

Ferramenta Estratégica para Análise de Projetos de Digestão Anaeróbica (DA)

MANUAL DO USUÁRIO



Versão 2.2
Março 2022

Suporte: biogastoolkit@epa.gov



Manual do Usuário da AD-ST - Ferramenta Estratégica para Análise de Projetos de DA

CONTEÚDO

Conteúdo.....	ii
Agradecimentos.....	1
1. Visão geral.....	2
1.1 Organização do Manual do Usuário.....	2
1.2 Organização da Ferramenta AD-ST	2
1.3 Inserção de dados.....	3
2. Passo a passo de como utilizar a Ferramenta AD-ST.....	4
2.1 Informações básicas.....	4
2.1.1 Capa.....	4
2.1.2 Introdução.....	4
2.1.3 Instruções.....	4
2.2 Entradas do Usuário... ..	6
2.2.1 Entradas para Digestor.....	6
2.2.2 Entradas para Emissões.....	8
2.3 Saídas.....	11
2.3.1 Resumo Anual.....	11
2.3.2 Produção de Biogás.....	11
2.3.3 Produção de Digestato.....	12
2.3.4 Reduções das Emissões.....	12
2.4 Valores Predefinidos e Estimativas Iniciais.....	12
2.4.1 Características da Matéria-prima.....	12
2.4.2 Toxicidade da Matéria-prima.....	12
2.4.3 Fatores de Calibração.....	12
2.4.4 Saídas para OrganEcs.....	12
2.4.5 Fatores de Conversão de Metano (FCM).....	13
2.5 Informações sobre a Ferramenta.....	13
2.5.1 Referências.....	13
2.5.2 Ajuda.....	13
2.5.3 Metodologia.....	13
2.6 Cálculos.....	13

2.6.1 Reduções de Emissões do Esterco.....	13
2.6.2 Reduções de Emissões de Outros Resíduos.....	13
2.6.3 Armazenamento.....	13
2.6.4 Geração e Utilização do Metano.....	14
2.6.5 Uso de Eletricidade.....	14
2.6.6 Queima e Vazamento de Biogás.....	14
3. Limitações.....	14

AGRADECIMENTOS

Originalmente desenvolvida pela Abt Associates, sob contrato com a Climate Change Division (Divisão de Mudanças Climáticas) da EPA (Agência de Proteção Ambiental) e em apoio à Iniciativa Global para o Metano, a AD-ST - Ferramenta Estratégica para Análise de Projetos de Digestão Anaeróbia (DA) é gerenciada por Nick Elger, da seção de programas Non-CO₂ da EPA.

A EPA agradece às seguintes pessoas por avaliarem os aspectos técnicos da “AD Screening Tool” (versão em inglês da Ferramenta AD-ST): Jorge Hilbert, da Environmental Health Analytics; Stephanie Lansing, da Universidade de Maryland; John Martin, da Hall and Associates; e Mark Philbrick, do Department of Energy, Bioenergy Technologies Office dos EUA.

Além disso, agradecemos a Tom Frankiewicz (EPA, Climate Change Division) pela ampla orientação e assistência durante o desenvolvimento da Ferramenta AD-ST. Agradecemos também a Melissa Pennington (EPA, *Region 3*) pelo acesso aos dados dos sistemas de DA utilizados para calibrar a ferramenta.

Por fim, a EPA agradece à equipe da Abt Associates, em especial a Ben Matek, David Cooley, Kait Siegel, Joe Donahue, Rubenka Bandyopadhyay e Amy Rowland, pela inestimável competência e pelo apoio dado durante o desenvolvimento e a atualização da Ferramenta.

1. VISÃO GERAL

1.1 Organização do Manual do Usuário

Os setores agrícola e de resíduos sólidos urbanos (RSU) são fontes importantes de emissões de poluentes climáticos de vida curta (PCVC), especialmente de metano e de carbono negro. A digestão anaeróbica (DA) é um processo natural no qual as bactérias decompõem a biomassa em um ambiente sem oxigênio, produzindo biogás e digestato. Os sistemas de DA proporcionam diversos ganhos ambientais e de saúde pública, pois reduzem os PCVC, redirecionam os resíduos orgânicos, reduzem os odores e destroem os agentes patogênicos.

A Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA, sigla em inglês para US Environmental Protection Agency), em nome da Iniciativa Global para o Metano (GMI, sigla em inglês para Global Methane Initiative), desenvolveu a Ferramenta AD-ST para auxiliar os gestores de projetos na realização de avaliações preliminares sobre o volume de biogás e de digestato que podem ser produzidos anualmente em seus sistemas de DA. A Ferramenta também é capaz de estimar reduções nas emissões de biogás do projeto como um todo.

Além disso, a Ferramenta fornece aos usuários dados para a ferramenta Organics Economics (OrganEcs) da EPA com base nas características do digestor. Ela pode ser usada para estimar os custos associados à digestão anaeróbica e aos projetos de manejo de resíduos orgânicos.¹

O Manual do Usuário contém:

- Uma visão geral da Ferramenta AD-ST (Seção 1);
- Informações sobre como usar a Ferramenta AD-ST e como interpretar os resultados (Seção 2); e
- Informações sobre estimativas iniciais, sobre metodologia e sobre limitações da Ferramenta AD-ST (Seção 3).

1.2 Organização da Ferramenta

As abas da Ferramenta AD-ST estão categorizadas em cinco seções:

- As abas em **MARROM** fornecem instruções, notas, estimativas iniciais, fontes para os valores predefinidos e informações adicionais.
- As abas em **AZUL** solicitam a inserção de dados pelos usuários.
- As abas em **PRETO** fornecem várias tabelas e gráficos que resumem os resultados da ferramenta.
- As abas em **AMARELO** fornecem informações sobre valores predefinidos e estimativas iniciais.
- As abas em **CINZA** fornecem informações sobre os cálculos realizados nas planilhas.

¹ Mais informações sobre o OrganEcs - Anaerobic Digestion v3.0 podem ser encontradas em: <https://www.globalmethane.org/resources/details.aspx?resourceid=5175>

As listas a seguir fornecem uma visão geral do conteúdo de cada aba:

Informações básicas sobre a Ferramenta (abas em marrom)

História da Ferramenta

1. Introdução
2. Instruções
14. Referências
15. Ajuda
16. Metodologia

Entradas de Dados (abas em azul)

3. Valores de entrada para o Digestor Anaeróbico
4. Valores de entrada para o cálculo das emissões do Digestor Anaeróbico

Saídas (abas em preto)

5. Resumo sobre a produção anual
6. Resumo sobre a produção de biogás
7. Resumo sobre a produção de digestato
8. Emissões líquidas anuais do projeto

Valores Predefinidos e Estimativas Iniciais (abas em amarelo)

9. Características das matérias-primas
10. Informações sobre a toxicidade dos resíduos
11. Fatores de calibração
12. Informações para serem utilizadas na ferramenta OrganEcs
13. Fatores de conversão para o metano

Cálculos Detalhados (abas em cinza)

17. Emissões da linha de base para o esterco
18. Emissões da linha de base para resíduos co-digeridos
19. Emissões provenientes ao armazenamento temporário
20. Geração e utilização de metano
21. Emissões provenientes do uso de eletricidade
22. Emissões provenientes do processo de queima e de vazamentos

1.3 Inserção de dados

Para que a Ferramenta funcione corretamente, é necessário ativar as macros (um aviso aparece na parte superior da planilha). Se você acidentalmente optou por não as ativar, feche e abra a Ferramenta novamente e a opção reaparecerá.

Nas células em **AZUL**, insira os dados atuais ou estimados das matérias-primas de resíduos orgânicos e as informações sobre o manejo do seu sistema de DA. Dicas e definições úteis podem ser encontradas em algumas dessas células.

As células em **AMARELO** contêm valores predefinidos fornecidos automaticamente, mas é possível alterá-los quando houver dados locais disponíveis. Se precisar retornar aos valores predefinidos originais, clique nos botões do tipo "Restaurar valores predefinidos" existentes em cada planilha de entrada de dados.

As células em **CINZA**, exceto aquelas nas colunas rotuladas como "Fonte" ou "Observações", contêm valores calculados que não podem ser alterados.

Instruções específicas para a inserção de dados podem ser encontradas a seguir.

2. PASSO A PASSO DE COMO UTILIZAR A FERRAMENTA AD-ST:

2.1 Informações básicas

2.1.1 Capa

A aba "Capa" apresenta a Ferramenta AD-ST, quem a desenvolveu e informações para contato.

2.1.2 Introdução

A aba "Introdução" contém uma breve descrição da Ferramenta AD-ST e de como ela pode ser utilizada.

2.1.3 Instruções

A aba "Instruções" descreve como usar a Ferramenta AD-ST, fornecendo orientações gerais para as abas de entrada e de saída de dados.

- As macros no Excel automatizam várias funções, inclusive os botões do tipo "Restaurar valor predefinido", encontrados nas abas de entrada de dados. A maioria das organizações não permite a execução automática de macros devido aos riscos de segurança envolvidos, porém elas são necessárias para garantir que as funções automatizadas da Ferramenta sejam executadas corretamente.

Para obter mais informações sobre como ativar ou desativar macros, consulte a página de ajuda do suporte da Microsoft:

<https://support.microsoft.com/en-us/office/enable-or-disable-macros-in-office-files-12b036fd-d140-4e74-b45e-16fed1a7e5c6>.

- Os usuários devem habilitar macros. Esta solicitação será feita por um pop-up logo após a abertura da pasta de trabalho.

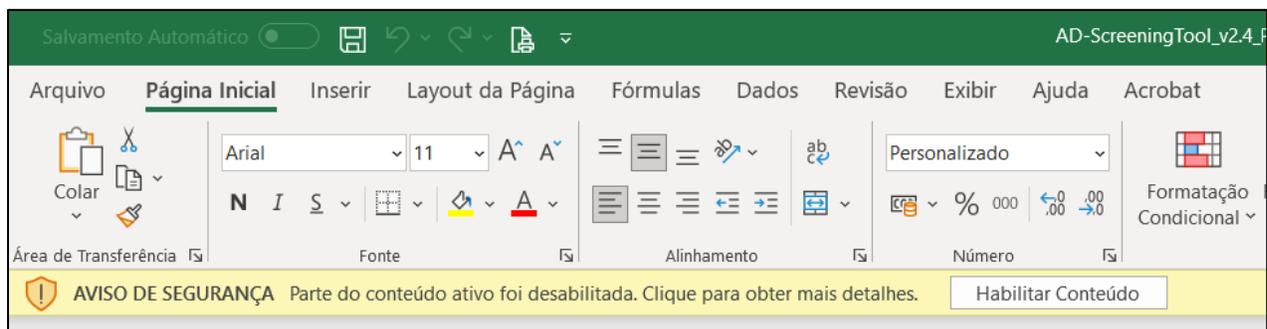


Figura 1: Pop-up para ativação de macros ao abrir a Ferramenta.

- Se a ativação de macros não for solicitada, favor conferir a ativação em: Arquivo → Opções Central de Confiabilidade → Configurações da Central de Confiabilidade.

- Para ativar as macros somente durante o período em que o arquivo estiver aberto²:
 - Feche o arquivo e o reabra. O pop-up será exibido novamente.
 - Clique na aba “Arquivo”.
 - Na área “Aviso de segurança”, clique em “Ativar Conteúdo”.
 - Selecione “Opções Avançadas”.
 - Na caixa de diálogo “Opções de Segurança do Microsoft Office”, clique em “Ativar Conteúdo” para esta sessão para cada macro.

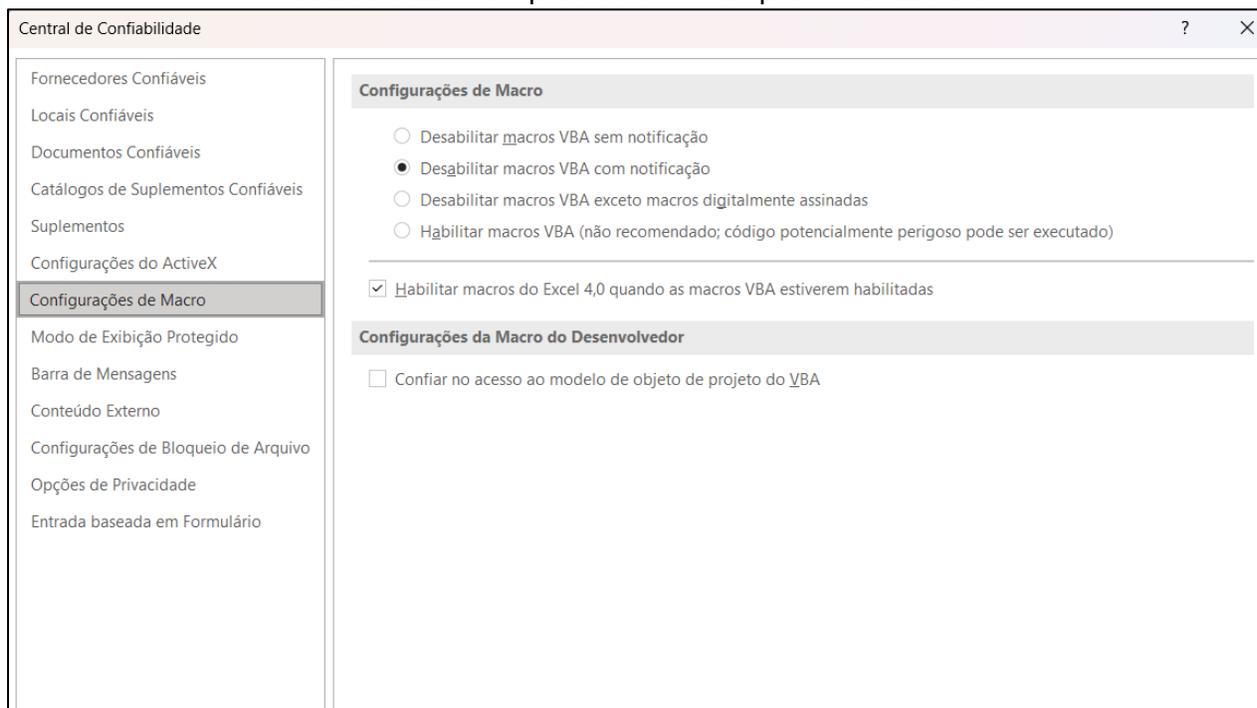


Figura 2: Habilitação de macros nas Configurações de Segurança do Excel

- Insira os dados em todas as células em **AZUL** da aba "3 - Entradas para Digestor". Essas informações serão usadas para gerar estimativas de biogás e digestato.
 - Para cada dado inserido, é recomendável anotar a fonte de informações ou quaisquer suposições feitas. A Ferramenta AD-ST oferece espaço para que os usuários façam anotações.
- As células em **AMARELO** na aba "3 – Entradas para Digestor" representam valores predefinidos ou estimativas. Não é obrigatório alterar esses valores, mas é recomendável fazê-lo em caso de informações locais disponíveis.

Dicas:

- Para vários campos de dados em **AZUL**, é possível ver sugestões e orientações ao clicar nas células.
- Utilize sempre este Manual do Usuário para conferir se os dados estão sendo inseridos corretamente.

² NT: Dependendo da versão do Excel, esse caminho pode variar. Consultar a ajuda da Microsoft se necessário.

- Algumas células têm verificações automáticas de validade. Se um usuário inserir um valor incorreto ou não fizer uma seleção válida, a célula de validação automática ficará **vermelha** e uma mensagem de erro será exibida. Corrija o erro antes de continuar.

2.2 Dados de Entrada do Usuário

2.2.1 Aba “Entradas para Digestor”

Esta aba coleta informações sobre o projeto, incluindo o nome, a localização, o tipo e a temperatura do reator de DA, bem como se o sistema inclui ou não equipamento de desaguamento.³

A imagem abaixo mostra as células em **AZUL** obrigatórias na aba "3 – Entradas para Digestor", preenchidas com dados de um estudo de caso da Bar-Way Farms em Deerfield, Massachusetts, EUA.

Requisitos Mínimos

Abaixo, seguem os dados mínimos necessários na aba "3 – Entradas para Digestor" para produzir as estimativas anuais nas abas "5 - Resumo Anual", "6 - Produção de Biogás" e "7 - Produção de Digestato". É possível executar a análise usando apenas os dados apresentados na guia "3 – Entradas para Digestor":

- Nome do Projeto
- Cidade/Município
- País
- Sistema de DA: úmido ou seco
- A instalação do sistema incluirá equipamentos de desaguamento?
 - Se sim, qual é a eficiência de captura de sólidos do sistema (%)?
- Tipo e Quantidade de Matéria-prima
 - Uma estimativa para as quantidades de matéria-prima de DA provenientes da pecuária pode ser encontrada em: ["Chapter 4: Agricultural Waste Characteristics" in Agricultural Waste Management Field Handbook, Washington D.C., United States Dept. of Agriculture \(USDA\), 2008.](#)

Observação: os dados adicionais inseridos na aba "4 – Entradas para Emissões" preencherão os resultados na aba "8 - Redução das Emissões", mas não são necessários para preencher as abas "5 - Resumo Anual", "6 - Produção de Biogás" e "7 - Produção de Digestato".

³ O equipamento de desaguamento reduz o teor de água dos biossólidos pós-digestão para reduzir o custo de transporte. Para obter mais informações: Consulte [o informativo Anaerobic Digestion Fundamentals Factsheet \(Fundamentos da Digestão Anaeróbica\) da Water Environment Federation.](#)

Entrada de Dados

Valores de Entrada para o Digestor Anaeróbico			
Instruções:			
- Digite as informações sobre seu projeto. As informações inseridas nesta planilha serão utilizadas em toda a pasta de trabalho.			
- Todas as células em AZUL deverão ser preenchidas. Estas informações serão usadas para estimar a produção de biogás e de digestato. Para cada dado insira a informação ou quaisquer suposições feitas no espaço "Observações".			
- As células em AMARELO representam valores predefinidos ou estimativas iniciais. Não é necessário alterar esses valores, mas é recomendável fazê-lo caso cadastrados mais de 95 tipos de resíduos, permitindo ao usuário escolher desta lista ou inserir suas próprias informações.			
Nome do Projeto			
Cidade/Município			
País			
Informações Gerais e Perguntas		Resposta	
<input type="checkbox"/> sistema de DA planejado é úmido ou seco?		Wet	
Qual será a temperatura do reator?		Mesophilic	
A instalação do sistema incluirá equipamento de desaguamento pós-digestão?		No	
Se "Sim", qual é a eficiência de captura de sólidos do equipamento de desaguamento?			
Legenda			
Entrada Obrigatória			
Valor Calculado			
Alerta			
Valor Predefinido			
Observação: Na coluna "Lista de Matérias-primas", selecione "Geral" ou "Específico" para acessar as listas adequadas na coluna "Tipo de Matéria-prima". Selecione "Geral" para exibir categorias mais amplas e "Específico" para uma listagem com mais detalhes caso, por exemplo, o usuário saiba quais são os animais ou de alimentos que o projeto espera receber.			
Informações sobre Fluxo de Matéria-prima			
Lista de matérias-primas	Tipo de matéria-prima	Total de matéria-prima inserida no sistema	Unidade
Specific			kg/day

Figura 3: Exemplo de preenchimento de dados na aba "Entradas para Digestor".

Escreva o nome de seu projeto, a cidade/município e o nome do país.

Na tabela "Informações Gerais e Perguntas":

- Pergunta 1: selecione "úmido" ou "seco" para indicar o tipo de sistema de DA. Por padrão, a Ferramenta mostra "úmido", mas é possível alterar essa configuração selecionando a outra opção na lista suspensa. Ao clicar na célula, será exibida uma observação com as definições de um sistema úmido ou seco.
- Pergunta 2: a temperatura do reator é definida como "mesofílico" por padrão. Caso queira alterar essa configuração, selecione outra opção na lista suspensa.
- Perguntas 3 e 4: selecione "Sim" ou "Não" para indicar se o sistema possui equipamento de desaguamento. Caso positivo, insira na célula abaixo o número inteiro correspondente à porcentagem de eficiência de captura de sólidos do sistema.

Na tabela "Matéria-prima", você adicionará todas as matérias-primas orgânicas que alimentarão o sistema de DA.

- 1) Na coluna "Lista de Matérias-primas", selecione "Geral" ou "Específica" na lista suspensa. Essa seleção alterará a lista de matérias-primas na coluna "Tipo de Matéria-prima".

- a) Ao selecionar "Geral", será exibida uma lista geral das categorias de matérias-primas mais comuns, visando facilitar a entrada de dados.
 - b) Ao selecionar "Específica", será exibida a lista completa de todas as opções de matérias-primas cadastradas na Ferramenta AD-ST.
- 2) Em seguida, selecione o tipo de matérias-primas na lista suspensa.
 - 3) Insira um valor numérico para o total da matéria-prima e selecione as unidades apropriadas.
 - 4) Opcional: escreva observações adicionais ou fonte das informações na coluna "Observações".

Tabela de Resumo

- **Resumo sobre o substrato de resíduos da DA (B34:F40)** - A partir das informações sobre as matérias-primas, essa tabela exibirá o teor de umidade, a quantidade de sólidos totais, de sólidos voláteis e de inserções ou cinzas, a produção atual de biogás e a produção atual de digestato.
- **Resumo sobre o Projeto do Biorreator (B41:F44)** - Essa tabela mostra o tempo de retenção de sólidos, a relação carbono/nitrogênio (C:N) para os diversos grupos de resíduos e o tipo de biorreator recomendado.
- **Controle de erros (B45:F47)** - Essa tabela analisa os resultados do substrato. A célula D46 informa se o tipo de reator possui a mistura ideal de sólidos totais (sim ou não), de acordo com o projeto do sistema. A célula D47 indica se a proporção C:N é ideal para a DA. **Atenção!** *Projetos de DA ainda podem ser viáveis mesmo que o sistema não tenha a proporção ideal de sólidos totais ou a relação C:N ideal.*

Tabela para Composição do Biogás e Outras Estimativas

- **Características da Matéria-prima (F16:O31)** - Os valores-padrão são definidos para os teores de umidade, de sólidos totais, de sólidos voláteis, de materiais inertes e cinzas, de nitrogênio, de carbono, de proteínas, de gorduras e de açúcares e amidos. É possível substituir as porcentagens predefinidas por informações específicas do local. Se desejar restaurar os valores predefinidos, basta clicar no botão "Restaurar", localizado abaixo de cada coluna.
- **Composição do biogás (C58:C65)** - Esta seção apresenta informações sobre a composição recomendada do substrato do sistema de DA que está sendo planejado. É possível substituir estes valores predefinidos por outros alternativos. Para restaurar qualquer um dos campos, clique no botão "Restaurar Composição do Gás", à direita da tabela.
- **Outras estimativas (C68:C72)** - Esta seção apresenta informações sobre a composição recomendada do substrato planejado do sistema de DA. É possível substituir os valores predefinidos por outros alternativos. Para restaurar qualquer um dos campos, clique no botão "Restaurar Composição do Gás", à direita da tabela.

2.2.2 Entradas para Emissões

Os dados inseridos na aba "4 - Entradas para Emissões" serão usados para calcular uma estimativa anual para as reduções de emissões líquidas na aba "8 - Reduções de Emissões". Embora não seja necessário inserir dados na aba "Entrada de Emissões" para estimar a produção de biogás, esse recurso opcional calcula as reduções de emissões de metano associadas ao seu projeto.

Sobre manejo de resíduos e redução das emissões provenientes do armazenamento

Sobre o manejo de resíduos e redução de emissões provenientes do armazenamento:			
<p>As linhas de base das emissões são determinadas com base nos sistemas de manejo em vigor para o esterco e os resíduos co-digeridos, antes da utilização do sistema de DA. Os usuários devem selecionar um sistema de manejo inicial para os resíduos e uma temperatura média. Essas informações determinam o Fator de Conversão de Metano (FCM) para os cálculos subsequentes. Os valores do FCM podem ser visualizados na aba FCM desta pasta de trabalho.</p>			
Manejo de Resíduos e Redução das Emissões Provenientes do Armazenamento	Valor	Unidade	Observações
Sistema de Manejo Anterior para o Esterco		(selecione uma)	
Sistema de Manejo Anterior para Outros Resíduos		(selecione uma)	
Temperatura Média Registrada no Período Anterior		Celsius	
Armazenamento			
A instalação armazena temporariamente alguma matéria-prima orgânica no local?		(Sim/Não)	
Se sim, escolha um sistema de armazenamento		(selecione uma)	
Total de dias de armazenamento temporário dos resíduos por ano		dias por ano	

Figura 4: Exemplo de entrada de dados de gerenciamento e armazenamento de resíduos.

- Na lista suspensa, selecione o tipo de sistema utilizado para o gerenciamento de esterco antes do desenvolvimento do sistema de DA.
- Selecione o tipo de sistema utilizado para o gerenciamento de outros fluxos de resíduos antes do desenvolvimento do sistema de DA.
- Digite a temperatura do período do relatório e selecione as unidades de temperatura (Celsius ou Fahrenheit) na lista suspensa.
- Selecione Sim ou Não para indicar se a instalação armazena temporariamente matérias-primas orgânicas no local.
 - Se sim, selecione um sistema de armazenamento na lista suspensa.
 - Em caso afirmativo, insira um número inteiro correspondente ao total de dias em que os resíduos foram armazenados anualmente.

Sobre utilização do metano no local

Sobre utilização do metano no local:			
<p>O biogás produzido no local pode ser queimado para gerar eletricidade ou usado como combustível para caldeiras, fornos ou motores à combustão. Se o gás for queimado no local, insira a porcentagem estimada de gás a ser queimado por dia. O padrão para a utilização de metano é definido em 90%, mas o usuário pode inserir seu próprio percentual digitando um número inteiro na célula B22. Os fatores de emissão para os processos de combustão são baseados nos valores do IPCC (2006). Se o gás não for utilizado no local e for apenas queimado, digite 0 para a porcentagem de utilização e escolha "nenhum" para o processo de combustão. Se a porcentagem de utilização for 0, a porcentagem total de queima na célula B27 será de 100%.</p>			
Utilização do Metano	Valor	Unidade	Observações
Porcentagem de utilização de metano	90%	%	
Processo de Combustão		(selecione uma)	

Figura 5: Tabela de entrada de dados de utilização de metano

- Se o metano for utilizado no local, insira apenas o número inteiro correspondente à porcentagem utilizada (por exemplo, para inserir 85%, digite "85" em vez de "0,85"). A Ferramenta considera um uso de 90% do metano no local e os 10% restantes enviados para queima, com base no banco de dados eGRID da EPA. O ideal é que os projetos que utilizam metano no local tenham uma porcentagem de utilização superior a 90%, podendo chegar a 100%. Para substituir o valor predefinido, digite um número inteiro para substituir 90 na célula B22.
 - Se o metano não for utilizado no local, digite 0.

- Selecione o processo de combustão na lista suspensa.
 - Se o metano não for utilizado no local, selecione "nenhum".

Sobre a queima no flare:

Sobre a queima no flare:			
<p>O metano é enviado para o flare para ser queimado, mas esse processo não é 100% eficiente. Parte do metano é liberada para o meio ambiente devido à combustão incompleta, ou a queima pode ocorrer se o gerador estiver off-line. Além disso, alguns projetos podem queimar todo o metano em vez de utilizá-lo no local. O metano medido enviado para queima é calculado usando a porcentagem inserida na célula B22. A soma da utilização do metano e do metano enviado para a queima deve ser igual a 100%.</p> <p>Para calcular a quantidade de metano evadido durante a queima, a quantidade de metano enviada para a queima é multiplicada pela eficiência do processo de combustão. As eficiências padrão de combustão são baseadas no tipo de flare utilizado podem ser encontradas em UNFCCC CDM (2017). Insira os valores próprios caso haja informações mais específicas sobre a eficiência do flare e clique no botão à direita caso queira restaurar os valores predefinidos.</p>			
Queima	Valor	Unidade	Observações
Porcentagem de metano enviada para o flare	10%	%	
Tipo de Flare		(selecione uma)	
Usar valor predefinido para a eficiência?		(selecione uma)	Restaurar valores predefinidos para Queima
Eficiência do processo de combustão	0%	percent	

Figura 6: Tabela de entrada de dados de queima de biogás

- O metano medido enviado para a queima é calculado automaticamente usando a porcentagem inserida para a utilização de metano na célula B22. A soma da utilização de metano e do metano enviado para a queima deve ser igual a 100%.
- Selecione o tipo de queimador na lista suspensa.
- Selecione Sim ou Não para usar a eficiência padrão do processo de combustão.
 - Se a opção "Não" for selecionada, insira o valor adequado para a eficiência do processo de combustão.
 - Se você inseriu seus próprios dados, mas deseja retornar aos valores predefinidos, clique no botão "Restaurar Padrões de Queima", à direita da tabela.

Sobre consumo e geração de eletricidade

Sobre consumo e geração de eletricidade:			
<p>Os projetos de DA podem obter eletricidade da rede ou usar a eletricidade gerada na própria planta. As estimativas de emissões da rede são derivadas de dados de emissões da IEA (2018) e de geração da BP (2018). Os usuários podem substituir as taxas padrão de emissões por informações locais. Os usuários também podem indicar a perda bruta da rede, ou seja, a quantidade de eletricidade perdida durante a transmissão como porcentagem da geração total. Para tal, será usado o valor padrão baseado no banco de dados eGRID para 2022 (eGRID 2022).</p> <p>Se a eletricidade for gerada no local e consumida no durante das operações do projeto, a ferramenta subtrairá essa quantidade do consumo total de eletricidade. Os fatores de emissão específicos do biogás aplicados à produção no local foram extraídos de IPCC (2006), mas podem ser modificados caso haja informações locais disponíveis. O botão à direita restaura os valores predefinidos para o vazamento.</p>			
Geração de Eletricidade e Consumo	Valor	Unidade	Observações
Pais		(selecione uma)	
Geração de Eletricidade			
A eletricidade é gerada e utilizada no local?	No	(Sim/Não)	
O quanto é consumido da geração no local?		kWh por dia	
Fator de emissões de CO ₂ do biogás do projeto		kg/MMBtu	
Fator de emissões de CH ₄ do biogás do projeto		g/MMBtu	
Uso direto de eletricidade			
Qual é a quantidade de eletricidade consumida da rede?		kWh por dia (sim/não)	
Usar os valores predefinidos para a rede?			Restaurar valores predefinidos para Consumo e Geração de Eletricidade
Taxa padrão de emissões da rede		kgCO ₂ /kWh	
Se não, qual é o seu fator de emissões da rede?			
Perda bruta da rede	5.1%	%	

Figura 7: Exemplo de preenchimento da tabela de consumo e geração de eletricidade

- Selecione o país na lista suspensa.
- Selecione "Sim" ou "Não" para indicar se a eletricidade é gerada e utilizada no local.
 - Se a opção for "Não", as células B37:B39 ficarão cinzas. Não insira dados nessas células.
 - Se a opção for "Sim", insira um valor numérico para a quantidade de quilowatts-hora (kWh) consumidos por dia. Nessa opção, os fatores de emissão de CO₂ e CO₄ do biogás do projeto também serão preenchidos automaticamente nas células B38 e B39.

- Insira um valor em kWh por dia para indicar a quantidade de energia usada da rede elétrica.
- Selecione "Sim" ou "Não" para indicar se a ferramenta deve usar dados predefinidos para a rede elétrica.
 - Se a opção for "Não", insira a taxa de emissões e a porcentagem de perda bruta da rede local.
 - Se você inserir os dados da rede local, mas quiser voltar aos valores predefinidos, clique no botão "Restaurar Padrões de Consumo e Geração de Eletricidade", localizado à direita da tabela.

Sobre Vazamentos

Sobre Vazamentos:			Restaurar valores predefinidos para Vazamento
Vazamento	Valor	Unidade	
Porcentagem estimada de vazamento de metano	10%	%	

Figura 8: Exemplo de preenchimento da tabela de entrada de dados de vazamento.

Todos os sistemas de DA apresentam algum grau de vazamento. O vazamento corresponde ao metano liberado por meio de tubulações, equipamentos e outros aparatos utilizados para gerar biogás. Essa ferramenta usa a taxa padrão de vazamento da UNFCCC CDM (2017) de 10% da produção de metano, mas o usuário pode alterar esse valor indicando a porcentagem, em número inteiro, na célula B50, caso haja dados locais disponíveis.

2.3 Saídas

2.3.1 Resumo Anual

A aba "Resumo Anual" estima a produção anual de digestato e biogás do sistema de DA, bem como as opções de recuperação de energia. Estes resultados correspondem a uma primeira aproximação, uma vez que a produção real de digestato e de biogás podem variar de acordo com as características dos resíduos, do projeto e da operação do sistema.

As estimativas de produção de biogás são apresentadas como uma faixa de valores superior e inferior prováveis, bem como o valor máximo teórico. Espera-se que a produção de biogás a partir das matérias-primas selecionadas esteja dentro dos valores estimados; no entanto, na prática, é possível atingir valores tão elevados quanto o potencial máximo teórico.

As estimativas de produção de biogás são calculadas utilizando fatores de calibração, que podem ser consultados na aba "Fatores de Calibração". A EPA desenvolveu estes fatores com base na comparação entre os resultados desta Ferramenta e os dados de produção de biogás medidos, coletados pela EPA em mais de 100 sistemas de DA em operação. Para cada sistema, a EPA estabeleceu uma proporção entre os dados medidos e os valores modelados pela Ferramenta. Os fatores de calibração representam 25% e 75% da razão entre os dados medidos e o modelo teórico. Os valores para o potencial máximo teórico correspondem às estimativas não calibradas geradas por esta Ferramenta. A produção de biogás pode ser visualizada em m³/ano ou pés cúbicos padrão por ano (pés cúbicos/ano).

A produção de digestato permite estimar o total de sólidos não biodegradáveis, sólidos voláteis restantes, sólidos do digestor, lodo seco e efluente líquido. Se o sistema de DA não incluir equipamento de desaguamento, os valores de lodo seco e efluente líquido aparecerão como "N/A".

A ferramenta fornece exemplos de opções de recuperação de energia que poderiam ser produzidas a partir do biogás. Estas opções são mutuamente exclusivas, o que significa que a usina não será capaz de produzir duas ou mais das estimativas apresentadas.

A tabela final fornece uma visão geral da toxicidade do biorreator, indicando os inibidores do fluxo de resíduos que poderiam afetar o sistema de DA. Todas as entradas de matérias-primas aparecerão na tabela. Esta tabela é fornecida como referência para indicar as possíveis fontes de toxicidade comumente associadas a cada material selecionado.

2.3.2 Produção de Biogás

Esta aba mostra o total estimado de biogás e metano produzido diariamente com base nos dados de entrada de matérias-primas. As estimativas de produção de biogás e de metano se baseiam na média dos valores de produção calculados utilizando os fatores de calibração mencionados anteriormente. A guia inclui um gráfico de barras que mostra a produção de biogás por tipo de matérias-primas e por período de retenção. A tabela mostra a produção média de biogás por tipo de matérias-primas.

2.3.3 Produção de Digestato

Esta aba mostra o total estimado de digestato produzido diariamente, com base nos dados de entrada das matérias-primas, e inclui um gráfico de barras com a produção e o período de retenção. A tabela apresenta a produção de digestato por tipo de matéria-prima.

2.3.4 Redução de Emissões

Esta aba mostra uma estimativa para as reduções das emissões da linha de base, as reduções de emissões do projeto e as reduções líquidas de emissões do sistema de DA.

Os resultados são baseados na tabela de potenciais de aquecimento global do PCVC, localizada na parte inferior da planilha, que pode ser atualizada caso haja informações locais disponíveis. Para restaurar os valores predefinidos, selecione o botão "Restaurar Valores Predefinidos para Potencial de Aquecimento Global", à direita da tabela.

Potencial de aquecimento global dos PCVC		Observações	Fontes
Carbono Negro	900	Baseado no forçamento radiativo total (todos os efeitos). Esse PAG é citado no IPCC AR5 (Myhre et al., 2013). O relatório AR5 do IPCC (Forster et al., 2007) não faz distinção entre metano biogénico e fóssil.	Myhre et al., 2013; Bond et al., 2013
Metano (bio)	28	O relatório AR5 do IPCC (Forster et al., 2007) não faz distinção entre metano biogénico e fóssil.	Forster et al., 2007
Metano (fóssil)	28	O relatório AR5 do IPCC (Forster et al., 2007) não faz distinção entre metano biogénico e fóssil.	Forster et al., 2007

Figura 9: Valores predefinidos para o potencial de aquecimento global do carbono negro e do metano

2.4 Valores Predefinidos e Estimativas Iniciais

A Ferramenta AD-ST possui várias abas com os valores predefinidos e as estimativas iniciais utilizadas para calcular a produção de biogás e de digestato, bem como para estimar as reduções de emissões de metano.

2.4.1 Características dos Resíduos

Esta aba mostra as características-padrão das matérias-primas e as fontes de dados, incluindo o teor de umidade, a quantidade de sólidos totais e voláteis, o rendimento de metano e a densidade aparente. A tabela é usada para preencher os valores predefinidos de cada material na aba "3 - Entradas para Digestor".

2.4.2 Toxicidade dos Resíduos

Esta aba mostra possíveis inibidores do sistema de DA por tipo de matéria-prima, incluindo fontes de toxicidade comumente associadas a cada uma. As informações são usadas para preencher a tabela de possíveis inibidores na aba "5 - Resumo Anual".

2.4.3 Fatores de calibração

Esta aba lista os fatores de calibração desenvolvidos com dados reais de observação de um projeto de DA. Os fatores são utilizados para determinar a produção máxima de biogás baixa, alta e teórica na guia "Resumo Anual". O desenvolvimento dos fatores de calibração é discutido na seção 2.3.1.

2.4.4 Saídas para OrganEcs

Esta aba mostra os dados que podem ser levados para a ferramenta Organics Economics (OrganEcs) da EPA, que estima os custos de um projeto de manejo de resíduos orgânicos. É possível copiar os resultados desta aba diretamente para a aba de entrada de dados da "OrganEcs Anaerobic Digestion v3.0".

2.4.5 Fatores de conversão de metano (FCM)

Nesta aba, são mostrados os fatores de conversão de metano ou a porcentagem da capacidade máxima de produção do gás obtida durante o manejo e o descarte do resíduo. Esses valores são utilizados para calcular as linhas de base de emissões para o esterco na aba "17 – Reduções Emissões Esterco", de outros resíduos na aba "18 – Reduções Outros Resíduos" e de emissões devido ao armazenamento temporário na aba "19 - Armazenamento".

2.5 Informações sobre a Ferramenta AD-ST

2.5.1 Referências

Esta aba lista as fontes utilizadas para criar a Ferramenta.

2.5.2 Ajuda

Aqui é possível encontrar o endereço de e-mail dos desenvolvedores da Ferramenta e um link para o site da GMI, onde é possível obter informações adicionais.

2.5.3 Metodologia

Esta aba fornece uma visão geral da metodologia por trás da Ferramenta.

2.6 Cálculos

As abas a seguir incluem os cálculos para estimar a produção de biogás e de digestato, e a redução das emissões de metano, utilizando as matérias-primas selecionadas anteriormente pelo usuário.

2.6.1 Reduções das Emissões para o Esterco

Essa aba calcula a linha de base das emissões de esterco utilizando os dados em "3 - Entradas para Digestor" e os valores de FCM em "13 - FCM".

2.6.2 Reduções para Outros Resíduos

Esta aba calcula as linhas de base das emissões de resíduos co-digeridos usando os dados em "3 – Entradas para Digestor" e os valores de FCM em "13 - FCM".

2.6.3 Armazenamento

Esta aba calcula as emissões provenientes do armazenamento temporário associadas às matérias-primas inseridas em "3 – Entradas para Digestor" e os valores de FCM em "13 - FCM".

2.6.4 Geração e Utilização de Metano

Esta aba mostra os valores predefinidos de geração e utilização de metano referentes à seleção de utilização desse gás na aba "4 – Entradas para Emissões".

2.6.5 Uso de Eletricidade

Esta aba mostra os valores predefinidos de geração e uso de eletricidade utilizados na aba "4 – Entradas para Emissões".

2.6.6 Queima e Vazamentos

Esta aba mostra valores predefinidos para a queima de biogás e para vazamentos, que são utilizados na aba "4 – Entradas para Emissões".

3. LIMITAÇÕES

A Ferramenta Estratégica para Análise de Projetos de DA fornece apenas uma estimativa da quantidade de biogás e de digestato que pode ser produzida anualmente para um dado fluxo de

resíduos, bem como estimativas das reduções de emissões de metano que podem ser alcançadas com o projeto. Ela foi concebida para ajudar os usuários a entenderem, de forma aproximada, a quantidade de biogás que pode ser gerada a partir de diferentes tipos de resíduos orgânicos.

As estimativas de produção de biogás apresentadas pela Ferramenta são baseadas nas características das matérias-primas listadas na literatura indicada na aba "14 - Referências". No entanto, o potencial de produção de biogás de muitas matérias-primas, especialmente as compostas (como a mistura de resíduos alimentares, por exemplo), pode variar muito na prática, devido à variação das características dos resíduos, da temperatura do reator, das limitações do projeto e das operações diárias. Por esse motivo, é fundamental realizar a modelagem e as análises adicionais considerando dados específicos do local, a fim de obter melhores resultados no planejamento e no desenvolvimento do projeto de sistema de DA desejado.