

Geração de Energia Elétrica com RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

GASEIFICAÇÃO Waste-to-Energy (WtE)

Eng. Alexandre dos Santos Fernandes
Gerente de Vendas





O QUE É A WEG?

WEG é uma empresa global com sede em Jaraguá do Sul, SC, Brasil
Uma das maiores fabricantes de equipamentos eletroeletrônicos do mundo

43 % dos produtos vendidos em 2018 foram lançados nos últimos 5 anos

R\$ **11,9** bilhões
em receita líquida (2018)

Distribuidores em **+90** países

R\$ **39** bilhões
em valor de mercado (Fev 2019)

+1 milhão m²
maior planta industrial para motores de baixa tensão no mundo

Vendas para **+135** países

+31.000
Colaboradores (2018) no mundo

3.159
engenheiros

70.000
motores produzidos por dia

42 plantas industriais em **12** países e **4** continentes

Bolsa de Valores

[B]³
WEGE3 OTC Pink
WEGZY

Índices

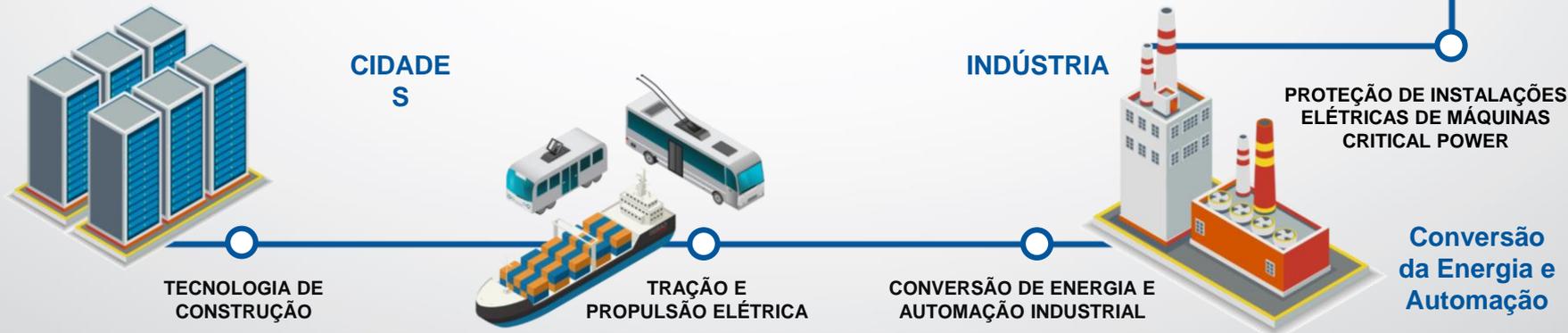


O NEGÓCIO WEG



Soluções globais em motores elétricos e tecnologias de automação para a indústria e sistemas de energia.

Energia Elétrica



O NEGÓCIO WEG



Motores Elétricos e Redutores



Linha completa de motores elétricos e redutores que atendem e superam os níveis de eficiência.

Produtos Principais: Motores de indução de baixa e alta tensão, motores síncronos, motores de corrente contínua e caixas de engrenagens.

Tecnologia de Automação



Gama completa de produtos e sistemas elétricos e eletrônicos de baixa e média tensão que aumentam a produtividade. Fabricação de soluções de automação para atender a demanda de diversos segmentos industriais e prediais, como acionamentos, controles, painéis elétricos, sistemas de automação, segurança de máquinas, tecnologias de construção, etc.

Transmissão & Distribuição



Fornecimento de soluções para Subestações, Transformadores de Potência e Distribuição, Transformadores a Seco e Reatores de Potência.

Geração de energia



Fabricação de grandes máquinas, tais como geradores Turbo, Hidrogeradores, Aero geradores, Alternadores e Turbinas Hidráulicas e à vapor.

Tintas e Vernizes



Produção de revestimentos industriais líquidos e em pó e vernizes isolantes para aplicações industriais, marítimas, anticorrosivas e automotivas.

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

As questões ambientais constituem uma das principais preocupações da humanidade, é talvez a pedra-fundamental da discussão hoje em prática sobre o direcionamento do processo produtivo para a gestão responsável dos recursos, e não apenas para a geração de riqueza e consumo. Compatibilizar o crescimento econômico com a proteção do ambiente, gerir os recursos numa perspectiva sustentável de longo prazo, melhorar o ambiente no sentido de proporcionar uma melhor qualidade de vida, têm sido as principais linhas de atuação dos países desenvolvidos e agora com o apoio da WEG, também no Brasil.



RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

O crescente processo de industrialização e a incorporação de novos hábitos alimentares, neste contexto passaram a gerar cada vez mais embalagens, com diferentes tipos de materiais, principalmente plásticos, metais e alumínio. A mudança de hábitos culturais das sociedades modernas trouxe um aumento na quantidade de resíduos sólidos, a maioria dos quais não biodegradáveis ou de degradação extremamente lenta.

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

No Brasil, existem muitos municípios que apresentam problemas relacionados à correta destinação e disposição de resíduos sólidos urbanos. Como única alternativa praticada, os aterros sanitários se apresentam como medida paliativa, considerando a aplicação do PNRS e o potencial energético dos RSU.

MARCO REGULATÓRIO

Política Nacional dos Resíduos sólidos

Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010:

- Instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).
- Trata da destinação final ambientalmente adequada, que inclui:
 - Reutilização
 - Reciclagem
 - Compostagem
 - Recuperação e aproveitamento energético
 - Outras destinações admitidas pelos órgãos competentes
- Deve ser implantada em até 4 (quatro) anos → Até 2 de agosto de 2014.

PL 2289/2015:

- Prorroga o prazo para a implementação da Lei nº 12.305:
 - 2019: Capitais e regiões metropolitanas, além de municípios com mais de 100 mil habitantes.
 - 2020: Municípios com população entre 50 e 100 mil habitantes.
 - 2021: Municípios até 50 mil habitantes.

MARCO REGULATÓRIO

Política Nacional dos Resíduos sólidos

MP 868/18:

- Prorroga, em até 2 anos, os prazos para a implementação da Lei nº 12.305/2010, com a condição de que o município apresente até 31/12/19 um **plano intermunicipal de resíduos sólidos ou plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos** e que disponham de **mecanismos de cobrança que garantam sua sustentabilidade econômico-financeira**.

MARCO REGULATÓRIO

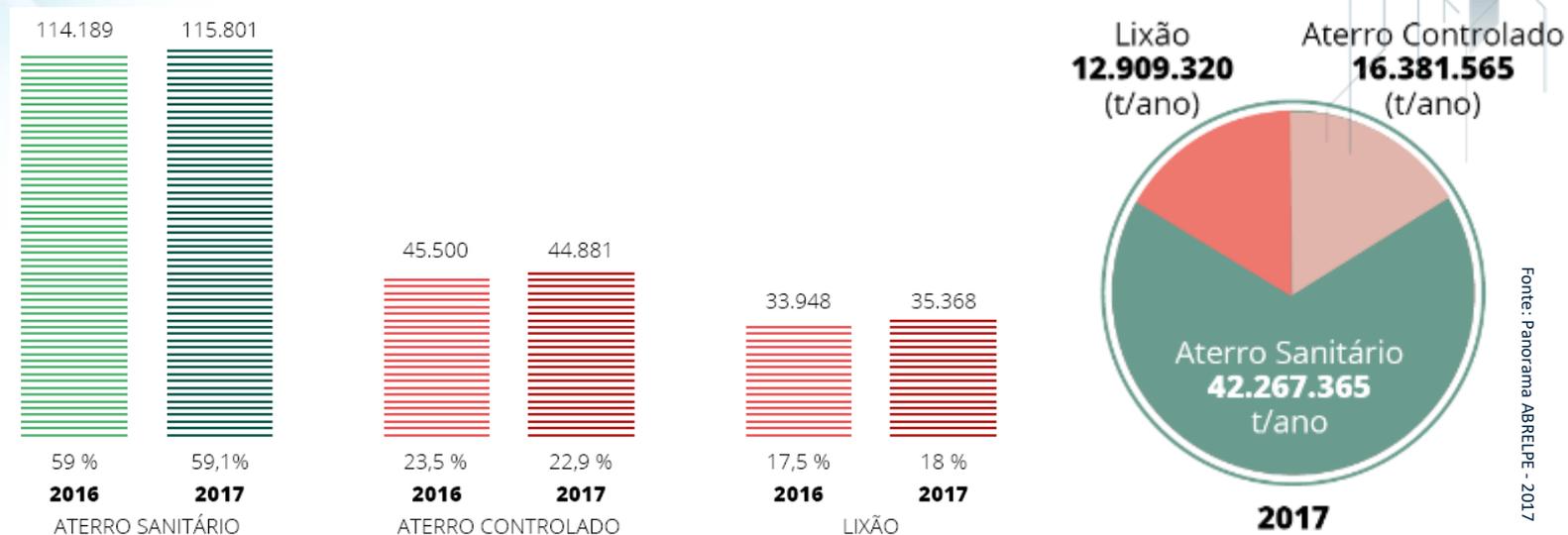
Portaria Interministerial – 274/19 de 30/04/2019

Legislação base sobre recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos assinada pelos Ministérios do Meio Ambiente, Minas e Energia e Desenvolvimento Regional.

Usina de Recuperação Energética de Resíduos Sólidos Urbanos (URE) definida como:

- Qualquer unidade dedicada ao tratamento térmico de resíduos sólidos urbanos com recuperação de energia térmica gerada pela combustão, preferencialmente associada à geração de energia térmica ou elétrica;
- O tratamento térmico inclui tratamento por oxidação térmica e outros processos, tais como pirólise, **Gaseificação** ou processos de plasma;
- A recuperação energética está condicionada à comprovação de sua viabilidade técnica, ambiental e econômico financeira e à implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental competente.

Situação Atual no Brasil



Disposição Final do RSU por tipo de destinação

Mais de 3.000 municípios precisam se adequar

Métodos de aproveitamento Energético

Gaseificação

Produção de gases através da oxidação parcial do Combustível Derivado de Resíduos Urbanos (CDRU). O calor gerado na combustão do Syngas é aproveitado através de uma caldeira de recuperação, onde o vapor gerado é utilizado em um ciclo Rankine com turbinas a vapor e geradores.

Incineração

Queima direta do RSU em caldeiras especiais, sendo que o vapor gerado é utilizado em um ciclo Rankine com turbinas a vapor e geradores.

Produção de Biogás

Produção de gases (metano) em aterros ou biodigestores, gerando gás metano contaminado, que uma vez tratado pode ser combusto em motores de combustão interna para transporte ou geração energia (ciclo Otto ou Brayton). Este método conforme determina a Lei só poderá ser complementar a outros processos de tratamento térmico.

Métodos de aproveitamento Energético

Gaseificação

- O processo de gaseificação é composto por reações complexas, porém pode ser simplificado em três etapas principais: a etapa de secagem, a etapa de pirólise e a etapa de gaseificação, em que ocorre a oxidação parcial dos resíduos e gases voláteis produzidos na etapa de pirólise.
- O combustível gerado pelo processo de gaseificação é denominado Syngas (Gás de Síntese). O calor gerado na combustão do Syngas é aproveitado através de uma caldeira de recuperação. Esta caldeira, embora de menor complexidade, deve possuir alguma diferenciação para operar com gases com alta concentração de cloro. O vapor gerado é utilizado em um ciclo Rankine clássico com turbinas e geradores produzindo energia elétrica.
- Produz gases de combustão livre de dioxinas, furanos, dando o tratamento adequado ao RSU, dispensando investimentos em sistemas complexos de tratamento dos gases.
- É ideal para o RSU brasileiro, rico em orgânicos e heterogêneo, sendo assim mais indicado para cidades de médio e pequeno porte.

Métodos de aproveitamento Energético

Incineração

- O RSU é queimado em altíssimas temperaturas, produzindo energia elétrica em ciclo Rankine, através do calor produzido no processo.
- É mais aplicado em usinas que possuem grandes volumes de lixo, ou seja, em grandes metrópoles.
- Apesar de produzir gases tóxicos, a incineração é realizada em fornos especiais — que variam conforme as características dos resíduos — dotados de filtros que evitam que estes gases sejam liberados na atmosfera.
- São necessários investimentos consideráveis na construção de sistemas de lavagem de gases para eliminação de dioxinas e furanos (tóxicos e prejudiciais à saúde) resultantes da combustão.

Métodos de aproveitamento Energético

Produção de Biogás

- Produção de gases em aterros ou biodigestores.
- O biogás pode ser usado como gás combustível em substituição ao gás natural ou Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), ambos extraídos de fontes de recursos não-renováveis ou na geração de energia elétrica.
- Não é uma solução integral e sim considerado um processo complementar, pois no RSU a maior parte dos resíduos não são passíveis de biodigestão.
- Pode ser classificado como biocombustível por ser uma fonte de energia renovável.
- Também pode ser empregado em outros tipos de dejetos, tais como os do agronegócio e dejetos animais.

Comparativo simplificado entre as 3 tecnologias

	Incineração	Gaseificação	Produção de Biogás
Adequado para o RSU Brasileiro	Sim	Sim	+/-
Instalações adequadas em cidades menores (até 100.000 habitantes)	Não	Sim	Sim
Elimina a necessidade de grandes aterros sanitários e atende ao PNRS	Sim	Sim	Não
Dispensa grandes investimentos, requisitos e operações em controle ambiental de poluentes	Não	Sim	+/-
100% conteúdo local	+/-	Sim	Não
Equipamentos importados (motores de combustão interna) com alto desgaste de peças em função dos gases agressivos (cloro)	Não	Não	Sim

Sistema de Gaseificação da solução WEG

Tecnologia exclusiva desenvolvida pela ELB

Aplicabilidade do projeto

No Brasil é gerado em média 1,0 kg de RSU por dia por habitante. Com esse volume de resíduos, aproximadamente 5,5 milhões de lares poderiam ser beneficiados pela energia gerada a partir da recuperação energética de resíduos.

O projeto se aplica a qualquer região do Brasil, em municípios com mais de 100 mil habitantes ou, municípios menores que, somando os resíduos, alcancem essa demanda. Isto resulta em uma abrangência de mais de 90% dos municípios do Brasil.

Sistema de Gaseificação da solução WEG

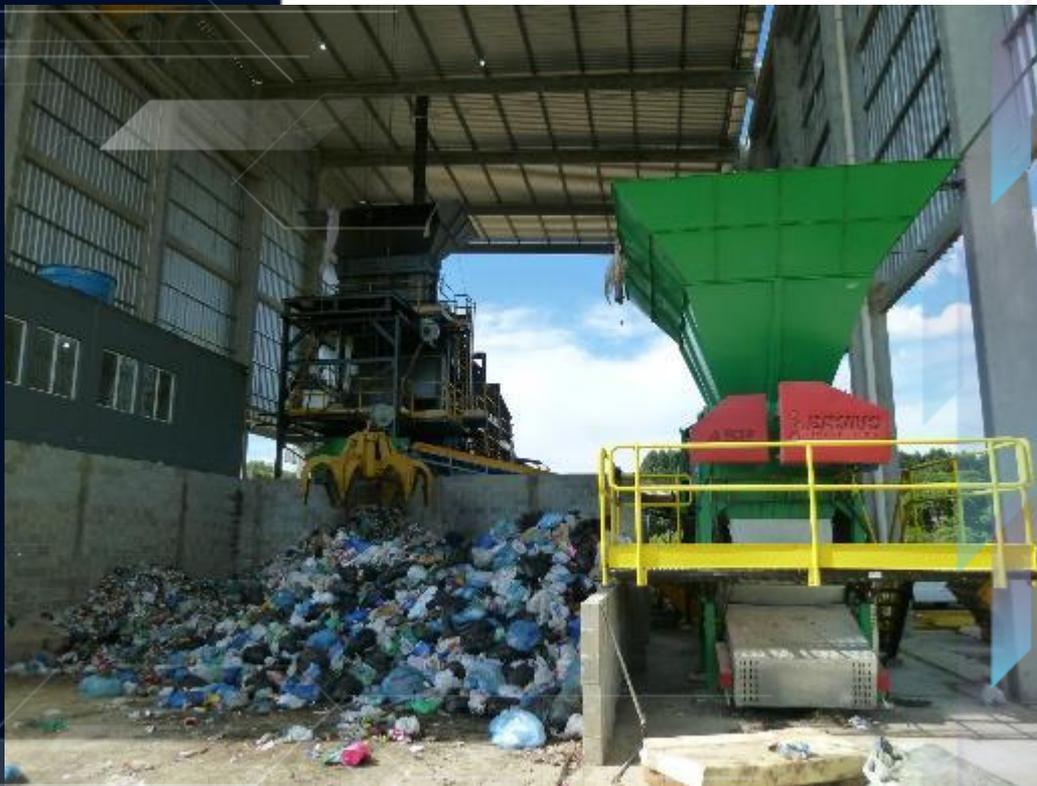
Aplicabilidade do projeto

Além da destinação correta do RSU, o projeto irá produzir energia elétrica localmente, podendo atender à própria comunidade ou indústrias de onde recebem os resíduos.

Os resíduos finais da produção de gás são materiais inertes, em pequeno volume, e que podem ser aproveitados para a produção de tijolos, blocos ou dispostos em aterros sanitários convencionais (classe II).

O dimensionamento e operação otimizados tanto do gaseificador quanto da planta de produção de energia elétrica, garantem melhores retornos financeiros do investimento.

Sistema de Gaseificação da solução WEG



No Brasil a tecnologia selecionada pela WEG e desenvolvida pela ELB, é uma referência, pois já possui um gaseificador operacional, testado com diferentes tipos de resíduos brasileiros, licenciado, e com níveis de emissões para dioxinas e furanos não detectáveis (N/D).

O limite máximo de concentração dessas substâncias na legislação brasileira é de até $(0,5\text{ng}/\text{Nm}^3)$.

Sistema de Gaseificação da solução WEG

A gaseificação é o processo ideal para o RSU brasileiro, pois é rico em orgânicos. Por não gerar gases tóxicos durante seu funcionamento, este processo dispensa a necessidade de sistemas sofisticados de controle ou lavação de gases, e o resíduo resultante é totalmente inerte.



Sistema de Gaseificação da solução WEG

Tabela 1.3: Emissão de Dioxinas e Furanos - CONAMA 316

Parâmetro	Resultado (pg/Nm ³) corrigido (7% de O ₂)			
	Amostragem			Média
	1	2	3	
2,3,7,8 - TCDD (tetracloro-dibenzo-p-dioxina)	< 0,1572	< 0,1579	< 0,1463	< 0,1538
1,2,3,7,8 - PeCDD (pentacloro-dibenzo-p-dioxina)	< 0,0786	< 0,0789	< 0,0732	< 0,0769
1,2,3,4,7,8 - HxCDD (hexacloro-dibenzo-p-dioxina)	< 0,0157	< 0,0158	< 0,0146	< 0,0154
1,2,3,6,7,8 - HxCDD (hexacloro-dibenzo-p-dioxina)	< 0,0157	< 0,0158	< 0,0146	< 0,0154
1,2,3,7,8,9 - HxCDD (hexacloro-dibenzo-p-dioxina)	< 0,0157	< 0,0158	< 0,0146	< 0,0154
1,2,3,4,6,7,8 - HpCDD (heptacloro-dibenzo-p-dioxina)	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0015	< 0,0015
OCDD (octacloro-dibenzo-p-dioxina)	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003
2,3,7,8 - TCDF (tetracloro-dibenzofurano)	< 0,0157	< 0,0158	< 0,0146	< 0,0154
1,2,3,7,8 - PeCDF (pentacloro-dibenzofurano)	< 0,0079	< 0,0079	< 0,0073	< 0,0077
2,3,4,7,8 - PeCDF (pentacloro-dibenzofurano)	< 0,0786	< 0,0789	< 0,0732	< 0,0769
1,2,3,4,7,8 - HxCDF (hexacloro-dibenzofurano)	< 0,0157	< 0,0158	< 0,0146	< 0,0154
1,2,3,6,7,8 - HxCDF (hexacloro-dibenzofurano)	< 0,0157	< 0,0158	< 0,0146	< 0,0154
2,3,4,6,7,8 - HxCDF (hexacloro-dibenzofurano)	< 0,0157	< 0,0158	< 0,0146	< 0,0154
1,2,3,7,8,9 - HxCDF (hexacloro-dibenzofurano)	< 0,0157	< 0,0158	< 0,0146	< 0,0154
1,2,3,4,6,7,8 - HpCDF (heptacloro-dibenzofurano)	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0015	< 0,0015
1,2,3,4,7,8,9 - HpCDF (heptacloro-dibenzofurano)	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0015	< 0,0015
OCDF (octacloro-dibenzofurano)	< 0,00031	< 0,00031	< 0,00029	< 0,00030
Dioxinas e furanos corrigido a 7% O ₂ (ng/Nm ³)	ND	ND	ND	ND

ND: Não Detectado.

APROVADO
REQUISITOS CONAMA

Atende integralmente ao Plano Nacional de Resíduos Sólidos, incluindo os requisitos de emissões gasosas dentro dos padrões exigidos por lei, com **comprovada viabilidade técnica, ambiental e econômico-financeira.**

Sistema de Gaseificação da solução WEG



PROGRAMA LIXÃO ZERO

Lei nº 12.305, de 02/10/2010

O processo possibilita um aproveitamento expressivo do poder calorífico dos RSU, elevando seu potencial de aproveitamento energético, sem gerar passivo ambiental.

Sistema de Gaseificação da solução WEG

Tabela 1: Emissão de Dioxinas e Furanos

Parâmetro	Amostragem			Média
	1	2	3	
Data das amostragens	14/12/2017	15/12/2017	15/12/2017	
Hora início da amostragens	10:55	08:30	11:50	
Hora final da amostragens	13:58	11:32	14:53	
Vazão dos gases condições normais base seca (Nm ³ /h)	16348	15512	16877	16246
Vazão dos gases condições da chaminé (m ³ /h)	99233	98075	102635	99981
Temperatura dos gases (°C)	1145	1182	1183	1170
Isocinéticas média (%)	104	107	102	104
Velocidade média dos gases (m/seg.)	13,71	13,55	14,18	13,80
Umidade dos gases (%)	5,87	7,27	3,50	5,55
Teor de dióxido de carbono (%)	8,00	8,70	9,00	7,53
Teor de oxigênio (%)	5,70	5,30	4,80	5,27
Teor de nitrogênio (%)	89,4	86,0	86,2	87,2

APROVADO
REQUISITOS CONAMA

Tabela 2

Parâmetro	Data	Amostragem			Média	VMP ⁽¹⁾
		1	2	3		
Dioxinas e furanos (ng/Nm ³)	14/12/2017 15/12/2017	ND	ND	ND	ND	0,50

⁽¹⁾VMP = Valor Máximo Permitido para dibenzo-p-dioxinas e dibenzo-p-furanos, expressos em TEQ (Total de Toxicidade Equivalente) da 2,3,7,8 TCDD corrigido a 7% de O₂ para sistemas de tratamento de resíduos.

ND: Não Detectado.

Sistema de Gaseificação da solução WEG

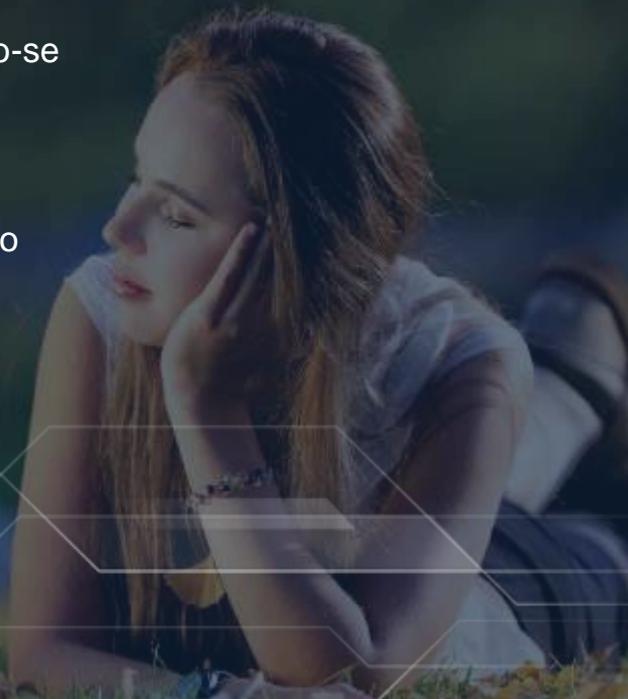
Vantagens

- Produz gás livre de dioxinas e furanos dispensando um sistema complexo de tratamento dos gases.
- Com controle totalmente automatizado da temperatura, tempo de passagem, presença de oxigênio, em função do tipo de RSU e umidade, atende os parâmetros de emissões ambientais.
- Possibilita o uso de todo o RSU, sem necessidade de separação.
- Tecnologia 100% brasileira.
- Custo de implantação e operação alinhados com a realidade dos municípios brasileiros.

Sistema de Gaseificação da solução WEG

Vantagens

- Modularidade: Reduz o custo logístico de destinação dos RSU, podendo-se construir plantas em locais estratégicos, atendendo em pequenos raios, consórcios de municípios de pequeno porte.
- O sistema está dimensionado para módulos a partir de 2,5 MW, podendo ser combinados para potências maiores.
- Não necessita de nenhum processo de “pelotização” ou “bricking” do resíduo para sua utilização.
- Não utiliza equipamentos a plasma.
- Não necessita de leito fluidizado.



Sistema de Gaseificação da solução WEG

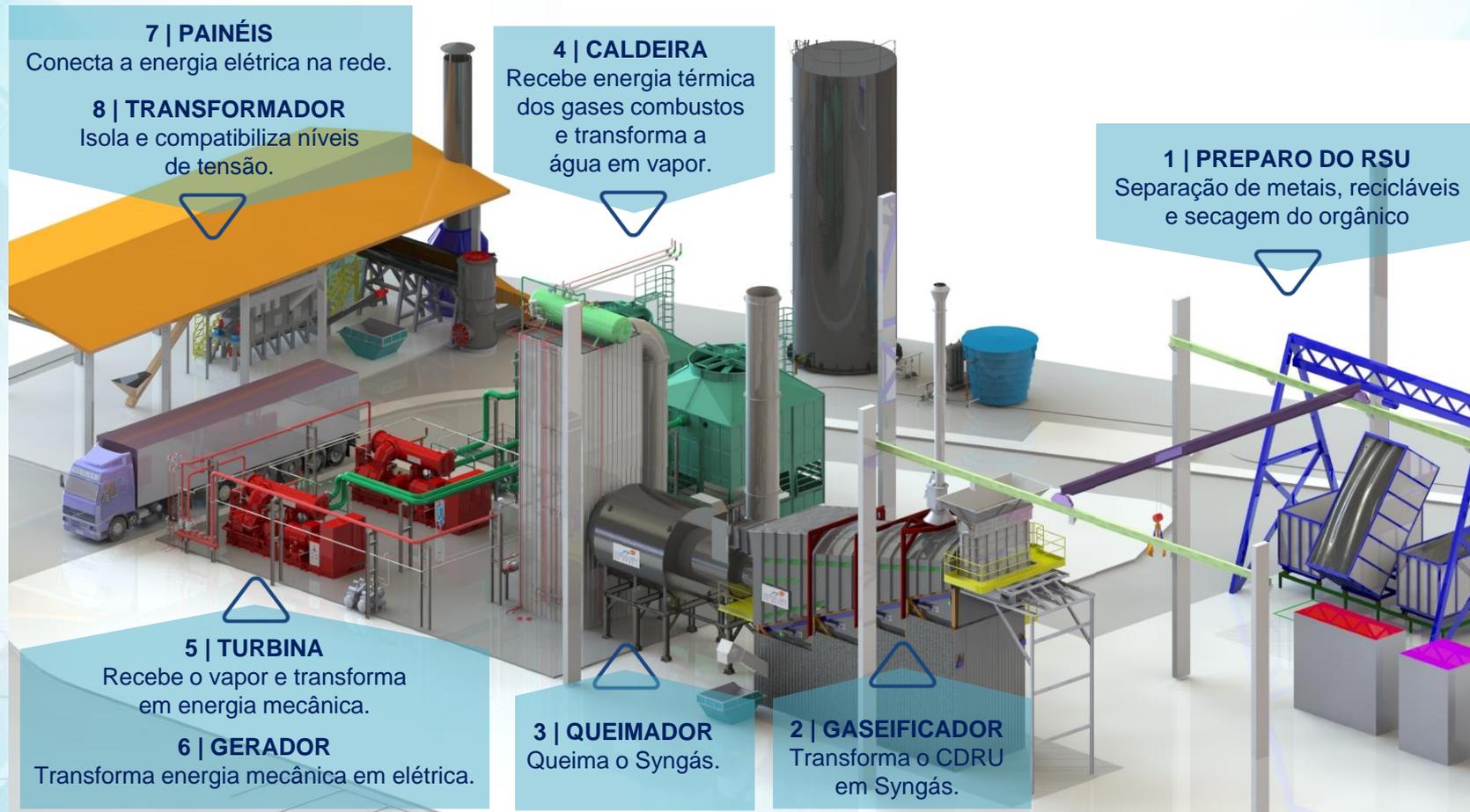
Dados Básicos do Projeto de Geração com Gaseificação

- Com 6,0 t/h (144 t/dia) de RSU podemos gerar até 4,0 MW/h
- Umidade recomendada do CDRU* $\leq 30\%$
- Granulometria recomendada aprox. 50 mm
- Poder calorífico médio do CDRU* ≥ 1.850 kcal/ kg
- Energia elétrica para exportação até 3,5 MW/h
- Quantidade de resíduos após a gaseificação:10%
- Resíduo final material Classe 2 – não tóxico

*Combustível derivado de resíduo urbano



Lay-out orientativo da planta de gaseificação WEG



Fases da Geração de Energia com RSU



**Preparo do
RSU
(cliente)**

**Gaseificação
do RSU
(E.L.B.)**

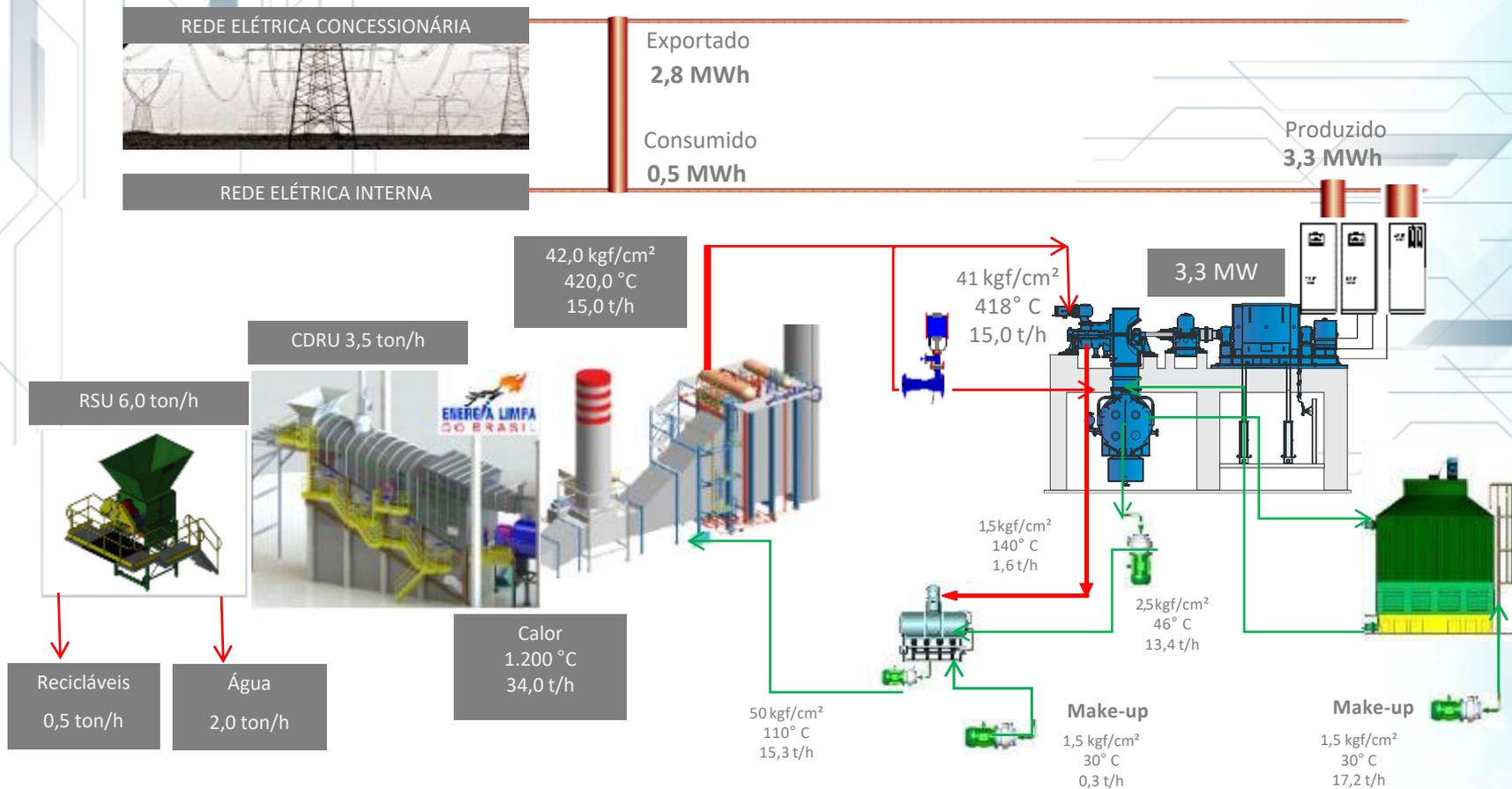
**Geração de
Vapor
(fabricante da
caldeira)**

**Geração de
energia
Elétrica
(WEG / TGM)**

**Painéis de
Controle e
Proteção
WEG**

**Conexão com a
rede elétrica
WEG / CLIENTE**

Fluxograma orientativo da planta de gaseificação



Planta Completa de Geração de Energia Elétrica

Escopo básico de fornecimento

Gaseificador – Energia Limpa do Brasil

Câmara de gaseificação / Combustão / Controle

Caldeira

Caldeira de Recuperação de Calor – 18 t/h / Lavador de gases

- Turbo-Redutor – TGM

Turbo-redutor Modelo CT de condensação / 4.000kW

Gerador – WEG

Gerador 5.000 kVA / 13,8 kV

Quadros / Acessórios – WEG

Cubículo/ Painel/ Bateria / Transformador

Equipamentos Auxiliares

Compressor/ Gerador/ Refrigeração/ Combate à incêndio/ SPDA

- Serviços / Transporte

Transporte/ Interligações mecânicas / Elétricas/ Engenharia/
Montagens/Comissionamento/ Operação assistida/ Treinamento

Modalidade do Fornecimento

A WEG irá fornecer a planta de Geração com RSU na modalidade EPC (*Engineering, Procurement and Construction*) não solidário, ou seja, três empresas farão em conjunto o fornecimento da planta, todas elas coordenadas pela WEG.

- WEG será responsável por toda integração técnica e comercial do fornecimento, coordenação, controle e entrega dos equipamentos.
- O gaseificador será fornecido diretamente pela ELB – Energia Limpa do Brasil, entregando montado, testado, pronto para operação.
- A caldeira de recuperação será fornecida diretamente por nosso parceiro fabricante de caldeiras, entregue montada, testada e pronta para a operação.
- A turbina, redutor, sistemas auxiliares e condensador serão fornecidos pela TGM – grupo WEG
- Projeto básico e executivo da instalação, o gerador, os painéis ou cubículos, transformador elevador, sistema de proteção e controle, interligações elétricas e mecânicas, sistemas auxiliares, serão fornecidos diretamente pela WEG.

Obrigado!

Alexandre dos Santos Fernandes
(47) 3276-7580
asantos@weg.net

