicidade tarifária, valor da tarifa líquida, distribuição da tarifa entre os usuários por economias e por último, avaliar os cálculos dos indicadores de % de eficiência de cada rota tecnológica dentro do cenário para o qual as premissas foram pré-definidas.

4.3.3 Simulação das 4 Rotas Tecnológicas Padrão com o Uso e Aplicação da Ferramenta de Rotas e Custos no Estudo de Caso

Como não há ainda uma funcionalidade de integração automática entre as Ferramentas de Rotas e Custos e a Ferramenta Roteiro, faz-se necessário usar a Ferramenta de Rotas e Custos e gerar os 4 arquivos em Excel com as simulações das 4 rotas tecnológicas padrão dentro do contexto de cenário em análise e para cada arranjo de municípios definidos para o estudo de caso em curso.

4.3.4 Funcionalidades de Importação de Dados, Cálculos das Tarifas e dos Indicadores de Eficiência de Valorização e de Criação de Valor

Essa funcionalidade está implementada individualmente nas abas de cada rota tecnológica padrão.

4.3.4.1 Interface e Importação de Dados da Ferramenta Rotas e Custos

A partir dos dados obtidos da simulação da Ferramenta de Rotas e Custos importadas via **aba "C-Dados RT1 Simplif."**, como exemplo para a rota tecnológica padrão **RT1 – BIODIGESTÃO**, cuja visão geral pode ser vista na **Figura 11**.

CASO SIMULAÇÃO		CIRSOP - Consórcio RSU Oeste Paulista
Quant. RSU (Ano 1)	468	t/d
Estimativa Valor TARIFA BRUTA PROJETO	294	R$/t
Est. Valor TARIFA BRUTA ACIONISTA	315	R$/t
Prazo Contrato	35	a
Wacc	9,6%	%
CENÁRIO Nova Rota Tecnológica DADOS MODELO SIMPLIFICADO SIMULAÇÃO		Ecoparque BIODIGESTÃO: Materiais Recicláveis, Energia Elétrica, Biometano/BioCombustível, CDR e Composto Orgânico
Nova Rota Tecnológica: FLUXO DE CAIXA LIVRE | Prazo Contrato		
Nova Rota Tecnológica: CÁLCULO DOS GANHOS INDIRETOS		
Nova Rota Tecnológica: BALANÇO DE MASSA		

Fig. 11: Visão Geral Aba de Interface "C-Dados Rot 1 Simplif"
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

Na sequência abaixo na **Figura 12**, temos a abertura e o detalhamento das informações referentes ao **Fluxo de Caixa Livre** estimado para o projeto

Nova Rota Tecnológica: FLUXO DE CAIXA LIVRE | Prazo Contrato						
Ano do Contrato		0	1	2	3	4
Pay Back		1	1	1	1	1
Dados Quantitativos RSU	5.494.445	146.000	146.686	147.376	148.068	148.764
Dados de Capex	286,700	74,565	108,194	103,941	0,000	0,000
VPL - Dados Capex	261,560	68,027	98,707	94,827	0,000	0,000
Dados de Opex + Gestão do Contrato	1.073,869	3,826	3,826	3,826	33,200	33,200
VPL - Dados de Opex + Gestão do Contrato	919,129	3,491	3,491	3,491	30,289	30,289
Dados de Receitas Extraordinárias	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
VPL - Dados de Receitas Extrordinárias	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Dados de Receitas Diretas	1.383,849	36,772	36,945	37,119	37,293	37,468
VPL - Dados de Receitas Diretas	1.185,095	33,548	33,705	33,864	34,023	34,183
Receita do Ente Público pela disposição do RPU	58,786	1,562	1,569	1,577	1,584	1,592
VPLL - Receitas do Ente Público p/ Disp. do RPU	50,343	1,425	1,432	1,439	1,445	1,452
Margem Bruta/Lucro Bruto Operacional	82,067	-40,057	-73,506	-69,072	5,678	5,860
VPL - Margem Bruta/Lucro Bruto Operacional	54,749	-36,545	-67,060	-63,016	5,180	5,346
Imposto IRPJ + CSLL	89,999	0,000	0,000	0,000	1,930	1,992
VPL - Imposto IRPJ + CSLL	75,266	0,000	0,000	0,000	1,761	1,818
FCL Projeto	-7,932	-40,057	-73,506	-69,072	3,747	3,868
VPL - FCL Projeto	-13,939	-36,545	-67,060	-63,016	3,419	3,529
Acc		-40,057	-113,563	-182,635	-178,888	-175,021
Prazo Contrato	35	a				
Wacc						
Receitas Tarifa RDO Efetiva Edital - NOVA RT	1.383,849	R$		252	R$/t	
Modicidade Tarifária -> Receitas Extraordinárias NOVA RT	0,000	R$		0	R$/t	
Taxa Ente Público RPU - NOVA RT	58,786	R$		11	R$/t	
Receita Total Bruta Faturamento - NOVA RT	1.442,636	R$		263	R$/t	
Custos Investimento e Operação - NOVA RT	1.360,568	R$		248	R$/t	
Impostos Operação - NOVA RT	89,999	R$		16	R$/t	
Remuneração Investimento e Operação Investidor - NOVA RT	-7,932	R$		-1	R$/t	

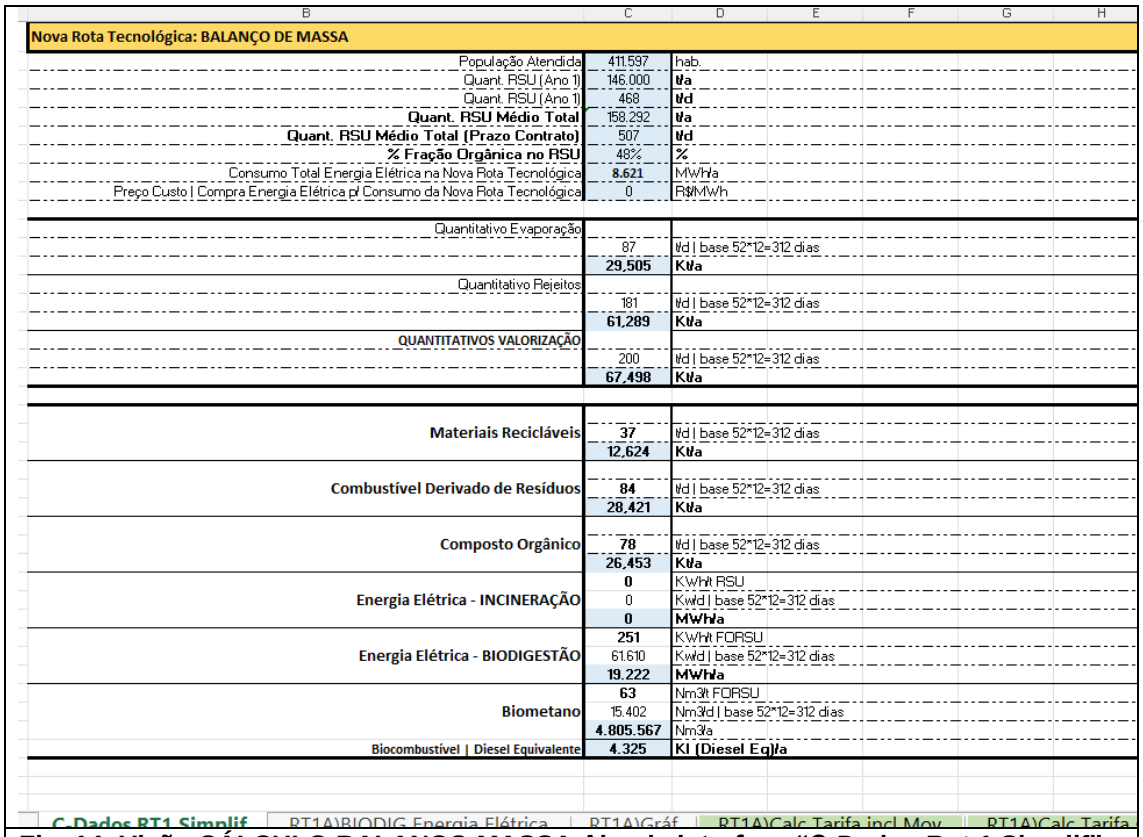
Fig. 12: Visão CÁLCULO FLUXO CAIXA LIVRE Aba de Interface "C-Dados Rot 1 Simplif"
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

Na **Figura 13**, vê-se a abertura e o detalhamento dos cálculos dos **Ganhos Indiretos** relacionados à respectiva rota tecnológica, todas essas informações referidas ao quantitativo anual de RSU de modo a serem comparáveis com as informações similares de outras rotas tecnológicas.

B	C	D	E	F	G	H
Nova Rota Tecnológica: CÁLCULO DOS GANHOS INDIRETOS						
Custo Evitado por Desvio de Aterro	**8.706.488**	**R$/a**		**60**	**R$/t**	**22%**
Qt desviado de Aterro	**89.470**	t/a				
Custo Aterramento incl. Despesas Monitor. Pós Encerramento Aterro	**97**	R$/t				
Valor Monetário Doação da Venda Mat. Recicláveis aos Catadores	**11.367.732**	**R$/a**		**78**	**R$/t**	**29%**
Mat. Recicl.: Papel/Papelão — Triagem Mecanizada	**5.184**	t/a				
Mat. Recicl.: Plástico Filme — Triagem Mecanizada	**3.522**	t/a				
Mat. Recicl.: Plástico Rígido — Triagem Mecanizada	**1.820**	t/a				
Mat. Recicl.: Vidros — Triagem Mecânica	**950**	t/a				
Mat. Recicl.: Metais Não Ferrosos — Triagem Mecanizada	**237**	t/a				
Mat. Recicl.: Metais Ferrosos — Triagem Mecanizada	**910**	t/a				
Doação Receitas Venda Materiais Recicláveis	**Sim**	Sim/Não				
% Doação das Receitas aos Catadores	**100%**	%				
% Venda Matetriais Recicláveis fora do Estado	**25%**	%				
Preço Médio Bruto — Venda (FOB): Papel/Papelão	**300**	R$/t				
Preço Médio Bruto — Venda (FOB): Plástico Filme	**750**	R$/t				
Preço Médio Bruto — Venda (FOB): Plástico Rígido	**1.250**	R$/t				
Preço Médio Bruto — Venda(FOB): Vidros	**50**	R$/t				
Preço Médio Bruto — Venda (FOB): Metais Ferrosos	**570**	R$/t				
Preço Médio Bruto — Venda (FOB): Metais Não Ferrosos	**900**	R$/t				
Valor Pago como Salários em Empregos Diretos	**4.225.421**	R$/a		29	R$/t	11%
Valor Pago Tributos Federais s/ os Salários Novos Empregos	**5.915.590**	R$/a		41	R$/t	15%
Valor Pago como Impostos Mun.: ISS	**2.235.227**	R$/a		15	R$/t	6%
Qt RDO Coletado para Tratamento e Disposição - NOVA RT	**146.000**	t/a				
Valor Tarifa Tratamento + Disposição RDO NOVA RT	**294**	R$/t				
Qt RPU Serviço Limpeza Pública p/ Disposição - NOVA RT	**18.720**	t/a				
Valor Tarifa Ente Pública p/ Disposição RPU NOVA RT	**97**	R$/t				
Alíquota Imposto Municipal ISS - Imposto Sobre Serviço	**5,0%**	%				
Valor Pago como Impostos Est.: ICMS	**217.564**	R$/a		1	R$/t	1%
Alíquota Imposto Municipal ICMS - Imposto Sobre Circulação Mercadorias	**12,0%**	%				
% Venda Matetriais Recicláveis fora do Estado	**25,0%**	%				
Valor Pago como Impostos Fed.: IRPJ, PIS\COFINS	**6.538.063**	R$/a		45	R$/t	17%
Alíquota Imposto Federal PIS COFINS - Imposto Sobre Serviços e Mercadorias	**9,25%**	%				
Qt RDO Coletado para Tratamento e Disposição - NOVA RT	**146.000**	t/a				
Valor Tarifa Tratamento + Disposição RDO NOVA RT	**294**	R$/t				
Qt RPU Serviço Limpeza Pública p/ Disposição - NOVA RT	**18.720**	t/a				
Valor Tarifa Ente Pública p/ Disposição RPU NOVA RT	**97**	R$/t				
Sub-Total	**39.206.085**	**R$/a**		**269**	**R$/t**	**100%**

Fig. 13: Visão CÁLCULO GANHOS INDIRETOS Aba de Interface "C-Dados Rot 1 Simplif"
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

E, na parte de baixo da aba, conforme mostrado na **Figura 14**, vê-se a abertura e o detalhamento dos dados referentes ao **Balanço de Massa** da respectiva rota tecnológica e todas essas informações também estão referidas ao quantitativo anual de RSU de modo a serem comparáveis com as informações similares de outras rotas tecnológicas.



B	C	D
Nova Rota Tecnológica: BALANÇO DE MASSA		
População Atendida	411.597	hab.
Quant. RSU (Ano 1)	146.000	t/a
Quant. RSU (Ano 1)	468	t/d
Quant. RSU Médio Total	158.292	t/a
Quant. RSU Médio Total (Prazo Contrato)	507	t/d
% Fração Orgânica no RSU	48%	%
Consumo Total Energia Elétrica na Nova Rota Tecnológica	8.621	MWh/a
Preço Custo | Compra Energia Elétrica p/ Consumo da Nova Rota Tecnológica	0	R$/MWh
Quantitativo Evaporação		
	87	t/d | base 52*12=312 dias
	29.505	**Kt/a**
Quantitativo Rejeitos		
	181	t/d | base 52*12=312 dias
	61.289	**Kt/a**
QUANTITATIVOS VALORIZAÇÃO		
	200	t/d | base 52*12=312 dias
	67.498	**Kt/a**
Materiais Recicláveis	**37**	t/d | base 52*12=312 dias
	12.624	**Kt/a**
Combustível Derivado de Resíduos	**84**	t/d | base 52*12=312 dias
	28.421	**Kt/a**
Composto Orgânico	**78**	t/d | base 52*12=312 dias
	26.453	**Kt/a**
Energia Elétrica - INCINERAÇÃO	**0**	KWh/t RSU
	0	Kw/d | base 52*12=312 dias
	0	**MWh/a**
Energia Elétrica - BIODIGESTÃO	**251**	KWh/t FORSU
	61.610	Kw/d | base 52*12=312 dias
	19.222	**MWh/a**
Biometano	**63**	Nm3/t FORSU
	15.402	Nm3/d | base 52*12=312 dias
	4.805.567	Nm3/a
Biocombustível | Diesel Equivalente	**4.325**	**Kl (Diesel Eq)/a**

C-Dados RT1 Simplif | RT1A)BIODIG Energia Elétrica | RT1A)Gráf | RT1A)Calc Tarifa incl Mov | RT1A)Calc Tarifa

Fig. 14: Visão CÁLCULO BALANÇO MASSA Aba de Interface "C-Dados Rot 1 Simplif"
*F*onte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

Com base nos dados obtidos das rotas tecnológicas e nas premissas de demanda de mercado inseridas pelo usuário do contexto do consórcio, temos na **aba "RT1A)BIODIG Energia Elétrica"**, os cálculos dos valores do encadeamento dos valores das tarifas a partir do valor da tarifa bruta fornecida pela Ferramenta de Rotas e Custos acrescida dos custos de movimentação de resíduos e rejeitos em conformidade com as informações de custo unitário inseridas pelo usuário, bem como das definições dos locais de referência para instalação da UTVR e do aterro sanitário de destinação do rejeitos. A visão geral desse encadeamento de custos pode ser vista na **Figura 15**.

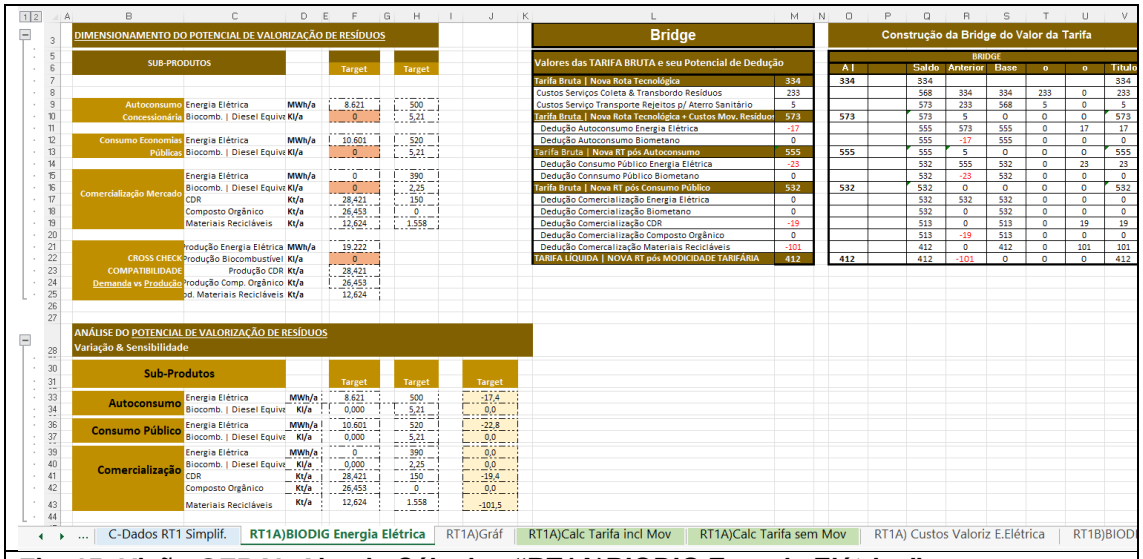
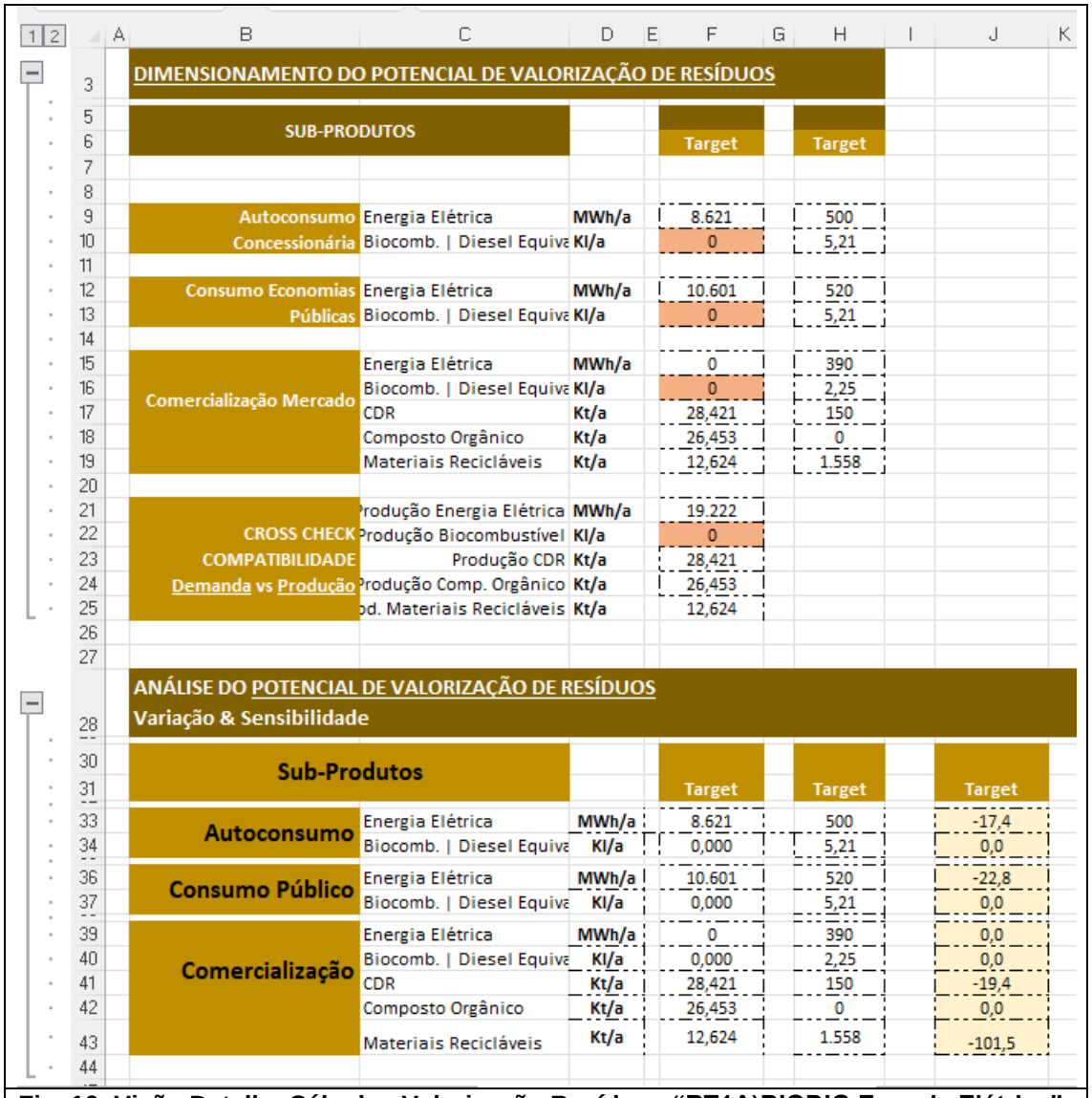


Fig. 15: Visão GERAL Aba de Cálculos "RT1A)BIODIG Energia Elétrica"
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

Na parte esquerda da aba, tem-se os cálculos das variáveis intermediárias de valorização baseado nos preços e quantitativos definidos pelo usuário para o cenário em análise conforme a **Figura 16** abaixo:



DIMENSIONAMENTO DO POTENCIAL DE VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS

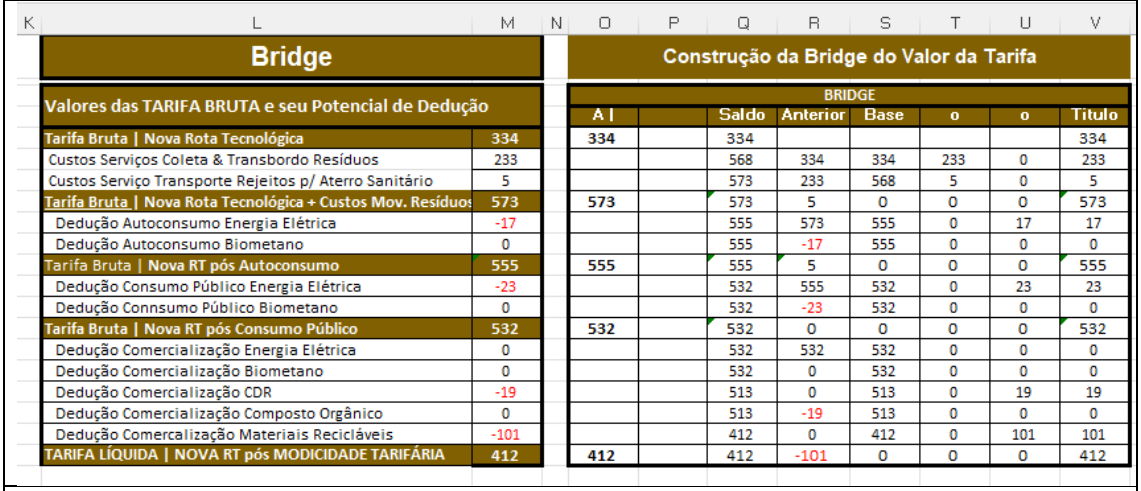
SUB-PRODUTOS			Target	Target
Autoconsumo	Energia Elétrica	MWh/a	8.621	500
Concessionária	Biocomb. | Diesel Equiva	Kl/a	0	5,21
Consumo Economias	Energia Elétrica	MWh/a	10.601	520
Públicas	Biocomb. | Diesel Equiva	Kl/a	0	5,21
Comercialização Mercado	Energia Elétrica	MWh/a	0	390
	Biocomb. | Diesel Equiva	Kl/a	0	2,25
	CDR	Kt/a	28,421	150
	Composto Orgânico	Kt/a	26,453	0
	Materiais Recicláveis	Kt/a	12,624	1.558
CROSS CHECK COMPATIBILIDADE Demanda vs Produção	rodução Energia Elétrica	MWh/a	19.222	
	Produção Biocombustível	Kl/a	0	
	Produção CDR	Kt/a	28,421	
	rodução Comp. Orgânico	Kt/a	26,453	
	od. Materiais Recicláveis	Kt/a	12,624	

ANÁLISE DO POTENCIAL DE VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS
Variação & Sensibilidade

Sub-Produtos			Target	Target	Target
Autoconsumo	Energia Elétrica	MWh/a	8.621	500	-17,4
	Biocomb. | Diesel Equiva	Kl/a	0,000	5,21	0,0
Consumo Público	Energia Elétrica	MWh/a	10.601	520	-22,8
	Biocomb. | Diesel Equiva	Kl/a	0,000	5,21	0,0
Comercialização	Energia Elétrica	MWh/a	0	390	0,0
	Biocomb. | Diesel Equiva	Kl/a	0,000	2,25	0,0
	CDR	Kt/a	28,421	150	-19,4
	Composto Orgânico	Kt/a	26,453	0	0,0
	Materiais Recicláveis	Kt/a	12,624	1.558	-101,5

Fig. 16: Visão Detalhe Cálculos Valorização Resíduos "RT1A)BIODIG Energia Elétrica"
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

E do lado direito, tem-se a organização das informações demonstrando o encadeamento dos custos entre a tarifa bruta e a tarifa líquida pós modicidade tarifária a ser demonstrado na forma gráfica, mas representado de forma tabular na **Figura 17**.



Bridge

Valores das TARIFA BRUTA e seu Potencial de Dedução	
Tarifa Bruta | Nova Rota Tecnológica	334
Custos Serviços Coleta & Transbordo Resíduos	233
Custos Serviço Transporte Rejeitos p/ Aterro Sanitário	5
Tarifa Bruta | Nova Rota Tecnológica + Custos Mov. Resíduos	573
Dedução Autoconsumo Energia Elétrica	-17
Dedução Autoconsumo Biometano	0
Tarifa Bruta | Nova RT pós Autoconsumo	555
Dedução Consumo Público Energia Elétrica	-23
Dedução Connsumo Público Biometano	0
Tarifa Bruta | Nova RT pós Consumo Público	532
Dedução Comercialização Energia Elétrica	0
Dedução Comercialização Biometano	0
Dedução Comercialização CDR	-19
Dedução Comercialização Composto Orgânico	0
Dedução Comercalização Materiais Recicláveis	-101
TARIFA LÍQUIDA | NOVA RT pós MODICIDADE TARIFÁRIA	412

Construção da Bridge do Valor da Tarifa

		BRIDGE					
A |		Saldo	Anterior	Base	o	o	Titulo
334		334					334
		568	334	334	233	0	233
		573	233	568	5	0	5
573		573	5	0	0	0	573
		555	573	555	0	17	17
		555	-17	555	0	0	0
555		555	5	0	0	0	555
		532	555	532	0	23	23
		532	-23	532	0	0	0
532		532	0	0	0	0	532
		532	532	532	0	0	0
		532	0	532	0	0	0
		513	0	513	0	19	19
		513	-19	513	0	0	0
		412	0	412	0	101	101
412		412	-101	0	0	0	412

Fig. 17: Detalhe Encadeamento Tarifas Bruta e Líquida "RT1A)BIODIG Energia Elétrica
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

Esse padrão de organização dos dados e metodologia de cálculo é padrão de modo que existem abas similares às descritas nesse capítulo para as demais rotas tecnológicas padrão, conforme a **Tabela 08** a seguir:

Rota Tecnológica Padrão	Aba de Interface de Dados	Aba Encadeamento Tar. Bruta vs Tar. Líquida
RT1A – **BIODIGESTÃO** c/ Produção de Energia Elétrica	**"C-Dados Rot 1 Simplif"**	**"RT1A)BIODIG Energia Elétrica"**
RT1B – **BIODIGESTÃO** c/ Distr. Biometano via Descarbonização Pública	**"C-Dados Rot 1 Simplif"**	**RT1B)BIODIG Descarb Biomet**
RT 1C – **BIODIGESTÃO** c/ Distr. Biometano via Comercialização	**"C-Dados Rot 1 Simplif"**	**RT1C)BIODIG Gas Natural**
RT 2 – **COMPOSTAGEM** c/ Prod. Composto Orgânico	**"C-Dados Rot 2 Simplif"**	**2)Compostagem CDR Comp Org**
RT 3 – **BIOSECAGEM** c/ Prod. BioCDR	**"C-Dados Rot 3 Simplif"**	**3)Biosecagem Prod BioCDR**
RT 4 – **INCINERAÇÃO** c/ Prod. Composto Orgânico	**"C-Dados Rot 4 Simplif"**	**4)Incineração - E Elétrica**

Tab. 08: Abas referentes às Interfaces de Dados com a Ferramenta Rotas e Custos e ao Encadeamento de Custos Tarifa Bruta vs Tarifa Líquida para cada Rota Tecnológica
Fonte: Roteiro Análise Rotas Tecnológicas RSU – Ferramenta Roteiro

Nas abas acima listadas na **Tabela 08**, se encontram todas as estruturas de interface de dados entre a Ferramenta de Rotas e Custos e a Ferramenta Roteiro e todos os encadeamentos entre a tarifa bruta para cada rota tecnológica e a tarifa líquida para o cenário em simulação.

4.3.4.2 Funcionalidade de Cálculos Internos da Distribuição da Tarifa Líquida para os Usuários do Serviço

Essa funcionalidade tem o objetivo de simular a distribuição da tarifa básica do serviço de coleta e tratamento de resíduos mais a disposição de rejeitos de uma determinada rota tecnológica, de modo a se remunerar o investimento e operacionalização da rota tecnológica sendo simulada com determinadas premissas financeiras e premissas de contrato, conforme explicadas nas definições de uso da Ferramenta Rotas e Custos no **Cap. 4.3.3**.
A adoção da sistemática a seguir permite calcular as tarifas para o serviço de coleta, tratamento e disposição de resíduos. Ela tem como pré-requisito a condição de que o serviço de abastecimento de água esteja universalizado ou atenda a mesma área de cobertura do serviço de manejo de resíduos sólidos. Esta estrutura considera três conjuntos de fatores de cálculos das tarifas individuais. As variáveis que definem estes fatores de cálculos são: a categoria de uso do imóvel/economia, a frequência da coleta (dias alternados ou diária) e a faixa de consumo médio mensal de água. A unidade base da cobrança também é o domicílio ou imóvel/economia.
A premissa principal da sistemática proposta de distribuição é se utilizar a sistemática de tarifação do consumo de água para também se realizar a cobrança do serviço de coleta, tratamento dos resíduos e disposição dos rejeitos oriundos da rota tecnológica implementada para tratamento dos resíduos sólidos urbanos. Para isso foram estabelecidos estudos estatísticos que correlacionam as faixas de consumo de água definidas para tarifação do consumo de água e os respectivos valores para pagamento do **Serviço de Gestão do RSU**. Além disso, se buscou também estabelecer alguns fatores ponderadores que permitem ao gestor público buscar diferenciar o valor a ser pago pelos usuários do serviço de acordo como: (1) categoria do imóvel, (2) frequência de coleta, se diária ou alternada e, por último (3) as faixas de consumo de água já definidas conforme exposto acima. Para essa sistemática, foram criadas as **abas 'RT1)Calc Tarifa incl Mov'** e **'RT1)Calc Tarifa sem Mov'.** As 2 abas têm a mesma estruturação e a única diferença entre elas é o valor da tarifa básica a ser distribuída, sendo que na primeira se inclui os custos de movimentação de resíduos e rejeitos. A estrutura básica é mostrada na **Figura 18** abaixo. A aba possui 2 subestruturas, uma primeira na parte superior onde estão as premissas para distribuição da tarifa entre os usuários do serviço e uma segunda parte onde estão todos os cálculos dos diferentes valores das tarifas de acordo com as categorias e demais premissas pré-definidas pelo usuário.

Fig. 18: Estrutura Geral Aba "RT1)Calc Tarifa incl Mov'
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

Na parte de cima da aba estão as informações referentes às premissas tarifárias e aos tipos ou categorias de imóveis/consumidores conforme mostrado em detalhes na **Figura 19**. Nessa aba, segue-se o mesmo padrão no qual as células

na cor verde são aquelas onde o usuário deverá inserir a informação solicitada. Entre as **Cel(s) D5 e D26**, conforme demarcado em azul, temos as principais variáveis definidas pela simulação da rota tecnológica: faturamento anual para remunerar a implementação do investimento e operação do serviço (**Cel D5**), preço da tarifa (**Cel D6**) e quantitativos anuais de resíduos (**Cel D7**).

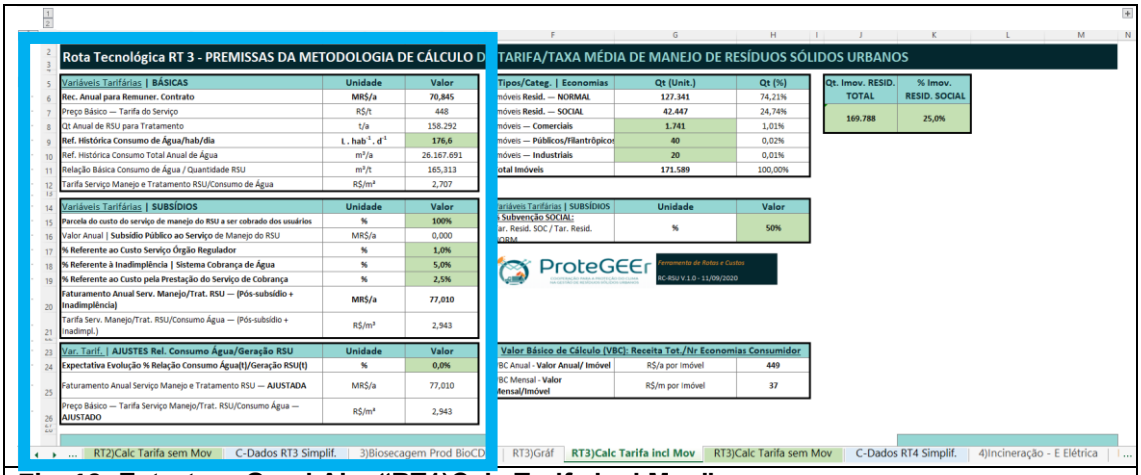


Fig. 19: Estrutura Geral Aba "RT1)Calc Tarifa incl Mov"
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

E na parte de baixo da aba **"RT1)Calc Tarifa incl Mov"**, do lado esquerdo na área demarcada em azul, temos os cálculos individuais para cada tipo de categoria de imóvel, da distribuição da tarifa básica de manejo de resíduos sólidos de acordo com as diferentes economias ou consumidores em conformidade com o sistema de cobrança do consumo de água, conforme pode ser visto na **Figura 20**.

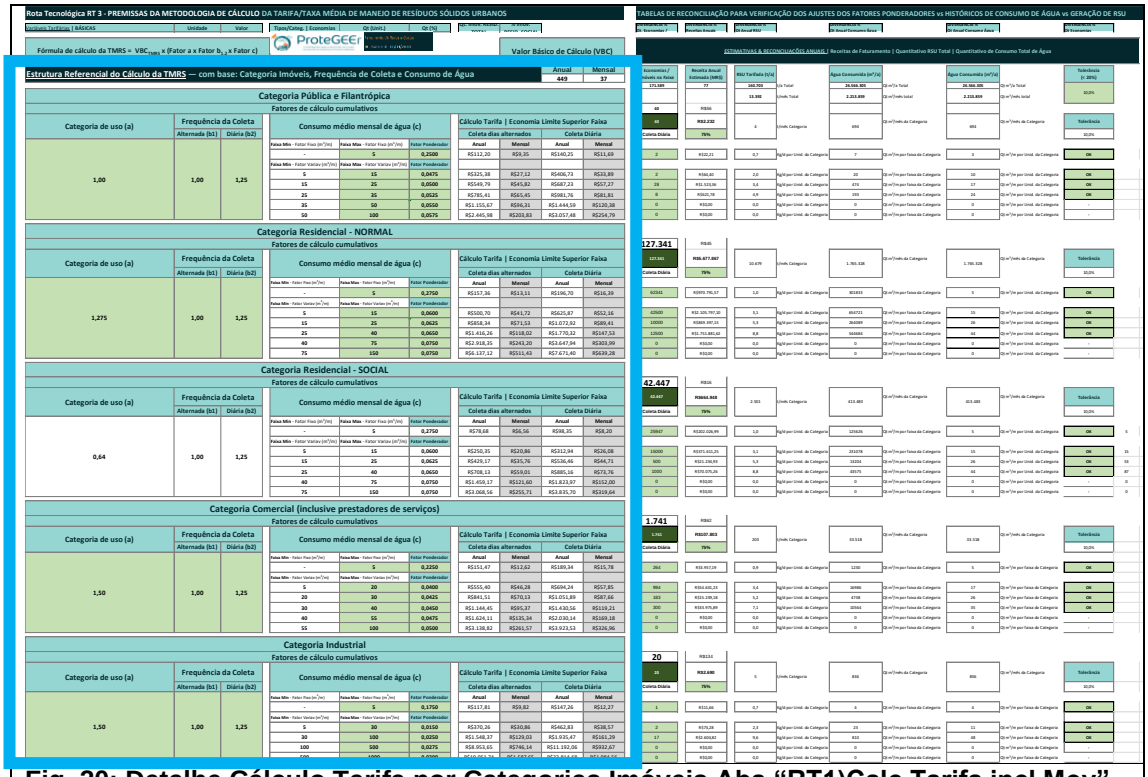
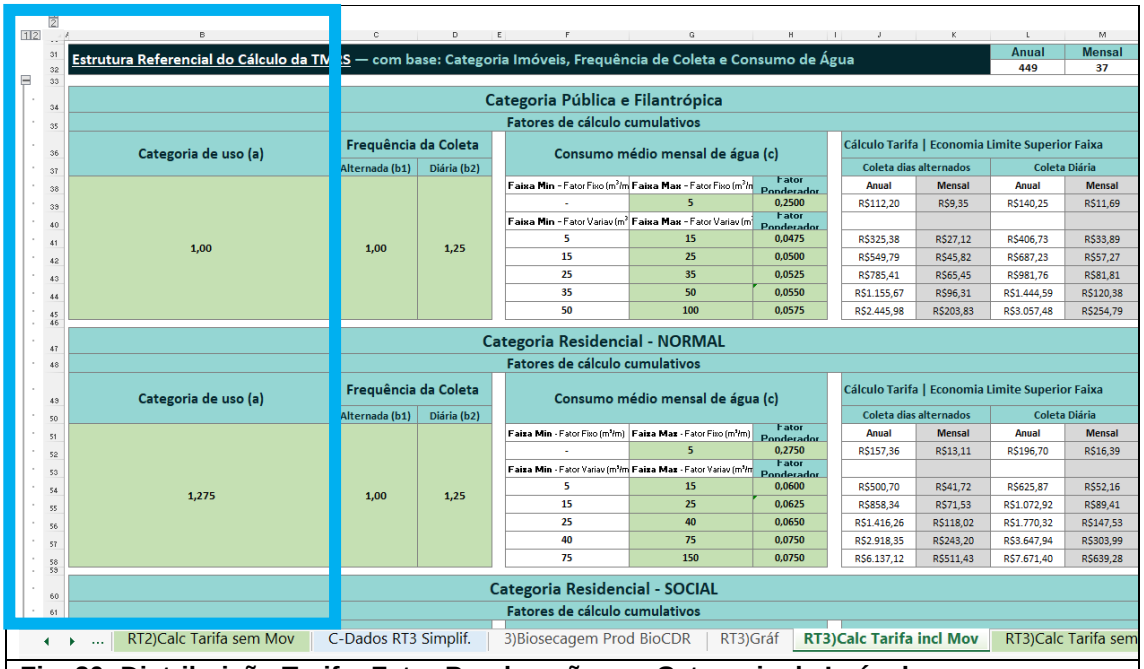


Fig. 20: Detalhe Cálculo Tarifa por Categorias Imóveis Aba "RT1)Calc Tarifa incl Mov"
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

A sistemática de implementação da tarifa como uma proxy do sistema de cobrança do consumo da água, está baseada em fatores ponderadores, a serem preenchidos pelo usuário, conforme as categorias de imóvel/economia abaixo:

- Categoria **Pública/Filantrópica**: entre as **Linhas B33 e H44**
- Categoria **Residencial Normal**: entre as **Linhas B46 e H57**
- Categoria **Residencial Social**: entre as **Linhas B59 a H70** | mas, especificamente nesse caso, o valor final da tarifa é calculado em função do valor da tarifa da categoria imóvel **Residencial Normal** multiplicado pelo valor do **Fator de Subvenção Social** informado na **Cel I14**
- Categoria **Comercial**: entre as **Linhas B72 e H83**
- Categoria **Industrial**: entre as **Linhas B85 e H95**

Com relação aos fatores ponderadores mencionados, o primeiro fator ponderador na **Coluna B (Fator 1)** diferencia as categorias de imóvel. Assim o usuário deve inserir o fator ponderador para cada categoria de imóvel cadastrado. Como referência, sugere-se o fator 1,0 para os imóveis públicos/filantrópicos, fator 1,275 para os imóveis residenciais normais e 1,5 para os imóveis comerciais e industriais, conforme pode ser visto na área demarcada em azul na **Figura 20** abaixo:



Estrutura Referencial do Cálculo da TM…S — com base: Categoria Imóveis, Frequência de Coleta e Consumo de Água

Anual	Mensal
449	37

Categoria Pública e Filantrópica

Fatores de cálculo cumulativos

Categoria de uso (a)	Frequência da Coleta		Consumo médio mensal de água (c)			Cálculo Tarifa | Economia Limite Superior Faixa			
	Alternada (b1)	Diária (b2)				Coleta dias alternados		Coleta Diária	
			Faixa Min - Fator Fixo (m³/m	Faixa Max - Fator Fixo (m³/m	Fator Ponderador	Anual	Mensal	Anual	Mensal
			-	5	0,2500	R$112,20	R$9,35	R$140,25	R$11,69
			Faixa Min - Fator Variav (m³	Faixa Max - Fator Variav (m	Fator Ponderador				
1,00	1,00	1,25	5	15	0,0475	R$325,38	R$27,12	R$406,73	R$33,89
			15	25	0,0500	R$549,79	R$45,82	R$687,23	R$57,27
			25	35	0,0525	R$785,41	R$65,45	R$981,76	R$81,81
			35	50	0,0550	R$1.155,67	R$96,31	R$1.444,59	R$120,38
			50	100	0,0575	R$2.445,98	R$203,83	R$3.057,48	R$254,79

Categoria Residencial - NORMAL

Fatores de cálculo cumulativos

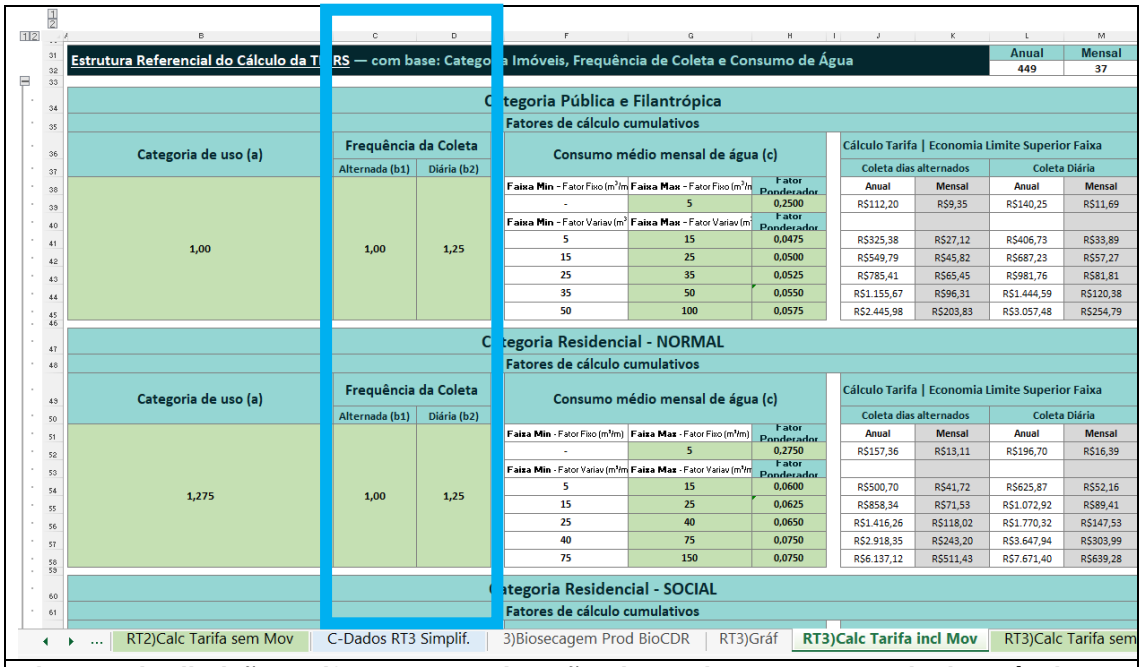
Categoria de uso (a)	Frequência da Coleta		Consumo médio mensal de água (c)			Cálculo Tarifa | Economia Limite Superior Faixa			
	Alternada (b1)	Diária (b2)				Coleta dias alternados		Coleta Diária	
			Faixa Min - Fator Fixo (m³/m)	Faixa Max - Fator Fixo (m³/m)	Fator Ponderador	Anual	Mensal	Anual	Mensal
			-	5	0,2750	R$157,36	R$13,11	R$196,70	R$16,39
			Faixa Min - Fator Variav (m³/m	Faixa Max - Fator Variav (m³/m	Fator Ponderador				
1,275	1,00	1,25	5	15	0,0600	R$500,70	R$41,72	R$625,87	R$52,16
			15	25	0,0625	R$858,34	R$71,53	R$1.072,92	R$89,41
			25	40	0,0650	R$1.416,26	R$118,02	R$1.770,32	R$147,53
			40	75	0,0750	R$2.918,35	R$243,20	R$3.647,94	R$303,99
			75	150	0,0750	R$6.137,12	R$511,43	R$7.671,40	R$639,28

Categoria Residencial - SOCIAL

Fatores de cálculo cumulativos

Fig. 20: Distribuição Tarifa: Fator Ponderação por Categoria de Imóvel
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

Na sequência, nas **Colunas C (Fator 2)** e **D (Fator 3)**, temos os fatores ponderadores da frequência de coleta: diária ou alternada. Como referência sugere-se adotar o **fator 1,0 para todas as coletas alternadas** e algo entre um fator **1,2 e 1,3 para a coleta diária** – recomenda-se avaliar as diferenças de custos dessas opções de otimização logística da coleta do RSU e a partir daí, definir esses fatores. Esses fatores podem ser vistos na área demarcada em azul na **Figura 21** abaixo:



Estrutura Referencial do Cálculo da T RS — com base: Categ Imóveis, Frequência de Coleta e Consumo de Água

Anual	Mensal
449	37

Categoria Pública e Filantrópica

Fatores de cálculo cumulativos

Categoria de uso (a)	Frequência da Coleta		Consumo médio mensal de água (c)			Cálculo Tarifa | Economia Limite Superior Faixa			
	Alternada (b1)	Diária (b2)				Coleta dias alternados		Coleta Diária	
			Faixa Min - Fator Fixo (m³/m	Faixa Max - Fator Fixo (m³/m	Fator Ponderador	Anual	Mensal	Anual	Mensal
			-	5	0,2500	R$112,20	R$9,35	R$140,25	R$11,69
			Faixa Min - Fator Variav (m³	Faixa Max - Fator Variav (m³	Fator Ponderador				
1,00	1,00	1,25	5	15	0,0475	R$325,38	R$27,12	R$406,73	R$33,89
			15	25	0,0500	R$549,79	R$45,82	R$687,23	R$57,27
			25	35	0,0525	R$785,41	R$65,45	R$981,76	R$81,81
			35	50	0,0550	R$1.155,67	R$96,31	R$1.444,59	R$120,38
			50	100	0,0575	R$2.445,98	R$203,83	R$3.057,48	R$254,79

Categoria Residencial - NORMAL

Fatores de cálculo cumulativos

Categoria de uso (a)	Frequência da Coleta		Consumo médio mensal de água (c)			Cálculo Tarifa | Economia Limite Superior Faixa			
	Alternada (b1)	Diária (b2)				Coleta dias alternados		Coleta Diária	
			Faixa Min - Fator Fixo (m³/m)	Faixa Max - Fator Fixo (m³/m)	Fator Ponderador	Anual	Mensal	Anual	Mensal
			-	5	0,2750	R$157,36	R$13,11	R$196,70	R$16,39
			Faixa Min - Fator Variav (m³/m	Faixa Max - Fator Variav (m³/m	Fator Ponderador				
1,275	1,00	1,25	5	15	0,0600	R$500,70	R$41,72	R$625,87	R$52,16
			15	25	0,0625	R$858,34	R$71,53	R$1.072,92	R$89,41
			25	40	0,0650	R$1.416,26	R$118,02	R$1.770,32	R$147,53
			40	75	0,0750	R$2.918,35	R$243,20	R$3.647,94	R$303,99
			75	150	0,0750	R$6.137,12	R$511,43	R$7.671,40	R$639,28

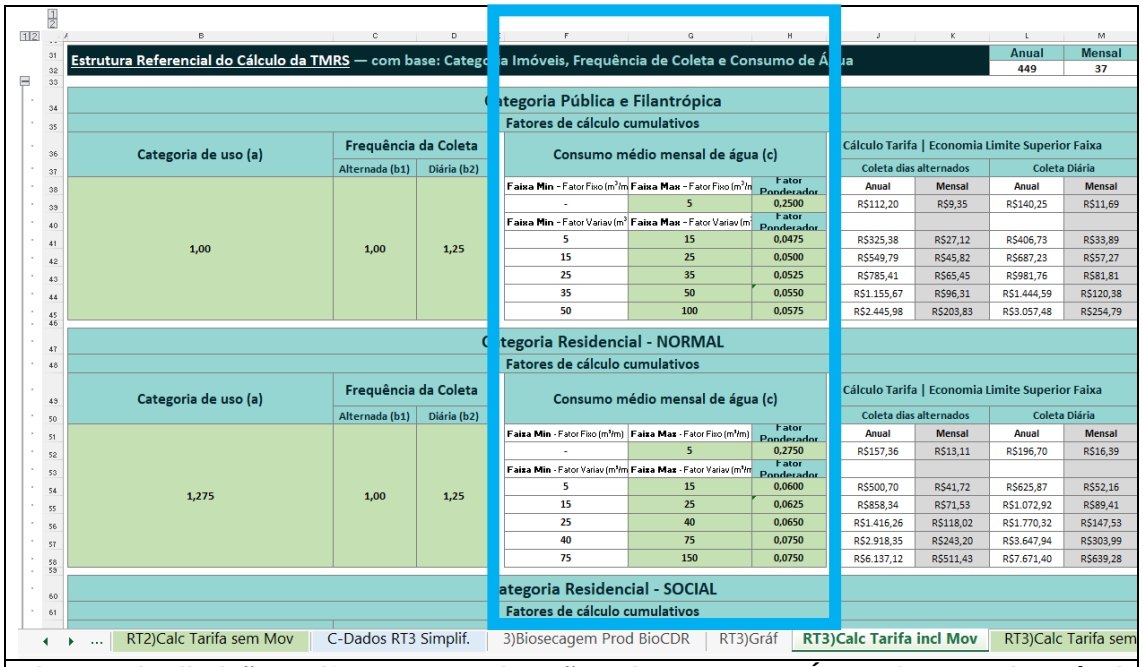
Categoria Residencial - SOCIAL

Fatores de cálculo cumulativos

... | RT2)Calc Tarifa sem Mov | C-Dados RT3 Simplif. | 3)Biosecagem Prod BioCDR | RT3)Gráf | RT3)Calc Tarifa incl Mov | RT3)Calc Tarifa sem

Fig. 21: Distribuição Tarifa: Fator Ponderação Tipo Coleta por Categoria de Imóvel
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

Nas colunas seguintes, temos na **Coluna G** os valores mínimos das faixas de consumo de água e na **Coluna F** os valores máximos das faixas de consumo de água, ambos conformes sistemas já existentes de cobrança do consumo de água. A partir daí, para cada faixa definida se ajusta os fatores ponderadores da **Coluna H** para cada faixa definida. Os valores definidos e existentes como referência no comentário de cada célula da **Coluna H**, permitem ao usuário avaliar a aplicabilidade dos valores referenciais de um estudo de amostragem representativa de um estudo de equivalência “Consumo de Água vs Geração de RSU”. Para cada categoria de imóvel, tem-se uma faixa de consumo mínima fixa e outras faixas de consumo variáveis acumulativas até um limite máximo, acima do qual assume-se que a geração de RSU permanece a mesma. Esses fatores e valores podem ser vistos na área demarcada em azul abaixo na **Figura 22**:



Estrutura Referencial do Cálculo da TMRS — com base: Categoria Imóveis, Frequência de Coleta e Consumo de Água

Anual	Mensal
449	37

Categoria Pública e Filantrópica

Fatores de cálculo cumulativos

Categoria de uso (a)	Frequência da Coleta	
	Alternada (b1)	Diária (b2)
1,00	1,00	1,25

Consumo médio mensal de água (c)		
Faixa Min - Fator Fixo (m³/m)	Faixa Max - Fator Fixo (m³/m	Fator Ponderador
-	5	0,2500
Faixa Min - Fator Variav (m³	Faixa Max - Fator Variav (m	Fator Ponderador
5	15	0,0475
15	25	0,0500
25	35	0,0525
35	50	0,0550
50	100	0,0575

Cálculo Tarifa | Economia Limite Superior Faixa			
Coleta dias alternados		Coleta Diária	
Anual	Mensal	Anual	Mensal
R$112,20	R$9,35	R$140,25	R$11,69
R$325,38	R$27,12	R$406,73	R$33,89
R$549,79	R$45,82	R$687,23	R$57,27
R$785,41	R$65,45	R$981,76	R$81,81
R$1.155,67	R$96,31	R$1.444,59	R$120,38
R$2.445,98	R$203,83	R$3.057,48	R$254,79

Categoria Residencial - NORMAL

Fatores de cálculo cumulativos

Categoria de uso (a)	Frequência da Coleta	
	Alternada (b1)	Diária (b2)
1,275	1,00	1,25

Consumo médio mensal de água (c)		
Faixa Min - Fator Fixo (m³/m)	Faixa Max - Fator Fixo (m³/m)	Fator Ponderador
-	5	0,2750
Faixa Min - Fator Variav (m³/m	Faixa Max - Fator Variav (m³/m	Fator Ponderador
5	15	0,0600
15	25	0,0625
25	40	0,0650
40	75	0,0750
75	150	0,0750

Cálculo Tarifa | Economia Limite Superior Faixa			
Coleta dias alternados		Coleta Diária	
Anual	Mensal	Anual	Mensal
R$157,36	R$13,11	R$196,70	R$16,39
R$500,70	R$41,72	R$625,87	R$52,16
R$858,34	R$71,53	R$1.072,92	R$89,41
R$1.416,26	R$118,02	R$1.770,32	R$147,53
R$2.918,35	R$243,20	R$3.647,94	R$303,99
R$6.137,12	R$511,43	R$7.671,40	R$639,28

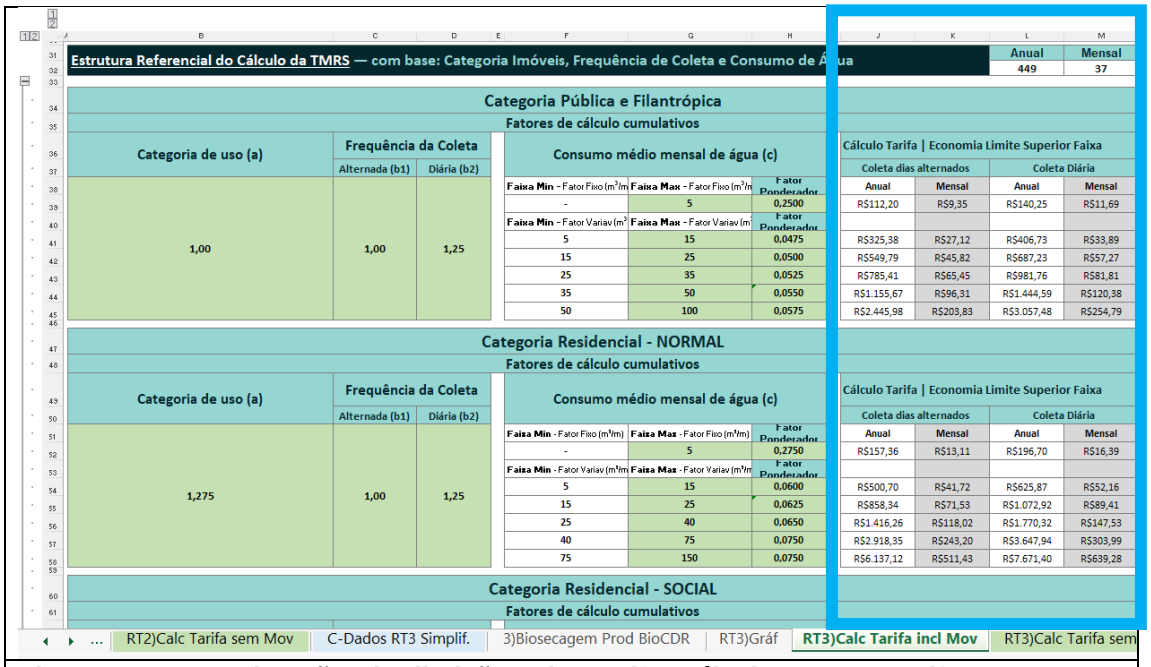
Categoria Residencial - SOCIAL

Fatores de cálculo cumulativos

... RT2)Calc Tarifa sem Mov | C-Dados RT3 Simplif. | 3)Biosecagem Prod BioCDR | RT3)Gráf | RT3)Calc Tarifa incl Mov | RT3)Calc Tarifa sem

Fig. 22: Distribuição Tarifa: Fator Ponderação Faixa Consumo Água p/ Categoria Imóvel
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

A sistemática de distribuição do **Valor Básico de Cálculo – VBC** por imóvel calculado na **Cel I21** é então usada para se definir o valor a ser pago mensalmente ou anualmente tomando-se em conta os fatores ponderadores mencionados: tipo de categoria de imóvel, frequência de coleta diária ou alternada e gerando-se assim quatro opções de pagamento: uma **Tarifa Anual para frequência coleta alternada** (**Coluna J**), **Tarifa Mensal para frequência coleta alternada** (**Coluna K**), **Tarifa Anual para frequência coleta diária** (**Coluna L**) e por último a **Tarifa Mensal** para **frequência coleta diária** (**Coluna M**). Esses valores calculados podem ser vistos na área demarcada em azul na **Figura 23** abaixo:



Estrutura Referencial do Cálculo da TMRS — com base: Categoria Imóveis, Frequência de Coleta e Consumo de Água

Anual	Mensal
449	37

Categoria Pública e Filantrópica

Fatores de cálculo cumulativos

Categoria de uso (a)	Frequência da Coleta	
	Alternada (b1)	Diária (b2)
1,00	1,00	1,25

Consumo médio mensal de água (c)		
Faixa Min - Fator Fixo (m³/m)	Faixa Max - Fator Fixo (m³/m	Fator Ponderador
-	5	0,2500
Faixa Min - Fator Variav (m³	Faixa Max - Fator Variav (m	Fator Ponderador
5	15	0,0475
15	25	0,0500
25	35	0,0525
35	50	0,0550
50	100	0,0575

Cálculo Tarifa | Economia Limite Superior Faixa			
Coleta dias alternados		Coleta Diária	
Anual	Mensal	Anual	Mensal
R$112,20	R$9,35	R$140,25	R$11,69
R$325,38	R$27,12	R$406,73	R$33,89
R$549,79	R$45,82	R$687,23	R$57,27
R$785,41	R$65,45	R$981,76	R$81,81
R$1.155,67	R$96,31	R$1.444,59	R$120,38
R$2.445,98	R$203,83	R$3.057,48	R$254,79

Categoria Residencial - NORMAL

Fatores de cálculo cumulativos

Categoria de uso (a)	Frequência da Coleta	
	Alternada (b1)	Diária (b2)
1,275	1,00	1,25

Consumo médio mensal de água (c)		
Faixa Min - Fator Fixo (m³/m)	Faixa Max - Fator Fixo (m³/m)	Fator Ponderador
-	5	0,2750
Faixa Min - Fator Variav (m³/m	Faixa Max - Fator Variav (m³/m	Fator Ponderador
5	15	0,0600
15	25	0,0625
25	40	0,0650
40	75	0,0750
75	150	0,0750

Cálculo Tarifa | Economia Limite Superior Faixa			
Coleta dias alternados		Coleta Diária	
Anual	Mensal	Anual	Mensal
R$157,36	R$13,11	R$196,70	R$16,39
R$500,70	R$41,72	R$625,87	R$52,16
R$858,34	R$71,53	R$1.072,92	R$89,41
R$1.416,26	R$118,02	R$1.770,32	R$147,53
R$2.918,35	R$243,20	R$3.647,94	R$303,99
R$6.137,12	R$511,43	R$7.671,40	R$639,28

Categoria Residencial - SOCIAL

Fatores de cálculo cumulativos

... RT2)Calc Tarifa sem Mov | C-Dados RT3 Simplif. | 3)Biosecagem Prod BioCDR | RT3)Gráf | RT3)Calc Tarifa incl Mov | RT3)Calc Tarifa sem

Fig. 23: Fator Ponderação Distribuição Valor Tarifa: Cálculo Taxas e Tarifas

Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

Uma segunda funcionalidade da **Aba "RT1)Calc Tarifa incl Mov"**, permite ao usuário simular a estimativa de faturamento baseado nas informações básicas fornecidas e, também em função da distribuição dos imóveis cadastrados dentro das possíveis faixas de consumo de cada categoria. A área demarcada em azul abaixo na **Figura 24** mostra onde estão essas informações:

Fig. 24: Fator Ponderação Distribuição Valor Tarifa: Simulação Estimativa Receitas
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

A distribuição dos quantitativos de imóveis por categoria na **Coluna O** para cada faixa de consumo de água definida, permitirá calcular a Receita Total de Faturamento Anual prevista na **Coluna P**, bem como estimar também os quantitativos anuais totais de RSU na **Coluna S** (a partir da estimativa unitária média de geração de resíduos para cada faixa de consumo de água) e da mesma forma se chegar ao consumo de água estimado em função do volume de RSU pelo qual determinada economia foi tarifada como mostrado na **Coluna W**, dessa forma se faz uma verificação de consistência entre o consumo estimado e a faixa de consumo em que a economia está enquadrada. Assim, o usuário poderá inferir se os fatores ponderadores da **Coluna H** estão coerentemente definidos. Esses valores anuais permitem ao usuário verificar se as premissas estão bem calibradas e assim poderão ter uma boa aderência quando de sua implementação e aplicação na prática após implementação do projeto dentro do contrato de concessão. Esses comparativos anuais consolidados podem ser vistos no topo da **Aba "RT1)Calc Tarifa incl Mov"**, como visto na **Figura 25** que segue:

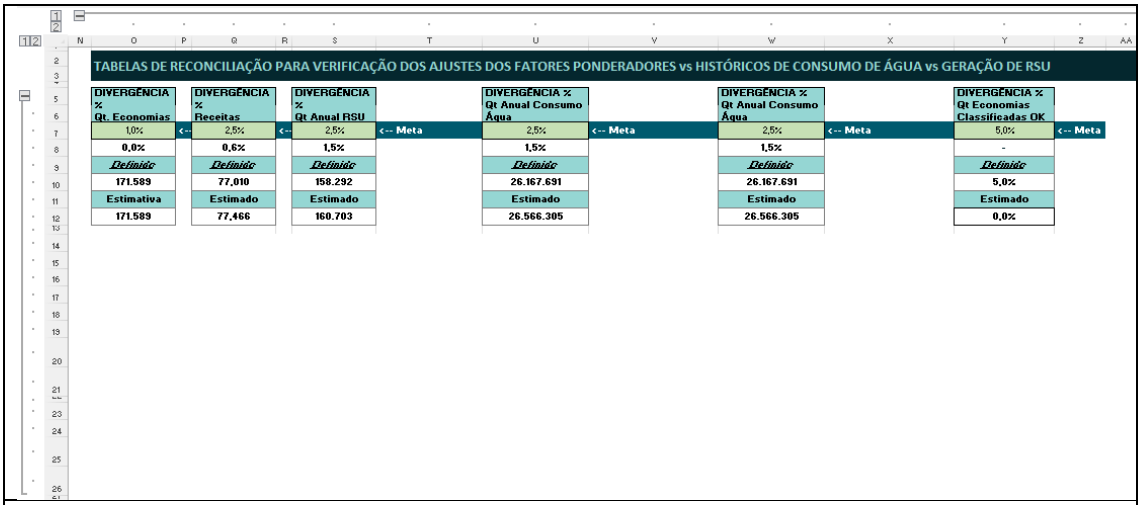


Fig. 25: Check e Reconciliação da Consolidação Valores Anuais Estimados
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

A **Cel O3** demonstra a aderência entre os quantitativos de imóveis informados na **Coluna G5 a G11** e os quantitativos de imóveis simulados por categoria na **Coluna O30 a O93**, isso permite ao usuário verificar se a simulação está coerente em termos de quantitativos de imóveis e, também por categoria.
Como elemento de simulação, o usuário pode também definir a quantidade de imóveis dentro de cada categoria que possui coleta diária e o porcentual que possui coleta alternada. A aderência dessas informações ao mais próximo da realidade, permitirá se chegar a uma precisão maior dos valores estimados conforme pode ser atestado nas informações dos porcentuais de diferença apontados na **Linha 7** entre a **Coluna O** e a **Coluna Y**.
Na **Cel Q3**, tem-se uma verificação acerca da aderência da Receita de Faturamento Anual para as informações de quantitativos de imóveis por categoria informada na **Coluna O30** a **O93**. Essa informação permite inferir sobre a ótica consolidada das receitas totais anuais.
Na **Cel S3**, existe uma verificação acerca da aderência dos Quantitativos Anuais Totais Manejados de RSU. Da mesma forma essa informação permite ao usuário validar a representatividade das informações em simulação. De forma complementar, encontra-se na **Cel U3** os Quantitativos Anuais Totais de Consumo de Água a serem também validados como indicativo da representatividade da simulação sendo feita.
Dessa forma, essa funcionalidade permite ao usuário verificar a aderência e aplicabilidade na prática dos fatores ponderadores definidos, dessa forma permite-se antecipar a assertividade das métricas de tarifação do contrato de concessão a ser firmado.

Essa distribuição da tarifa detalhada se refere à **Tecnologia Padrão RT 1A)BIODIGESTÃO com Produção de Energia Elétrica**, mas existem abas similares com a mesma estrutura para os valores da tarifa sem o valor dos custos de movimentação de resíduos e rejeitos, bem como tem-se também abas similares para todas as rotas tecnológicas padrão conforme lista-se na **Tabela 09**.

Rota Tecnológica Padrão	Aba Distribuição Tar. incluindo Custo Mov. Resíduos e Rejeitos	Aba Distribuição Tar. incluindo Custo Mov. Resíduos e Rejeitos
RT1A – **BIODIGESTÃO** c/ Produção de Energia Elétrica	**RT1A)Calc Tarifa incl Mov**	**RT1A)Calc Tarifa sem Mov**
RT1B – **BIODIGESTÃO** c/ Distr. Biometano via Descarbonização Pública	**RT1B)Calc Tarifa incl Mov**	**RT1B)Calc Tarifa sem Mov**
RT 1C – **BIODIGESTÃO** c/ Distr. Biometano via Comercialização	**RT1C)Calc Tarifa incl Mov**	**RT1C)Calc Tarifa sem Mov**
RT 2 – **COMPOSTAGEM** c/ Prod. Composto Orgânico	**RT2)Calc Tarifa incl Mov**	**RT2)Calc Tarifa sem Mov**
RT 3 – **BIOSECAGEM** c/ Prod. BioCDR	**RT3)Calc Tarifa incl Mov**	**RT3)Calc Tarifa sem Mov**
RT 4 – **INCINERAÇÃO** c/ Prod. Composto Orgânico	**RT4)Calc Tarifa incl Mov**	**RT4)Calc Tarifa sem Mov**

Tab. 09: Abas referentes à Distribuição da Tarifa a partir do Valor Básico da Tarifa Com e SEM Custos de Movimentação Resíduos e Rejeitos para cada Rota Tecnológica
Fonte: Roteiro Análise Rotas Tecnológicas RSU – Ferramenta Roteiro

4.3.4.3 Funcionalidade de Cálculos Internos de Ganhos Diretos, Indiretos e de Geração de Valor

Em relação a criação de valor, vamos detalhar as abas de forma separada para cada alternativa de rota tecnológica padrão, assim temos:

RT 1A – BIODIGESTÃO com Produção de Energia Elétrica

Para a Biodigestão com produção de energia elétrica, tem-se a **aba "RT1A) Custos Valoriz E.Elétrica"**, onde se calcula a dimensão da **"Criação de Valor"** através da rota tecnológica de Biodigestão com o reaproveitamento do biometano para produção de energia elétrica. Assim, conforme mostrado na **Figura 26**, na calculadora de valorização, primeiro se determina o custo interno de produção de energia elétrica, cujo valor aparece na **Cel 15** baseado nos custos de investimento (**Cel C10**) e operação (**Cel C12**) específicos para a geração de energia elétrica do termogerador. Após definido o custo interno de produção da energia elétrica, faz-se o cálculo individual da Criação de Valor para os 3 canais de distribuição:

- **Autoconsumo** (**Cel C20**): irá depender do quantitativo demandado pela rota tecnológica e do preço de compra energia informado pelo usuário (**Cel C17**);
- **Utilidade Pública** (**Cel C25**): irá depender do quantitativo de demanda da(s) prefeitura(s) definido como premissa pelo usuário multiplicado pela diferença entre o custo interno de produção de energia elétrica (**Cel C15**) e a premissa do usuário do preço futuro de compra da energia elétrica para utilidade pública pela prefeitura (**Cel C22**) a ser considerado no contrato de concessão;

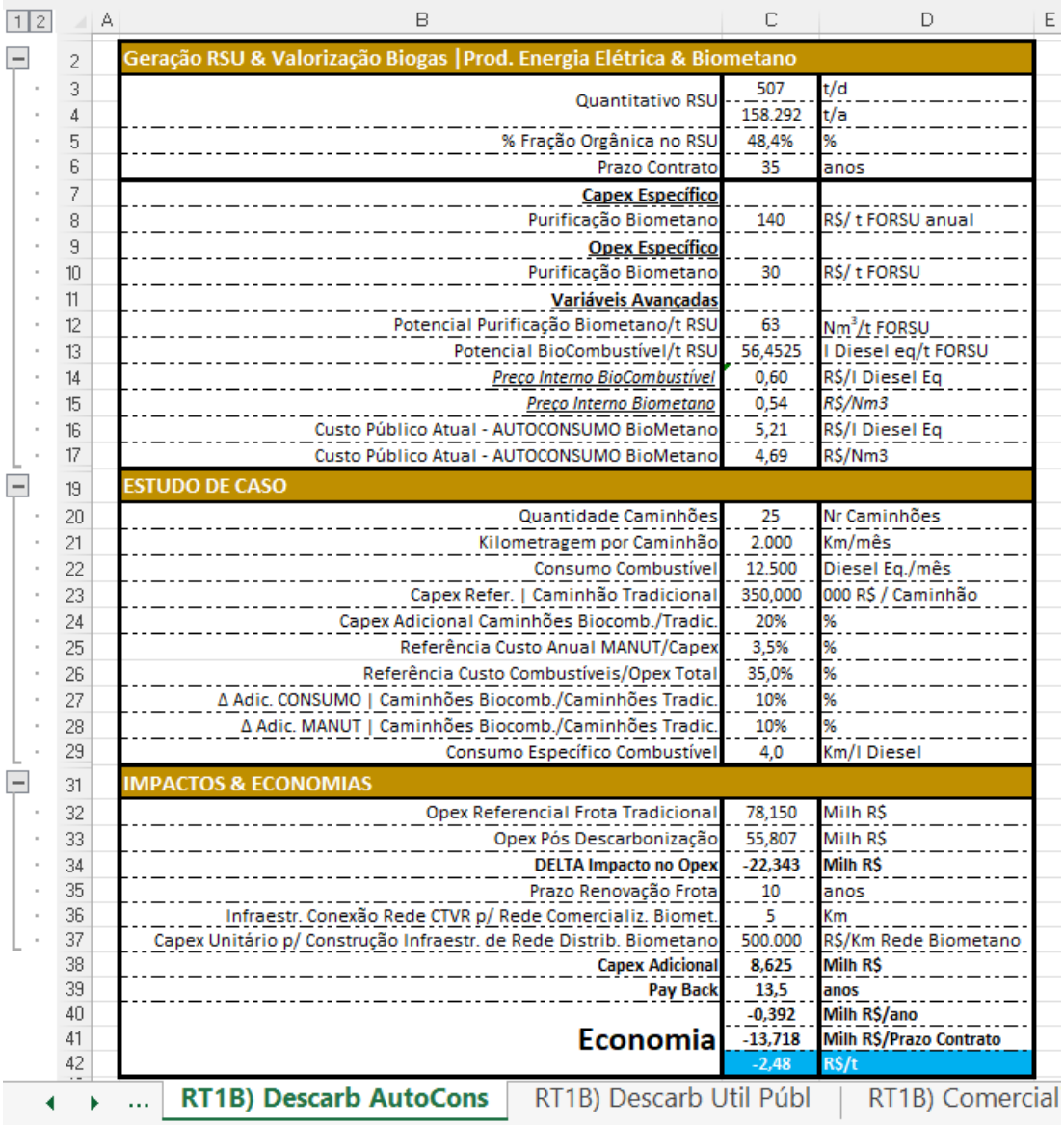
- **Comercialização** (**Cel C30**): irá depender do quantitativo excedente de energia após o Autoconsumo e o arrendamento como Utilidade Pública multiplicado pelo preço de venda e comercialização da energia elétrica via Biodigestão (**Cel C27**) no mercado;

	B	C	D
2	**Valorização Biogas via Prod. Energia Elétrica**		
4	Quantitativo RSU	507	t/d
5		158.292	t/a
6	% Fração Orgânica no RSU	48,4%	%
7	Prazo Contrato	35	anos
9	**Capex Específico**		
10	Geração Energia Elétrica	183	R$/ t FORSU anual
11	**Opex Específico**		
12	Geração Energia Elétrica	40	R$/ t FORSU
13	**Variáveis Avançadas**		
14	Potencial Geração EE BRUTA/t RSU	251	KWh/t FORSU
15	***Preço Interno Energia Elétrica***	**180**	**R$/MWh**
17	Preço AUTOCONSUMO Energia Elétrica	500	R$/MWh
18	**Economia Autoconsumo**	2,756	Milh R$/ano
19		96,473	Milh R$/Prazo Contrato
20		17,41	R$/t
22	Preço UTILIDADE PÚBLICA Energia Elétrica	520	R$/MWh
23	**Economia Utilidade Pública**	3,602	Milh R$/ano
24		126,059	Milh R$/Prazo Contrato
25		22,75	R$/t
27	Preço COMERCIALIZAÇÃO Energia Elétrica	390	R$/MWh
28	**Ganhos Comercialização**	0,000	Milh R$/ano
29		0,000	Milh R$/Prazo Contrato
30		0,00	R$/t

Fig. 26: Criação Valor RT1A) BIODIG. E. Elétrica Aba "RT1A) Custos Valoriz E.Elétrica"
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

RT 1B – BIODIGESTÃO com Distribuição Biometano via Programas Descarbonização e Comercialização Excedente

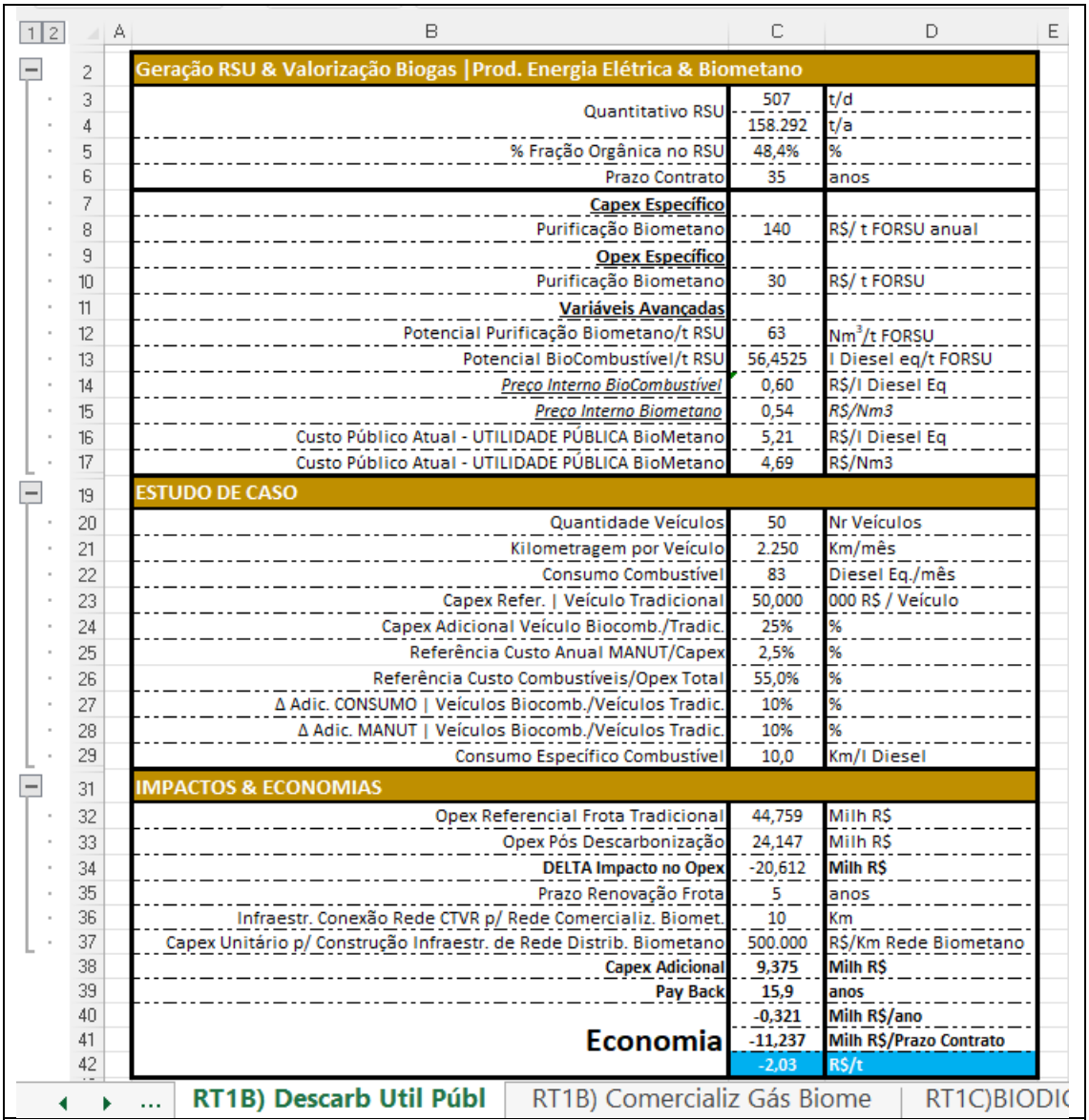
Para a Biodigestão com distribuição biometano visando programas de descarbonização via **Autoconsumo** para as frotas de caminhões dos serviços de gestão de resíduos e via **Utilidade Pública** para as frotas de carros oficiais das prefeituras e via **Comercialização** do quantitativo excedente de biometano. Para o Canal de **Autoconsumo**, o cálculo da "**Criação de Valor**" é feito na **aba "RT1B) Descarb AutoCons"**. Assim, conforme mostrado na **Figura 27**, na calculadora de valorização, primeiro se determina o custo interno adicional de purificação do biometano, cujo valor aparece nas **Cel´s C14 e C15** baseado nos custos de investimento (**Cel C08**) e operação (**Cel C10**) específicos para a purificação do biometano. Na sequência, entre a **Cel´s C16** e **C37**, tem-se os dados parametrizados na Ferramenta Roteiro para cálculo dos impactos do processo de descarbonização, buscando-se identificar o ganho econômico adicional com a implementação do programa. Nesse caso, o valor monetário da criação de valor aparece nas **Cel´s C40**, **C41** e **C42** – sendo que **um valor negativo significa que há criação de valor** com as premissas e cenário em simulação.



	B	C	D
2	**Geração RSU & Valorização Biogas |Prod. Energia Elétrica & Biometano**		
3	Quantitativo RSU	507	t/d
4		158.292	t/a
5	% Fração Orgânica no RSU	48,4%	%
6	Prazo Contrato	35	anos
7	**Capex Específico**		
8	Purificação Biometano	140	R$/ t FORSU anual
9	**Opex Específico**		
10	Purificação Biometano	30	R$/ t FORSU
11	**Variáveis Avançadas**		
12	Potencial Purificação Biometano/t RSU	63	Nm^3/t FORSU
13	Potencial BioCombustível/t RSU	56,4525	l Diesel eq/t FORSU
14	*Preço Interno BioCombustível*	0,60	R$/l Diesel Eq
15	*Preço Interno Biometano*	0,54	*R$/Nm3*
16	Custo Público Atual - AUTOCONSUMO BioMetano	5,21	R$/l Diesel Eq
17	Custo Público Atual - AUTOCONSUMO BioMetano	4,69	R$/Nm3
19	**ESTUDO DE CASO**		
20	Quantidade Caminhões	25	Nr Caminhões
21	Kilometragem por Caminhão	2.000	Km/mês
22	Consumo Combustível	12.500	Diesel Eq./mês
23	Capex Refer. | Caminhão Tradicional	350,000	000 R$ / Caminhão
24	Capex Adicional Caminhões Biocomb./Tradic.	20%	%
25	Referência Custo Anual MANUT/Capex	3,5%	%
26	Referência Custo Combustíveis/Opex Total	35,0%	%
27	Δ Adic. CONSUMO | Caminhões Biocomb./Caminhões Tradic.	10%	%
28	Δ Adic. MANUT | Caminhões Biocomb./Caminhões Tradic.	10%	%
29	Consumo Específico Combustível	4,0	Km/l Diesel
31	**IMPACTOS & ECONOMIAS**		
32	Opex Referencial Frota Tradicional	78,150	Milh R$
33	Opex Pós Descarbonização	55,807	Milh R$
34	**DELTA Impacto no Opex**	**-22,343**	**Milh R$**
35	Prazo Renovação Frota	10	anos
36	Infraestr. Conexão Rede CTVR p/ Rede Comercializ. Biomet.	5	Km
37	Capex Unitário p/ Construção Infraestr. de Rede Distrib. Biometano	500.000	R$/Km Rede Biometano
38	**Capex Adicional**	**8,625**	**Milh R$**
39	**Pay Back**	**13,5**	**anos**
40		-0,392	Milh R$/ano
41	**Economia**	-13,718	Milh R$/Prazo Contrato
42		-2,48	R$/t

Fig. 27: Criação Valor RT1B) BIODIG. Distr. Biometano Aba "RT1B) Descarb AutoCons"
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

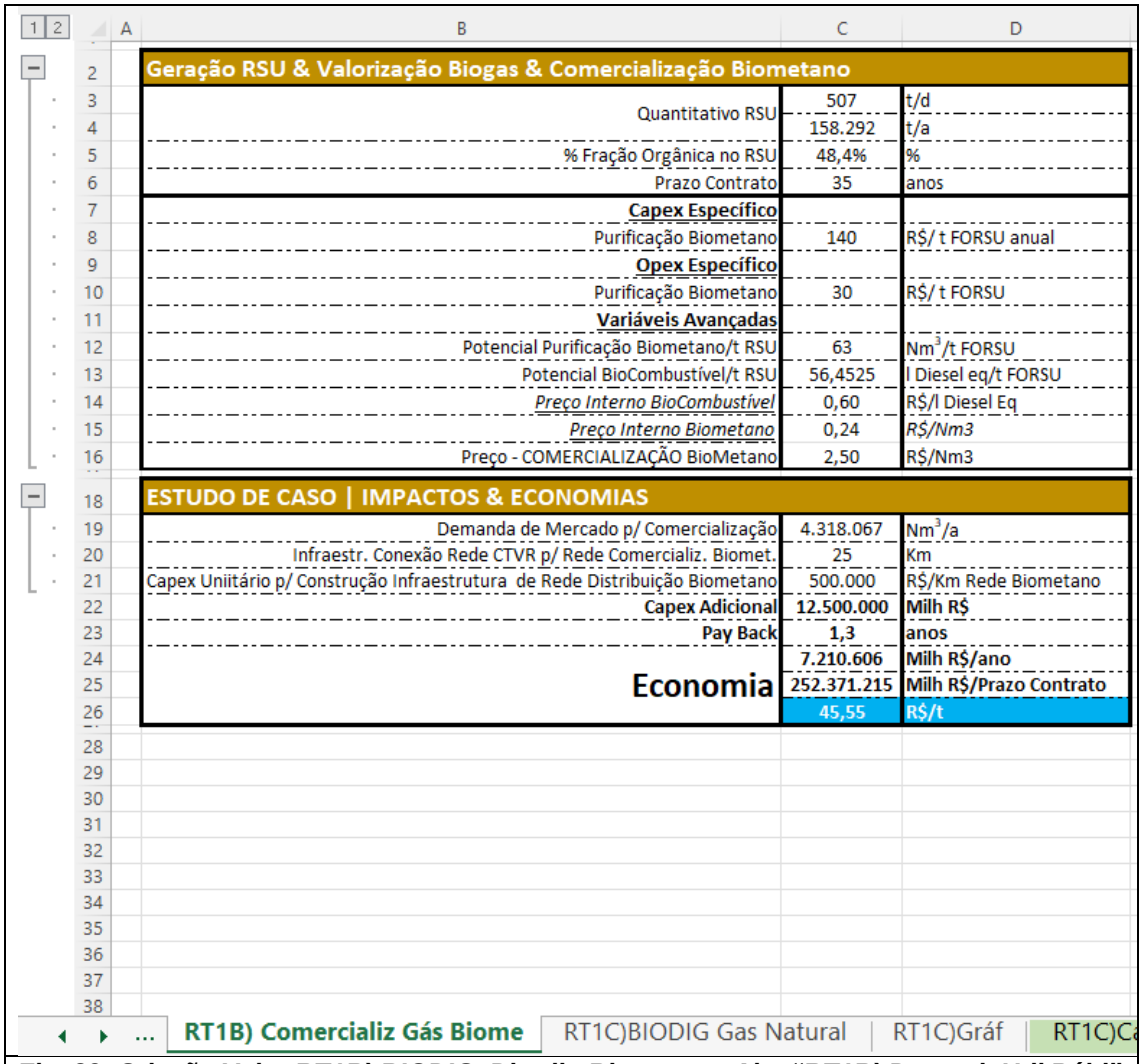
Para o Canal de **Utilidade Pública**, o cálculo da "**Criação de Valor**" é feito na **aba "RT1B) Descarb Util Públ"**. Assim, conforme mostrado na **Figura 28**, na calculadora de valorização, primeiro se determina o custo interno adicional de purificação do biometano, cujo valor aparece nas **Cel´s C14 e C15** baseado nos custos de investimento (**Cel C08**) e operação (**Cel C10**) específicos para a purificação do biometano. Na sequência, entre a **Cel´s C16** e **C37**, tem-se os dados parametrizados na Ferramenta Roteiro para cálculo dos impactos do processo de descarbonização, buscando-se identificar o ganho econômico adicional com a implementação do programa. Nesse caso, o valor monetário da criação de valor aparece nas **Cel´s C40**, **C41** e **C42** – sendo que **um valor negativo significa que há criação de valor** com as premissas e cenário em simulação.



	B	C	D
2	**Geração RSU & Valorização Biogas |Prod. Energia Elétrica & Biometano**		
3	Quantitativo RSU	507	t/d
4		158.292	t/a
5	% Fração Orgânica no RSU	48,4%	%
6	Prazo Contrato	35	anos
7	**Capex Específico**		
8	Purificação Biometano	140	R$/ t FORSU anual
9	**Opex Específico**		
10	Purificação Biometano	30	R$/ t FORSU
11	**Variáveis Avançadas**		
12	Potencial Purificação Biometano/t RSU	63	Nm^3/t FORSU
13	Potencial BioCombustível/t RSU	56,4525	l Diesel eq/t FORSU
14	*Preço Interno BioCombustível*	0,60	R$/l Diesel Eq
15	*Preço Interno Biometano*	0,54	*R$/Nm3*
16	Custo Público Atual - UTILIDADE PÚBLICA BioMetano	5,21	R$/l Diesel Eq
17	Custo Público Atual - UTILIDADE PÚBLICA BioMetano	4,69	R$/Nm3
19	**ESTUDO DE CASO**		
20	Quantidade Veículos	50	Nr Veículos
21	Kilometragem por Veículo	2.250	Km/mês
22	Consumo Combustível	83	Diesel Eq./mês
23	Capex Refer. | Veículo Tradicional	50,000	000 R$ / Veículo
24	Capex Adicional Veículo Biocomb./Tradic.	25%	%
25	Referência Custo Anual MANUT/Capex	2,5%	%
26	Referência Custo Combustíveis/Opex Total	55,0%	%
27	Δ Adic. CONSUMO | Veículos Biocomb./Veículos Tradic.	10%	%
28	Δ Adic. MANUT | Veículos Biocomb./Veículos Tradic.	10%	%
29	Consumo Específico Combustível	10,0	Km/l Diesel
31	**IMPACTOS & ECONOMIAS**		
32	Opex Referencial Frota Tradicional	44,759	Milh R$
33	Opex Pós Descarbonização	24,147	Milh R$
34	**DELTA Impacto no Opex**	-20,612	**Milh R$**
35	Prazo Renovação Frota	5	anos
36	Infraestr. Conexão Rede CTVR p/ Rede Comercializ. Biomet.	10	Km
37	Capex Unitário p/ Construção Infraestr. de Rede Distrib. Biometano	500.000	R$/Km Rede Biometano
38	**Capex Adicional**	9,375	**Milh R$**
39	**Pay Back**	15,9	**anos**
40		-0,321	**Milh R$/ano**
41	**Economia**	-11,237	**Milh R$/Prazo Contrato**
42		-2,03	**R$/t**

Fig. 28: Criação Valor RT1B) BIODIG. Distr. Biometano Aba "RT1B) Descarb Util Públ"
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

Para o Canal de **Comercialização**, o cálculo da "**Criação de Valor**" é feito na **aba "RT1B) Descarb Util Públ"**. Assim, conforme mostrado na **Figura 29**, na calculadora de valorização, primeiro se determina o custo interno adicional de purificação do biometano, cujo valor aparece nas **Cel´s C14 e C15** baseado nos custos de investimento (**Cel C08**) e operação (**Cel C10**) específicos para a purificação do biometano. Na sequência, entre a **Cel´s C16** e **C21**, tem-se os dados parametrizados na Ferramenta Roteiro para cálculo dos ganhos e impactos com a comercialização, buscando-se identificar o ganho econômico adicional com a implementação do programa. Nesse caso, o valor monetário da criação de valor aparece nas **Cel´s C24**, **C25** e **C26** – sendo que **um valor positivo significa que há criação de valor** com as premissas e cenário em simulação.



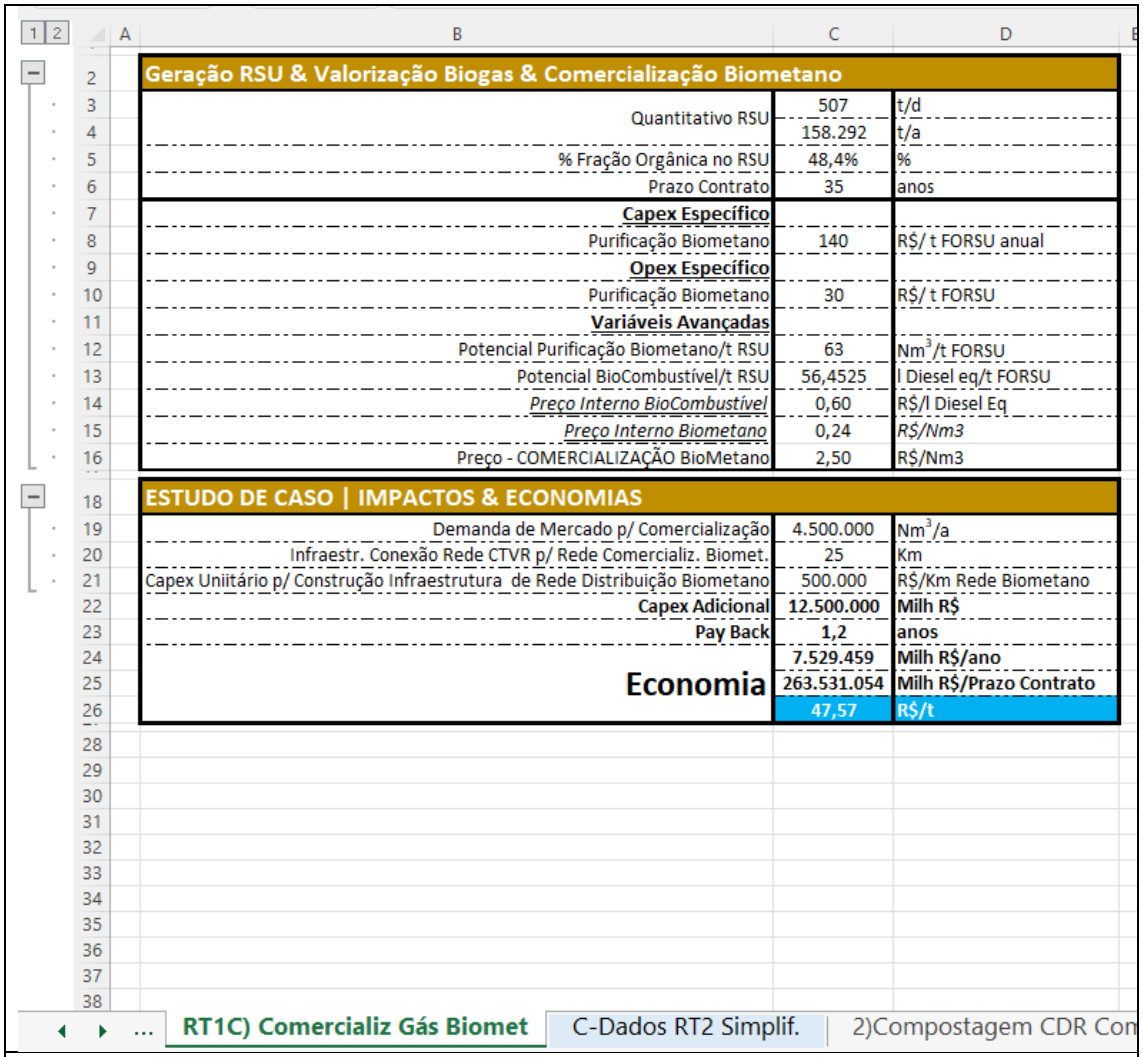
	B	C	D
2	**Geração RSU & Valorização Biogas & Comercialização Biometano**		
3	Quantitativo RSU	507	t/d
4		158.292	t/a
5	% Fração Orgânica no RSU	48,4%	%
6	Prazo Contrato	35	anos
7	**Capex Específico**		
8	Purificação Biometano	140	R$/ t FORSU anual
9	**Opex Específico**		
10	Purificação Biometano	30	R$/ t FORSU
11	**Variáveis Avançadas**		
12	Potencial Purificação Biometano/t RSU	63	Nm^3/t FORSU
13	Potencial BioCombustível/t RSU	56,4525	l Diesel eq/t FORSU
14	*Preço Interno BioCombustível*	0,60	R$/l Diesel Eq
15	*Preço Interno Biometano*	0,24	*R$/Nm3*
16	Preço - COMERCIALIZAÇÃO BioMetano	2,50	R$/Nm3
18	**ESTUDO DE CASO | IMPACTOS & ECONOMIAS**		
19	Demanda de Mercado p/ Comercialização	4.318.067	Nm^3/a
20	Infraestr. Conexão Rede CTVR p/ Rede Comercializ. Biomet.	25	Km
21	Capex Uniitário p/ Construção Infraestrutura_de Rede Distribuição Biometano	500.000	R$/Km Rede Biometano
22	**Capex Adicional**	**12.500.000**	**Milh R$**
23	**Pay Back**	**1,3**	**anos**
24		**7.210.606**	**Milh R$/ano**
25	**Economia**	**252.371.215**	**Milh R$/Prazo Contrato**
26		**45,55**	**R$/t**

RT1B) Comercializ Gás Biome | RT1C)BIODIG Gas Natural | RT1C)Gráf | RT1C)C

Fig. 29: Criação Valor RT1B) BIODIG. Distrib. Biometano Aba "RT1B) Descarb Util Públ"
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

RT 1C – BIODIGESTÃO com Purificação, Distribuição e Comercialização de todo o Biometano Produzido

Para a Biodigestão com distribuição biometano visando exclusivamente a **Comercialização**, o cálculo da "**Criação de Valor**" é feito na **aba "RT1C) Comercializ Gás Biomet**". Assim, conforme mostrado na **Figura 30**, na calculadora de valorização, primeiro se determina o custo interno adicional de purificação do biometano, cujo valor aparece nas **Cel´s C14** e **C15** baseado nos custos de investimento (**Cel C08**) e operação (**Cel C10**) específicos para a purificação do biometano. Na sequência, entre a **Cel´s C16** e **C21**, tem-se os dados parametrizados na Ferramenta Roteiro para cálculo dos ganhos e impactos com a comercialização, buscando-se identificar o ganho econômico adicional com a implementação do programa. Nesse caso, o valor monetário da criação de valor aparece nas **Cel´s C24**, **C25** e **C26** – sendo que um valor positivo significa que há criação de valor com as premissas e cenário em simulação.



	B	C	D
2	**Geração RSU & Valorização Biogas & Comercialização Biometano**		
3	Quantitativo RSU	507	t/d
4		158.292	t/a
5	% Fração Orgânica no RSU	48,4%	%
6	Prazo Contrato	35	anos
7	**Capex Específico**		
8	Purificação Biometano	140	R$/ t FORSU anual
9	**Opex Específico**		
10	Purificação Biometano	30	R$/ t FORSU
11	**Variáveis Avançadas**		
12	Potencial Purificação Biometano/t RSU	63	Nm^3/t FORSU
13	Potencial BioCombustível/t RSU	56,4525	l Diesel eq/t FORSU
14	*Preço Interno BioCombustível*	0,60	R$/l Diesel Eq
15	*Preço Interno Biometano*	0,24	*R$/Nm3*
16	Preço - COMERCIALIZAÇÃO BioMetano	2,50	R$/Nm3
18	**ESTUDO DE CASO | IMPACTOS & ECONOMIAS**		
19	Demanda de Mercado p/ Comercialização	4.500.000	Nm^3/a
20	Infraestr. Conexão Rede CTVR p/ Rede Comercializ. Biomet.	25	Km
21	Capex Uniitário p/ Construção Infraestrutura de Rede Distribuição Biometano	500.000	R$/Km Rede Biometano
22	**Capex Adicional**	**12.500.000**	**Milh R$**
23	**Pay Back**	**1,2**	**anos**
24		**7.529.459**	**Milh R$/ano**
25	**Economia**	**263.531.054**	**Milh R$/Prazo Contrato**
26		**47,57**	**R$/t**

RT1C) Comercializ Gás Biomet | C-Dados RT2 Simplif. | 2)Compostagem CDR Com

Fig. 30: Criação Valor RT1B) BIODIG. Distrib Biom. Aba "RT1C) Comercializ Gás Biomet"
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

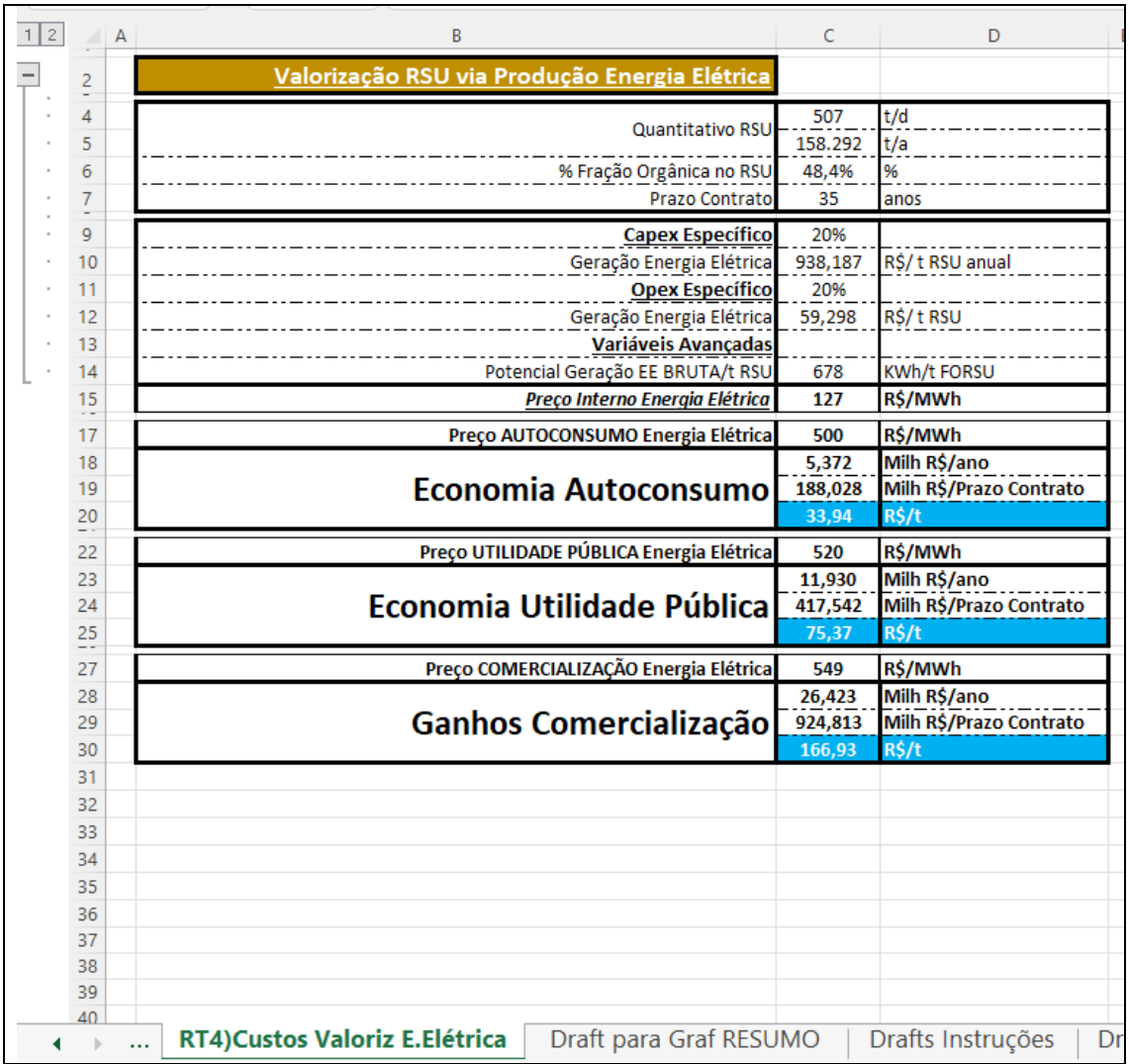
RT 4 – INCINERAÇÃO com Produção de Energia Elétrica

Para a Biodigestão com produção de energia elétrica, tem-se a **aba "RT1A) Custos Valoriz E.Elétrica"**, onde se calcula a dimensão da **"Criação de Valor"** através da rota tecnológica de Biodigestão com o reaproveitamento do biometano para produção de energia elétrica. Assim, conforme mostrado na **Figura 31**, na calculadora de valorização, primeiro se determina o custo interno de produção de energia elétrica, cujo valor aparece na **Cel 15** baseado nos custos de investimento (**Cel C10**) e operação (**Cel C12**) específicos para a geração de energia elétrica do termogerador. Após definido o custo interno de produção da energia elétrica, faz-se o cálculo individual da Criação de Valor para os 3 canais de distribuição:

- **Autoconsumo** (**Cel C20**): irá depender do quantitativo demandado pela rota tecnológica e do preço de compra energia informado pelo usuário (**Cel C17**);
- **Utilidade Pública** (**Cel C25**): irá depender do quantitativo de demanda da(s) prefeitura(s) definido como premissa pelo usuário multiplicado pela diferença entre o custo interno de produção de energia elétrica (**Cel C15**) e a premissa do usuário do preço futuro de compra da energia elétrica

para utilidade pública pela prefeitura (**Cel C22**) a ser considerado no contrato de concessão;

- **Comercialização** (**Cel C30**): irá depender do quantitativo excedente de energia após o Autoconsumo e o arrendamento como Utilidade Pública multiplicado pelo preço de venda e comercialização da energia elétrica via Biodigestão (**Cel C27**) no mercado;



	B	C	D
2	**Valorização RSU via Produção Energia Elétrica**		
4	Quantitativo RSU	507	t/d
5		158.292	t/a
6	% Fração Orgânica no RSU	48,4%	%
7	Prazo Contrato	35	anos
9	**Capex Específico**	20%	
10	Geração Energia Elétrica	938,187	R$/ t RSU anual
11	**Opex Específico**	20%	
12	Geração Energia Elétrica	59,298	R$/ t RSU
13	**Variáveis Avançadas**		
14	Potencial Geração EE BRUTA/t RSU	678	KWh/t FORSU
15	***Preço Interno Energia Elétrica***	127	R$/MWh
17	Preço AUTOCONSUMO Energia Elétrica	500	R$/MWh
18	**Economia Autoconsumo**	5,372	Milh R$/ano
19		188,028	Milh R$/Prazo Contrato
20		33,94	R$/t
22	Preço UTILIDADE PÚBLICA Energia Elétrica	520	R$/MWh
23	**Economia Utilidade Pública**	11,930	Milh R$/ano
24		417,542	Milh R$/Prazo Contrato
25		75,37	R$/t
27	Preço COMERCIALIZAÇÃO Energia Elétrica	549	R$/MWh
28	**Ganhos Comercialização**	26,423	Milh R$/ano
29		924,813	Milh R$/Prazo Contrato
30		166,93	R$/t

Fig. 31: Criação Valor RT4) INCINERAÇÃO Aba "RT1A) Custos Valoriz E.Elétrica"
Fonte: Ferramenta Roteiro | Análise Contexto Regionalizado Consórcios de Manejo de RSU

As demais rotas tecnológicas padrão: **Compostagem** (**Produção Composto Orgânico**) e **Biosecagem** (**Produção BioCDR**) não possuem cálculos de "**Criação de Valor**" além das receitas geradas pela venda desses produtos já computadas como **Modicidade Tarifária**. As receitas advindas da Comercialização desses produtos dependem do "**Preço**" definido na **aba "DEMANDA Preço & Quant"** para o Composto Orgânico e na **aba "DEMANDA Preço & Quant"** para o CDR.

4.3.5 Funcionalidade de Relatórios e Apresentação de Produtos e Resultados

Essa funcionalidade está implementada através de 6 abas, conforme segue.

aba "RESUMO GERAL RT´s Capex & Opex"

Nessa aba, tem-se um resumo das principais informações de dimensionamento dos custos associados a cada uma das rotas tecnológicas padrão, conforme visto na **Figura 32**.

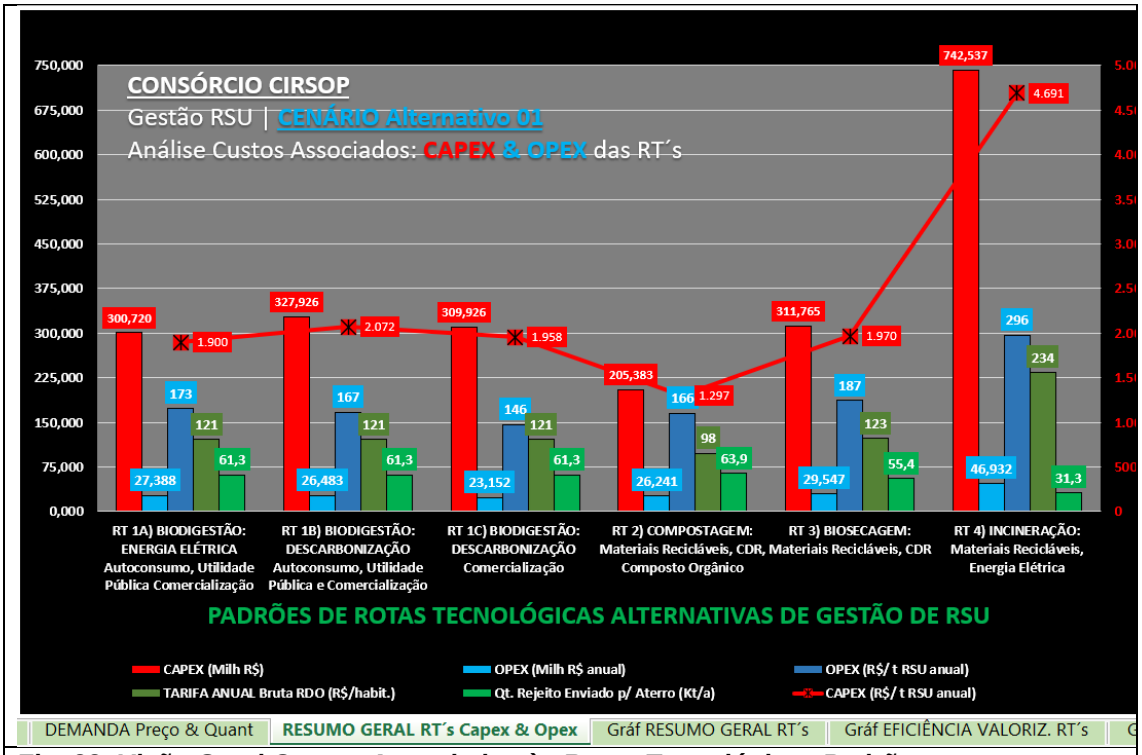


Fig. 32: Visão Geral Custos Associados às Rotas Tecnológicas Padrões
Fonte: Ferramenta Roteiro | **Aba "RESUMO GERAL RT´s Capex & Opex"**

As informações estão agrupadas por rotas tecnológicas padrão e para cada uma delas tem-se uma projeção gráficas das seguintes informações:

- **CAPEX (Milh R$):** se refere ao valor total de investimento para implementação de cada rota tecnológica ao longo de todo o período de contrato definido
- **CAPEX (R$/ t RSU anual):** se refere à mesma informação de CAPEX acima referida ao quantitativo anual de RSU do caso em análise
- **OPEX (Milh R$ anual):** se refere ao valor médio anual do custo operacional de operação de cada rota tecnológica ao longo de todo o período de contrato definido
- **OPEX (R$/ t RSU):** se refere à mesma informação de OPEX acima referida ao quantitativo anual de RSU do caso em análise
- **Qt de Rejeito enviado para Aterro Sanitário (Kt anual):** se refere ao quantitativo anual de rejeitos enviado ao Aterro Sanitário após as tecnologias de tratamento existentes em cada rota tecnológica
- **Tarifa Anual Bruta Anual RDO (R$/ hab):** se refere ao valor equivalente à receita anual necessária para remunerar a implementação e operação da rota tecnológica ao longo do prazo de contrato e dentro das premissas

financeiras definidas pelo usuário e referidas ao quantitativo de habitantes usuários do serviço nos municípios do consórcio

Dessa forma, tem-se uma visão geral de um comparativo sobre o esforço de implementação, através dos valores dos custos associados de Capex e Opex para sua implementação e operação, para cada uma das 4 rotas tecnológicas padrão pré-definidas.

aba "Gráf RESUMO GERAL RT´s"

Nessa aba, tem-se um resumo gráfico das principais informações que afetam a Tarifa Líquida de implementação das diferentes rotas tecnológicas tomando-se em conta o potencial de modicidade tarifária dos diferentes produtos a serem produzidos e distribuídos e comercializados nos diferentes canais de acordo com os quantitativos e preços de mercado definidos pelo usuário. de dimensionamento dos custos associados a cada uma das rotas tecnológicas padrão, conforme visto na **Figura 33**.

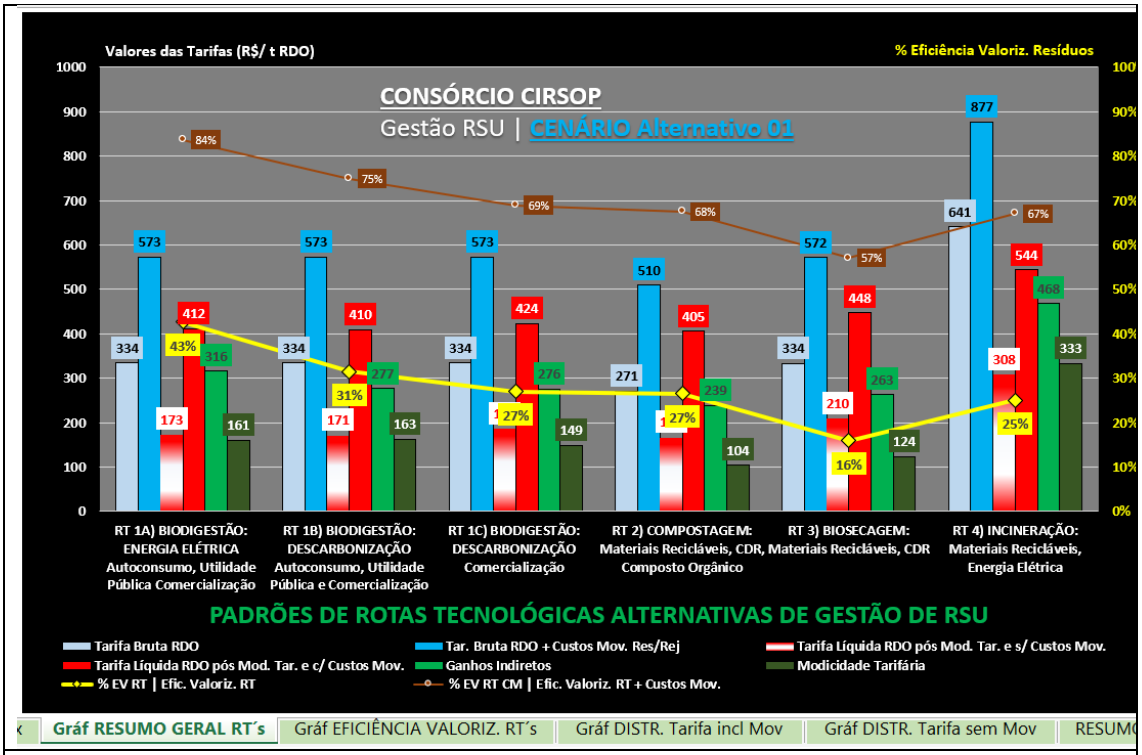


Fig. 33: Visão Geral Tarifas Associadas às Rotas Tecnológicas Padrões
Fonte: Ferramenta Roteiro | **Aba "Gráf RESUMO GERAL RT´s"**

As informações estão agrupadas por rotas tecnológicas padrão e para cada uma delas tem-se uma projeção gráficas das seguintes informações:

- **Tarifa Bruta RDO (R$/ t RSU anual):** se refere ao valor de tarifa bruta necessário para se implementar cada rota tecnológica padrão, sem tomar em conta os custos de movimentação de resíduos e rejeitos e sem dedução da modicidade tarifária advinda da venda ou comercialização dos produtos conforme quantitativos e preços informados pelo usuário

- **Tarifa Líquida RDO pós Modic. Tar. e s/ Custos Mov.:** se refere à mesma informação acima, mas agora incluindo-se os valores de dedução ou modicidade tarifária e referindo-se ao quantitativo anual de RSU do caso em análise
- **Tarifa Bruta RDO + Custos Mov. (R$/ t RSU anual):** se refere ao valor de tarifa bruta necessário para se implementar cada rota tecnológica padrão, incluindo-se os custos de movimentação de resíduos e rejeitos e sem dedução da modicidade tarifária advinda da venda ou comercialização dos produtos conforme quantitativos e preços informados pelo usuário
- **Tarifa Líquida RDO pós Modic. Tar. e c/ Custos Mov.:** se refere à mesma informação acima, mas agora incluindo-se os valores de dedução ou modicidade tarifária e referindo-se ao quantitativo anual de RSU do caso em análise
- **Ganhos Indiretos (R$/ t RSU anual):** se refere ao valor monetizado dos ganhos indiretos de cada rota tecnológica nas dimensões Ambiental, Social e Eco&Social conforme descritos no Cap. 3.3 – esses valores monetizados são consolidados por rota tecnológica e referidos ao quantitativo anual de RSU do caso em análise
- **Modicidade Tarifária (R$/ t RSU):** se refere ao percentual das receitas de venda dos produtos produzidos pelas tecnologias de tratamento do RSU a ser considerado como receitas a serem usadas como modicidade tarifária para se deduzir do valor Bruto da Tarifa e assim se chegar ao valor Líquido da Tarifa a ser paga pelos usuários do serviço
- **% EF RT | Efic. Valoriz. RT (%):** se refere ao % de Eficiência de Valorização das Rotas Tecnológicas Padrões conforme definição e descrição feita no Cap. 3.3 – em um cenário **sem inclusão dos Custos de Movimentação de Resíduos e Rejeitos**
- **% EF RT CM | Efic. Valoriz. RT + Custos Mov. (%):** se refere ao % de Eficiência de Valorização das Rotas Tecnológicas Padrões conforme definição e descrição feita no Cap. 3.3 – em um cenário **com inclusão dos Custos de Movimentação de Resíduos e Rejeitos**

Dessa forma, tem-se uma visão geral de um comparativo sobre (1) o esforço de implementação, através dos **valores das Tarifas Líquidas para implementação e operação**, para cada uma das 4 rotas tecnológicas padrão pré-definidas e (2) os valores dos indicadores % de **Eficiência de Valorização de Resíduos**, de modo a se permitir evidenciar um Comparativo entre a Relação % dos Ganhos Diretos e Indiretos sobre o Esforço de Implementação caracterizado pelos Valores das Tarifas

aba "Gráf EFICIÊNCIA VALORIZ. RT´s"

Nessa aba, tem-se um resumo gráfico das principais variáveis: Ganhos Diretos RT via Comercialização, Ganhos Indiretos RT nas Dimensões Ambiental, Social e Eco&Social e Ganhos de Criação de Valor via Autoconsumo e Utilidade Pública de cada rota tecnológica e que afetam os 2 indicadores % de Eficiência de Valorização das diferentes rotas tecnológicas. Assim, tem-se na **Figura 34**.

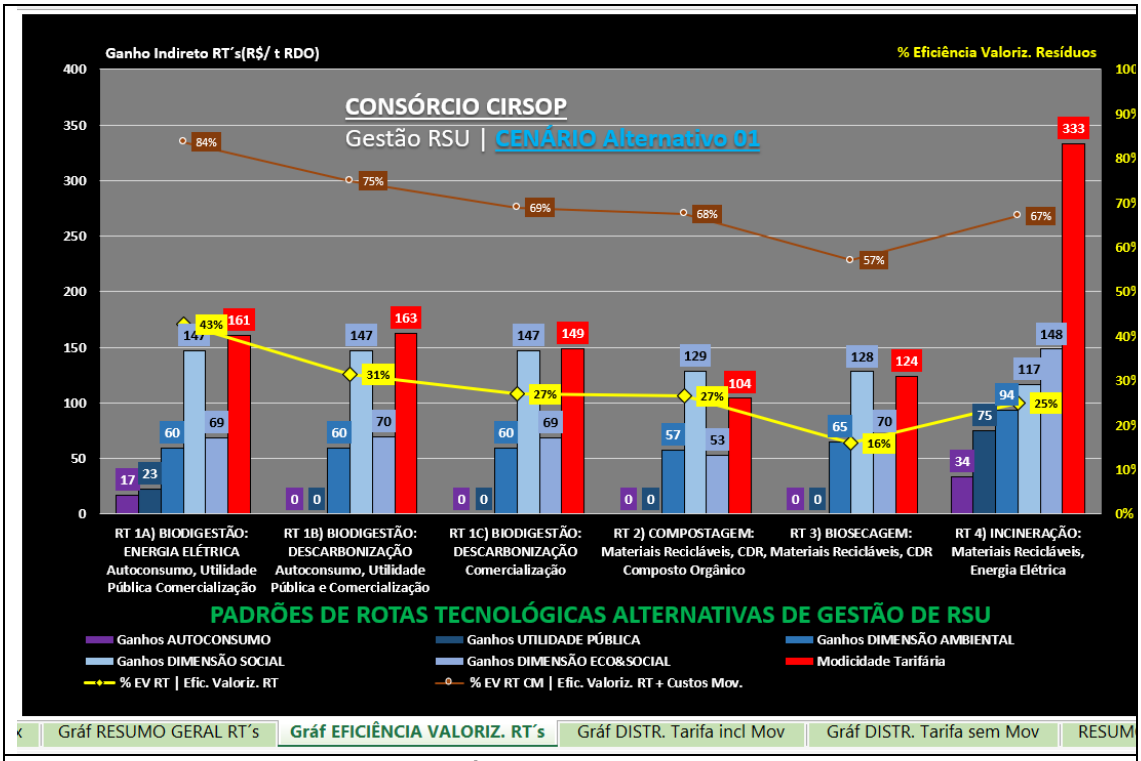


Fig. 34: Visão Detalhamento % Eficiência Valorização das Rotas Tecnológicas Padrões
Fonte: Ferramenta Roteiro | **Aba "Gráf EFICIÊNCIA VALORIZ. RT´s"**

As informações estão agrupadas por rotas tecnológicas padrão e para cada uma delas tem-se uma projeção gráficas das seguintes informações:

- **Ganhos Autoconsumo (R$/ t RSU anual):** se refere à somatória de ganhos relacionados ao **Autoconsumo** (1) da **Energia Elétrica** gerada vs a compra em uma fonte de distribuição convencional. Esses ganhos dependem do custo interno de energia elétrica, do preço referencial de compra das distribuidoras de energia e da demanda de energia elétrica requerida para operar a rota tecnológica e (2) do **Biometano** produzido em substituição ao combustível fóssil dos **caminhões usados nos serviços de gestão de RSU** e **de carros da frota pública oficial**. Esses ganhos dependem do balanço econômico resultante dos comparativos de custos associados ao cenário tradicional "as is" e um cenário alternativo com descarbonização dessas frotas
- **Ganhos Utilidade Pública (R$/ t RSU anual):** se refere à somatória de ganhos relacionados ao uso como **Utilidade Pública (1) da Energia Elétrica** gerada vs a compra em uma fonte de distribuição convencional. Esses ganhos dependem do custo interno de energia elétrica, do preço referencial de compra pelas Prefeituras da Energia Elétrica demandada para abastecimento dos Prédios Públicos e Iluminação Pública e **(2) da parcela do Biometano** destinado à substituição do combustível fóssil dos **carros da frota pública oficial**. Esses ganhos dependem do balanço econômico resultante dos comparativos de custos associados ao cenário tradicional "as is" e um cenário alternativo com descarbonização dessas frotas
- **Ganhos Dimensão Ambiental (R$/ t RSU anual):** se refere ao valor monetizado do resultado da multiplicação entre o "**Quantitativo Anual**

Desviado do Aterro Sanitário" e o "**Custo Médio Total em R$/t Resíduos**" referente a todo o período de contrato, inclusive de monitoramento do aterro sanitário pós encerramento

- **Ganhos Dimensão Social (R$/ t RSU anual):** se refere ao valor monetizado referente aos salários pagos e encargos devidos para os novos empregos criados somados à potencial doação parcial **(% de doação pode ser simulado dentro da Ferramenta Roteiro**) das receitas advindas das vendas de materiais recicláveis para um "Fundo Verde" com o objetivo de alavancar a coleta seletiva e/ou dar suporte às associações de catadores. A soma desses valores é referida ao quantitativo anual de RSU
- **Ganhos Dimensão Eco&Social (R$/ t RSU anual):** se refere aos valores dos tributos pagos pelo faturamento da venda serviços e da venda dos produtos oriundos da valorização do RSU nas esferas municipal, estadual e federal.
- **% EF RT | Efic. Valoriz. RT (%):** se refere ao % de Eficiência de Valorização das Rotas Tecnológicas Padrões conforme definição e descrição feita no Cap. 3.3 – em um cenário **sem inclusão dos Custos de Movimentação de Resíduos e Rejeitos**
- **% EF RT CM | Efic. Valoriz. RT + Custos Mov. (%):** se refere ao % de Eficiência de Valorização das Rotas Tecnológicas Padrões conforme definição e descrição feita no Cap. 3.3 – em um cenário **com inclusão dos Custos de Movimentação de Resíduos e Rejeitos**

Dessa forma, tem-se uma visão geral das variáveis que afetam os valores dos indicadores **% de Eficiência de Valorização de Resíduos**, de modo a se permitir evidenciar o comportamento dos **Ganhos Diretos**, **Ganhos Indiretos** e da **Criação de Valor** via **Autoconsumo**, **Utilidade Pública** e **Comercialização** e o comportamento dos indicadores do % de Eficiência de Valorização de RSU conforme as métricas definidas no Cap 3.3.

aba "Gráf DISTR. Tarifa incl Mov"

Nessa aba, tem-se um gráfico com os valores de **Distribuição da Tarifa Básica de Implementação e Operação das Rotas Tecnológicas Padrões** conforme descritos no cap. 4.3.4.2. No gráfico, tem-se para cada rota tecnológica, o **Valor Máximo**, **Médio** e **Mínimo** para cada uma das **5 Categorias de Economias/Imóveis**. Essa distribuição dos valores estimados para as tarifas de todas as categorias para todas as rotas tecnológicas padrões podem ser vistas na **Figura 35**.

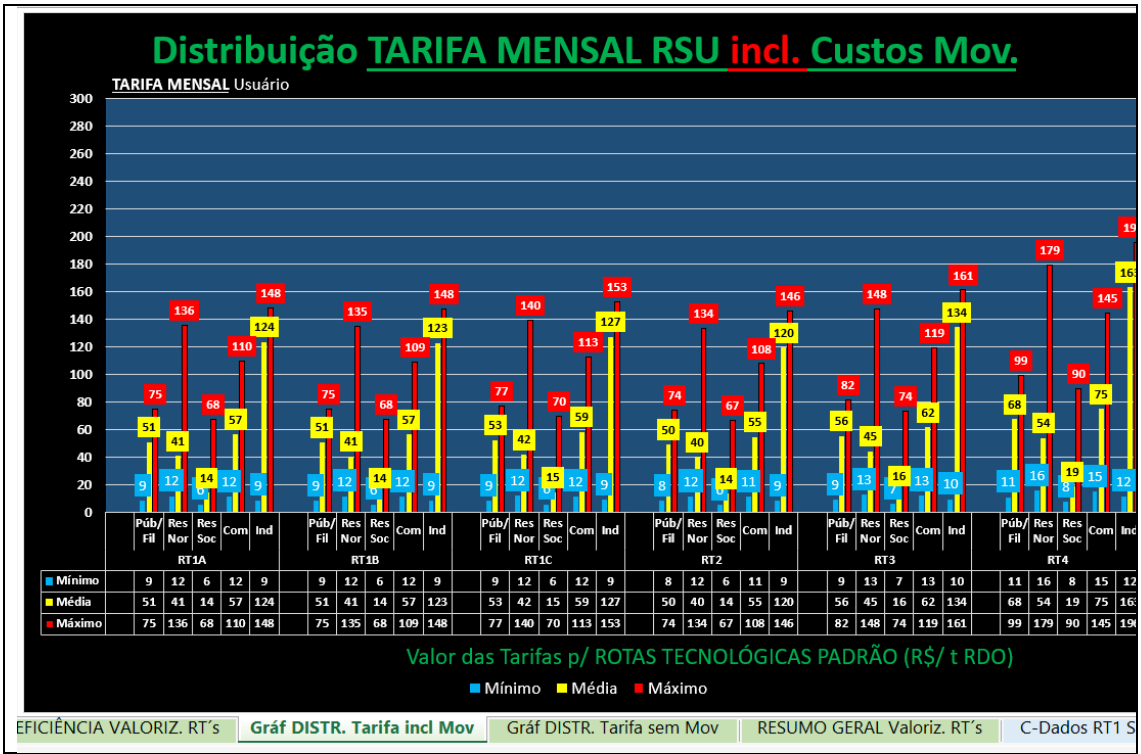


Fig. 35: Visão Distribuição Tarifa Mensal RSU por Categorias de Economias incl. Mov.
Fonte: Ferramenta Roteiro | **Aba "Gráf. DISTR. Tarifa incl Mov"**

aba "Gráf DISTR. Tarifa sem Mov"

Nessa aba, tem-se um gráfico com os valores de **Distribuição da Tarifa Básica de Implementação e Operação das Rotas Tecnológicas Padrões** incluindo-se os **Custos de Movimentação de Resíduos e Rejeitos** conforme descritos no cap. 4.3.4.2. No gráfico, tem-se para cada rota tecnológica, o **Valor Máximo**, **Médio** e **Mínimo** para cada uma das **5 Categorias de Economias/Imóveis**. Essa distribuição dos valores estimados para as tarifas de todas as categorias para todas as rotas tecnológicas padrões podem ser vistas na **Figura 36**.

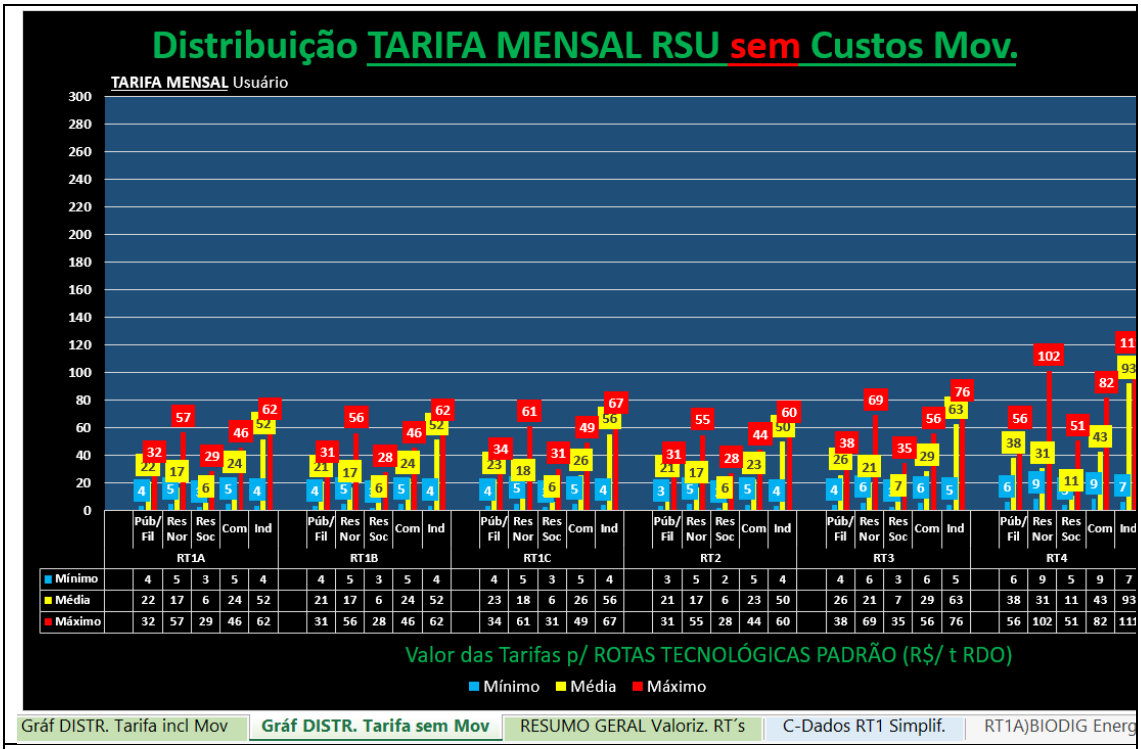


Fig. 36: Visão Distribuição Tarifa Mensal RSU por Categorias de Economias sem Mov.
Fonte: Ferramenta Roteiro | **Aba "Gráf. DISTR. Tarifa incl Mov"**

aba "RESUMO GERAL Valoriz. RT´s"

Nessa aba, tem-se uma tabela resumo com a estruturação das principais informações definidas e calculadas ao longo da construção da **Metodologia RART – Roteiro de Análise de Rotas Tecnológicas** conforme mostrado na **Figura 37**.

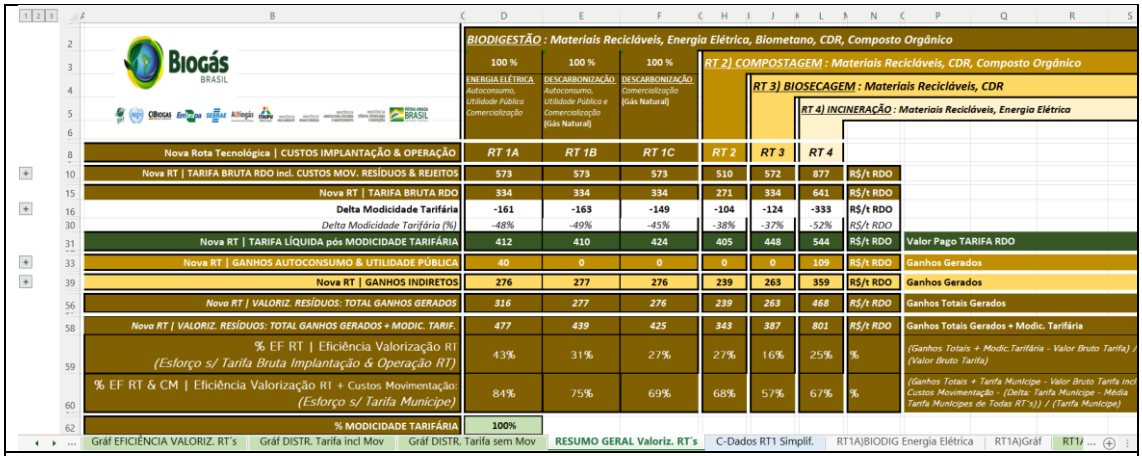


Fig. 37: Visão RESUMO GERAL Indicadores Metodologia RART por Rota Tecnol. Padrão
Fonte: Ferramenta Roteiro | **Aba "RESUMO GERAL Valoriz. RT´s"**

Iniciando o raciocínio da parte de cima da tabela tem-se:

Nova Rota Tecnológica | CUSTOS IMPLANTAÇÃO & OPERAÇÃO

- **Nova RT | TARIFA BRUTA RDO**: Valor gerado pela simulação da Ferramenta de Rotas e Custos, tarifa necessária para remunerar a implementação da rota tecnológica padrão no prazo de contrato e com as premissas de contrato e financeiras definidas pelo usuário
- **Nova RT | TARIFA BRUTA RDO incl. CUSTOS MOV. RESÍDUOS & REJEITOS**: Valor da Tarifa Bruta gerado na Ferramenta de Rotas e Custos acrescidos dos Custos Movimentação de Resíduos e Rejeitos. Esses Custos se desdobram em Custos de **Coleta** (Linha 11), Custos de **Transbordo e Transporte** (Linha 12) e Custos de **Transporte de Rejeitos Pós-Tratamento** dos Resíduos (Linha 13)
- **Delta Modicidade Tarifária**: Valor total das Receitas advindas da Venda dos Produtos. Os **Valores de Cada Produto** em cada um dos três **Canais de Distribuição** podem ser vistos entre as Linhas 18 e 28
- **Delta % Modicidade Tarifária**: Relação entre o valor de Modicidade Tarifária e o Valor da Tarifa Bruta de RDO
- **Nova RT | TARIFA LÍQUIDA pós MODICIDADE TARIFÁRIA**: É o valor Resultante da diferença entre o Valor Bruto da Tarifa incluindo os Custos de Movimentação de Resíduos e Rejeitos
- **Nova RT | GANHOS AUTOCONSUMO & UTILIDADE PÚBLICA**: É o valor resultante da soma das contribuições para a **Criação de Valor através das Alternativas de uso da Energia Elétrica** (Linhas 34 e 37) **e Biometano** (Linhas 35 e 36) Produzidos. Cabe destacar que a Criação de Valor é **Função de uma Redução de Custo face à uma Condição Anterior à Implementação** da Nova Rota Tecnológica
- **Nova RT | GANHOS INDIRETOS**: É o valor resultante da **Soma das Contribuições dos Ganhos Indiretos** mensurados nas Dimensões **Ambiental** (Linha 41 a Linha 44), **Social** (Linha 45 a Linha 49), e **Eco&Social** (Linha 50 a Linha 54)
- **Nova RT | VALORIZ. RESÍDUOS: TOTAL GANHOS GERADOS**: É a soma dos Ganhos Indiretos, Autoconsumo e Utilidade Pública
- **Nova RT | VALORIZ. RESÍDUOS: TOTAL GANHOS GERADOS + MODIC. TARIF.:** É a soma do Total dos Ganhos Gerados + o Valor da Modicidade Tarifária
- **% EF RT | Eficiência Valorização RT**: É a representação do esforço de implementação da rota tecnológica, sua métrica é a relação [(Ganhos Diretos + Ganhos Indiretos + Ganhos Valor via Autoconsumo e Utilidade Pública)] / (Tarifa Bruta Implementação RT sem Modicidade Tarifária)
- **% EF RT & CM | Eficiência Valorização RT + Custos Movimentação**: É a representação do esforço de implementação da rota tecnológica incluindo-se os custos de movimentação de resíduos e rejeitos, sua métrica é a relação= [(Ganhos Diretos + Ganhos Indiretos + Ganhos Valor via Autoconsumo e Utilidade Pública) + Tarifa Líquida RT – Tarifa Bruta incluindo Movimentação Resíduos e Rejeitos] / (Tarifa Líquida Remuneração RT)

5. Recomendações no Uso e Aplicação da Metodologia RART e da Ferramenta Roteiro

Como não há ainda uma funcionalidade de operacionalização do processo de integração automática entre as Ferramentas de Rotas e Custos e a Ferramenta Roteiro, faz-se necessário definir uma sequência de passos que permitam ao usuário realizar uma análise abrangente de uma nova solução para a gestão de resíduos onde as ferramentas existentes estejam inseridas. Oportunamente se recomenda a automatização desse processo com a integração das ferramentas existentes e isso será objeto do capítulo 6.

Cabe destacar ainda que antes de se apresentar os passos a serem seguidos para **Aplicação da Metodologia do Roteiro e das 2 Ferramentas**, é importante destacar que a Análise Preliminar pretendida não exclui a necessidade de se realizar um EVTEA e o seu objetivo principal não é o de dar uma definição final acerca do que deve ser feito, mas sim o de **primordialmente excluir alternativas que não permitem atender às expectativas** e de assim permitir **assegurar o foco dos recursos e energia naquelas alternativas que serão mais eficazes na aderência das expectativas** definidas e de uma forma objetiva.

Assim, para aplicação da Metodologia na Análise Completa e Objetiva do Tema, recomenda-se seguir os 8 Passos citados abaixo, são eles:

1. Identificar os problemas, mapear as expectativas e definir as metas para a gestão de resíduos
2. Levantamento de Dados/Informações para Entendimento de Sinergias e Potencial do Mercado Local
3. Avaliação e Identificação dos 3 Arranjos Ótimos de Municípios dentro da Estrutura do Consórcio
4. Definição de 4 Cenários Alternativos de Análise
5. Simular as 4 Rotas tecnológicas padrões para cada Arranjo Ótimo de Municípios
6. Gerar os Dados das 12 Combinações Possíveis de 4 Cenários Alternativos vs 3 Arranjos Ótimos de Municípios
7. Gerar Relatórios Comparativos de Dados e Informações do Estudo de Caso
8. Analisar, Extrair e Validar as Recomendações para o Foco de um Estudo Detalhado EVTEA para o Estudo de Caso

PASSO 01 | Problemática da Gestão Resíduos, Expectativas & Metas

Caso exista um PIGIRS para o consórcio, possivelmente os principais problemas e as respectivas alternativas principais de solução tenham sido avaliadas e assim tenham recomendações e metas de desenvolvimento determinadas e validadas. Conhecer os PIGIRS existentes ou validar as discussões em torno dos aspectos principais permite identificar ou fixar as expectativas de longo prazo:

1) Clareza: **O QUÊ**, **POR QUE**, **TAMANHO** e **COMPLEXIDADE** do Desafio?
2) **ONDE** se quer chegar e Quais as **METAS** que denotam essa **AMBIÇÃO**?
3) Há uma Noção Clara sobre o **ESFORÇO** vs **AMBIÇÃO** das Expectativas?
   - Valor Referencial do Preço Mensal Tarifa: R$.Economias^{-1}.Mês^{-1}
   - % Desvio de Resíduos enviados para Aterro Sanitário

PASSO 02 | Contexto do Consórcio, Sinergias e Potencialidades Locais

Conduzir um levantamento de dados e informações que permitam entender a realidade local. A **Figura 38** mostra uma lista com as informações essenciais.

	B	C	D
2	**Dados Gerais do Consórcio**	**(Dado por Município)**	
4	Há um Plano INTERMUNICIPAL ou MUNICIPAL de Gestão de RSU?	S	S/N
5	Há um Estudo Gravimétrico do RSU?	S	S/N
6	Qt População	100.000	hab
7	Qt Geração RSU	100,0	t/d
8	Localização Disposição Final Resíduos ATUAL	Aterro xyz	Local
9	Consumo Total de Água	0,0	Milh m³/a
11	**Despesas Gestão Orçamentária Municipal**	**(Dado por Município)**	
13	**Despesas Gestão Total RSU**	**12,410**	**Milh R$/a**
14	**Despesas Gestão Total RSU**	**340**	**R$/t RSU**
15	*Custos de Coleta dentro do Município*	*100*	*R$/t RSU*
16	*Custos Operacionais dos Transbordos*	*20*	*R$/t RSU*
17	*Custos Transporte pós Transbordo p/ Aterro*	*20,0*	*R$/t RSU*
18	*Custoss Disposição Aterro*	*150,0*	*R$/t RSU*
19	***Sub-Total***	***290***	***R$/t RSU***
20	*Custo Serviços Limpeza Públic*	*50*	*R$/t RSU*
21	***Sub-Total***	***50***	***R$/t RSU***
22	**Arrecadação Total Taxa Limpeza Pública**	**5.000.000**	**R$/a**
23	**Arrecadação Total Taxa Limpeza Pública por habitante**	**50,0**	**R$/hab**
24	*Nr Economias Taxadas*	*100.000*	*Economias*
26	**Despesas Gestão Energia Elétrica**	**15,785**	**Milh R$/a**
27	**Despesas Gestão Energia Elétrica**	**432**	**R$/t RSU**
28	Qt Consumo Energia Elétrica	30.356	MWh/a
29	*Preço Compra Energia Elétrica*	*520*	*R$/MWh*
31	**Despesas GestãoCombustíveis | Frota Pública**	**0**	**Milh R$/a**
32	**Despesas GestãoCombustíveis | Frota Pública**	**0**	**R$/t RSU**
33	Qt ConsumoCombustível: Gasolina		Milh/a
34	*Preço Compra Combustível: Gasolina*	*6,56*	*R$/ l Gasolina*
35	Qt ConsumoCombustível: Diesel		Milh/a
36	*Preço Compra Combustível: Diesel*	*5,21*	*R$/ l Diesel*
37	Nr Carros Oficiais p/ Avaliação Programa Descarbonização	50	Carros
38	Política de Renovação	5	anos
39	Nr Caminhões Serv. Gestão RSU p/ Avaliação Progr. Descarbonização	25	Caminhões
40	Política de Renovação	10	anos
42	**Dados do Sistema de Cobrança do Consumo de Água**	**(Dado por Município)**	
44	Economias Públicas/Filantrópicas	20	Economias
45	Economias Residencial Comum	2.000	Economias
46	Economias Residencial Social	400	Economias
47	Economias Comercial	200	Economias
48	Economias Industrial	2	Economias
49	**Nr ECONOMIAS TOTAIS**	**2.622**	**Economias**

Fig. 38: Detalhe da Lista de Dados/Informações Básicas dos Municípios dos Consórcios
Fonte: Planilha Excel Auxiliar | **Abas individuais por Município**

As informações devem ser levantadas para cada município e consolidadas no nível do consórcio. Além do contexto atual dos integrantes do consórcio, faz-se necessário analisar também os aspectos relativos ao potencial de expansão do consórcio com adesão de outros municípios de modo a se definir qual o **máximo conjunto de cidades** que deverão ser consideradas para o **Estudo Preliminar de uma Solução de Gestão de Resíduos**. O projeto de uma nova rota tecnológica de gestão de resíduos é usualmente viabilizado através de contratos de concessão de longo prazo, assim a modelagem desse contrato deve considerar o crescimento potencial do consórcio com a adesão dessas novas cidades dentro do mesmo horizonte de tempo.

PASSO 03 | Avaliação e Identificação dos 3 Arranjos Ótimos de Municípios dentro da Estrutura do Consórcio

O contexto de consórcios de municípios no Brasil pode envolver estruturações que chegam a até 50 municípios. Dessa forma, é essencial identificar os **Arranjos Ótimos de Municípios** que permitam assegurar a **Melhor Eficiência da Futura Rota Tecnológica Global do Consórcio**. Para se identificar esses Arranjos, precisamos fixar algumas diretrizes e premissas:

- Cada Arranjo tem suas cidades constituintes, a localidade da **UTVR** e a localização do Aterro Sanitário e cada cidade participa somente de um dos arranjos
- As localizações potenciais dos aterros sanitários são definidas conforme as restrições legais, ambientais e de segurança aplicáveis, pode-se ter arranjos compartilhando o mesmo aterro sanitário e é possível ter um Arranjo enviando os rejeitos de sua **UTVR** para o Aterro Sanitário de um município que pertença a outro Arranjo
- É necessário definir quais cidades do consórcio podem potencialmente receber uma **UTVR** e eventualmente todas podem ser consideradas potenciais
- Cada Arranjo constituído tem um determinado quantitativo de RSU a ser tratado e consequentemente, tem-se os respectivos custos de movimentação de resíduos e rejeitos que dependerá da localidade da **UTVR** e do Aterro Sanitário associado a esse Arranjo

Com a aplicação dessas premissas e diretrizes e, enquanto não há ainda um algoritmo de automatização dessa funcionalidade, nessa etapa da análise preliminar deverão ser testados diferentes arranjos de municípios de forma empírica que assegurem a identificação de Arranjos Ótimos a serem usados na sequência para o detalhamento dos cenários de valorização de resíduos para cada uma das rotas tecnológicas padrões. Os Arranjos Ótimos são aqueles que reúnem o melhor compromisso entre o **Ganho de Escala propiciado por um eventual aumento do quantitativo** da aglomeração dos municípios versus o inevitável **Aumento dos Custos de Movimentação de Resíduos e Rejeitos** de cada um desses arranjos. A comparação da eficácia desse compromisso **permite identificar os Arranjos Ótimos**.

PASSO 4 | Definição de 4 Cenários Alternativos de Análise

A partir da análise da potencialidade e sinergias locais estabelecer as premissas das variáveis do mercado de valorização: Preço e Quantitativos para cada um dos canais de distribuição: Autoconsumo, Utilidade Pública e Comercialização.
Por se tratar de uma Análise Preliminar, recomenda-se a definição de até 3 Cenários de Valorização e um Cenário 4 será constituído a partir da definição de um aterro existente como destino dos rejeitos da rota tecnológica de valorização.

Assim, teremos 4 cenários com premissas de valorização diferentes para análise e avaliação comparativa de resultados. Essas informações são inseridas pelo usuário na **Aba "DEMANDA Preço & Quant"** cf detalhado no **Capítulo 4.3.2**.

PASSO 5 | Geração das Simulações das 4 Rotas Tecnológicas Padrão para cada Arranjo Ótimo de Municípios

A partir dos Arranjos Ótimos de Municípios identificados no Passo 3, deve-se gerar as Simulações das 4 Rotas Tecnológicas Padrões para cada um dos quantitativos dos 3 Arranjos Ótimos identificados que serão a base dos valores de Tarifas a serem analisados nos Passos seguintes. Para isso, deve-se:

- Definir ou validar as Premissas Financeiras Base para Estimativa da Tarifa Bruta (sem modicidade tarifária) Base dos usuários do serviço a serem padronizadas para o estudo de caso: Wacc, Estrutura de Capital, etc
- Definir ou validar as Premissas de Definição Básicas do Contrato: Prazo Contrato, Despesas Gestão Contrato e Outros Investimentos Específicos do Estudo de Caso: ex. Despesas Encerramento Lixões, etc
- Gerar através da Ferramenta de Rotas e Custos as 12 Planilhas Excel com os dados das 4 Rotas Tecnológicas Padrões para cada um dos 3 Arranjos Ótimos identificados no Passo 3
- Gerar para cada um dos 3 Arranjos Ótimos de Municípios uma tabela consolidada dos dados e informações de cada um dos 3 Arranjos Ótimos, constituindo-se assim os dados Consolidados do Consórcio para cada um dos 3 Arranjos Ótimos

Esses dados e informações Consolidados do Consórcio para cada um dos 3 Arranjos Ótimos, serão a base das análises e avaliações dos passos seguintes.

PASSO 6 | Geração dos Dados para as Combinações entre os 4 Cenários Alternativos e os 3 Arranjos Consolidados Ótimos de Municípios para cada Rota Tecnológica Padrão

Agora, com a utilização da Ferramenta Roteiro, geram-se os 4 Cenários Alternativos de Valorização a partir das respectivas premissas definidas pelo usuário e dos dados a serem importados das rotas tecnológicas padrões gerados para cada um dos 3 Arranjos Consolidados Ótimos de Municípios. Recomenda-se organizar essas planilhas em diretórios específicos para cada Cenário de Valorização com subdiretórios para cada Arranjo de Municípios como forma de se organizar de forma estruturada todas as informações.
A organização dessas informações permitirá gerar uma **Matriz Esforço & Oportunidade** com:

- **Esforço**: Os valores médios das Tarifas Líquidas dos Usuários (pós modicidade tarifária) para cada um dos 3 Arranjos Consolidados Ótimos de Municípios identificados no Passo 3.
- **Oportunidade**: Os respectivos valores dos indicadores do % de Eficiência de Valorização dos Resíduos incluindo os Custos de Movimentação de Resíduos e Rejeitos conforme as definições e métricas da Metodologia RART demonstradas no Cap. 3.3

PASSO 7 | Geração de Relatórios Comparativos de Dados e Informações do Estudo de Caso

Agora, com a Análise das informações da Matriz de Esforço e Oportunidade do estudo de caso do consórcio, pode se aplicar outras 2 funcionalidades:

1. **Gráficos e Tabelas Comparativas**:
   - **Indicadores**: % de Eficiência de Valorização e Valores das Tarifas do Usuário para as Diferentes Rotas Tecnológicas
   - **Dados Dimensionamento Rotas Tecnológicas:** Valores Capex, Opex, Desvio de Aterro e Tarifa Bruta de Implementação (Sem modicidade tarifária)
2. **Análise Sensibilidade**: Permite avaliar os Comportamentos e as **Variações dos dados da Matriz de Esforço e Oportunidade** em função de **Mudanças % nas Premissas de Valorização** pré-definidas. Isso permite analisar, entender e antever os cenários de risco para as modelagens futuras dos EVTEA´s
3. **Simulação da Distribuição da Tarifa Líquida aos Usuários do Serviço**: Conforme metodologia descrita no capítulo 4.3.4.2, o usuário pode avaliar como fica a distribuição de uma determinada Tarifa Líquida aos usuários seguindo-se uma metodologia de **Proxy do Sistema de Cobrança do Consumo de Água**. Isso permite antever a noção de esforço do pagamento mensal pelos usuários do futuro serviço do contrato de concessão de acordo com as diferentes **Categorias de Economias dos Usuários**: **Residencial Normal**, **Residencial Social**, **Comercial**, **Público/Filantrópica** e **Industrial** – ver capítulo 4.3.4.2.

PASSO 8 | Analisar, Extrair e Validar as Recomendações para o Foco de um Estudo Detalhado EVTEA para o Estudo de Caso

Agora, cabe aqui resgatar que o objetivo central de uma Análise Preliminar não é definir uma Rota Tecnológica para um determinado Estudo de Caso, mas sim oferecer através de uma análise mais rápida:

1. Definir ou Revisar as Expectativas de Evolução da Gestão de Resíduos através de Metas Objetivas
2. Confrontar as Alternativas de Rotas Tecnológicas e assim poder recomendar o Descarte de algumas Alternativas face à sua Incompatibilização com as Expectativas e Metas Pretendidas
3. Identificar uma Combinação entre Premissas de Valorização, Arranjos de Municípios e Aplicação de Rotas Tecnológicas que permitam uma Maior Aderência às Expectativas e Metas Pré-Definidas

A análise do resultado desses 3 pilares permite extrair os basilares para o detalhamento de um estudo EVTEA com assertividade e aderência às

expectativas definidas. Cabendo destacar ainda que o processo pode ser feito em várias interações com mudanças das premissas e criação de novos cenários à medida que se vai extraindo informações e validando algumas premissas até que se tenha um conforto aceitável sobre a aderência às expectativas definidas no início do processo.

6. Considerações Finais e Próximos Passos de Desenvolvimento das Ferramentas

Em função do aprendizado e da revisão das expectativas iniciais que nortearam os objetivos desse estudo, algumas recomendações podem ser consolidadas nesse momento e nessa etapa:

1. O tema gestão de resíduos tem uma complexidade intrínseca face ao universo de opções possíveis. Não há como se assegurar a obtenção de uma solução otimizada sem explorar essas possibilidades de uma forma objetiva, sob o risco de que alguma alternativa mais eficaz e aderente às expectativas para o desenvolvimento do tema, tenham ficado de fora. Ter a clareza de que **PRIMEIRO** define-se um **OBJETIVO**, depois desenvolve-se a **METODOLOGIA** e somente após constrói-se o **FERRAMENTAL** para aplicá-la e **não se deve inverter esse raciocínio**
2. O objetivo de se utilizar a Ferramenta de Rotas e Custos foi atendido e a criação de uma nova ferramenta denominada Ferramenta Roteiro foi necessária para se organizar melhor os diferentes níveis das discussões que envolvem o tema: Rotas Tecnológicas, Arranjos de Municípios, Cenários de Valorização e seus Diferentes Canais de Autoconsumo, Utilidade Pública e Comercialização com respectivos Preços e Quant.s.
3. O estudo de caso para o consórcio CIRSOP permitiu antever e validar o valor agregado que justifica o uso da Metodologia RART – Roteiro de Análise de Rotas Tecnológicas criada como uma Análise Preliminar aos estudos detalhados EVTEA, necessários a um Processo de Licitação
4. Posto isso recomenda-se:
    - O desenvolvimento de uma nova ferramenta que permita a automatização e integração das 2 ferramentas existentes: Ferramenta Rotas e Custos e Ferramenta Roteiro. Essa nova ferramenta deverá focalizar em otimizar a interface com o usuário em termos de interação na entrada de informações requerida para cada Estudo de Caso e ao mesmo tempo otimizar as funcionalidades de geração de relatórios e produtos do Estudo de Caso
    - O desenvolvimento de um algoritmo automatizado que a partir de premissas a serem definidas pelo usuário, identifique os Arranjos Consolidados Ótimos de municípios dentro de cada consórcio a ser analisado dentro de um Estudo de Caso. Essa é uma das tarefas essenciais que assegura a eficácia do Estudo de Caso e cuja complexidade deve ser direcionada à execução computadorizada. Face ao contexto de consórcios de gestão de resíduos no Brasil e face à diversidade de cidades, distâncias envolvidas e alternativas de arranjos, tal funcionalidade é algo primordial a ser automatizado dentro do ferramental para assegurar a assertividade de resultados
    - Essa nova ferramenta deverá manter as ferramentas existentes como base de modo que à medida que se tenha novos aprendizados com

os estudos de caso futuros, se possa revisar as ferramentas hoje existentes, sem a necessidade de se revisar a nova ferramenta a ser criada, isso deverá facilitar e agilizar o processo de "curva de aprendizagem e desenvolvimento da metodologia".

SEBRAE

ABiogás
Associação Brasileira do Biogás

Embrapa

ITAIPU
BINACIONAL

CIBIOGAS
ENERGIAS RENOVÁVEIS

UNIDO

gef

MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONAL

MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES

PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

Biogás
BRASIL