

## SIMULAÇÃO E ANÁLISE ECONÔMICA DA GASEIFICAÇÃO DO COMBUSTÍVEL DERIVADO DE RESÍDUO (CDR) PARA GERAÇÃO DE ENERGIA EM LEITO FLUIDIZADO

**Aluno:** Mariana Almeida, Pérola Lorenzao, Raphaella Marangoni e Victor Nascimento

**Orientador:** Rodrigo Condotta

### INTRODUÇÃO:

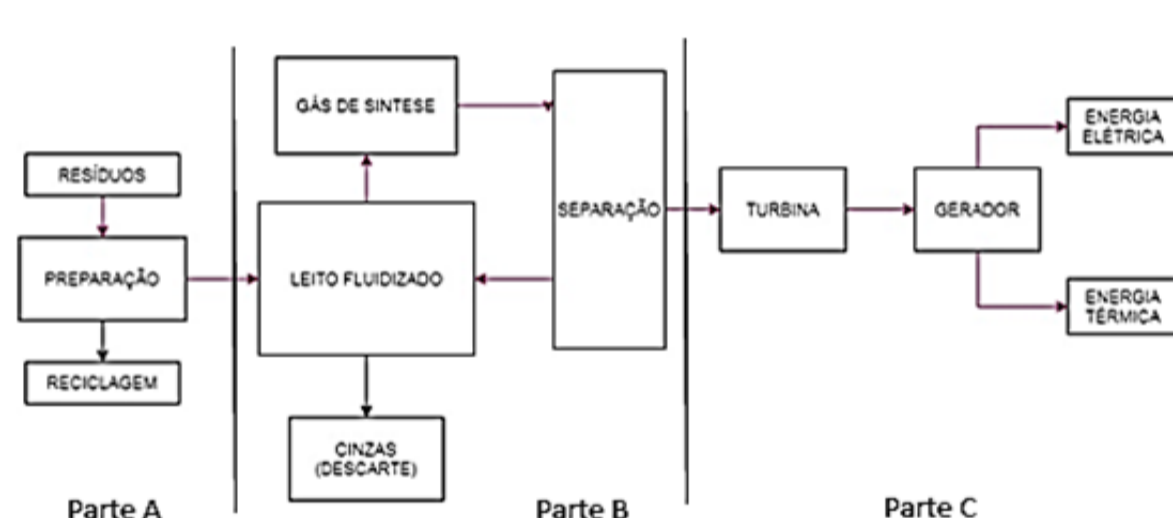
O elevado fluxo migratório para as cidades, o crescimento demográfico e o avanço da medicina foram os principais motivos que levaram ao aumento da geração de resíduos industriais e urbanos. O maior problema decorrente da grande quantidade de resíduos gerada pela população mundial diz respeito a forma e ao lugar de descarte que prejudicam o meio ambiente.

A alternativa é transformar o lixo que era matéria final de um processo, em matéria-prima para um novo processo. Esse processo consiste na transformação do lixo em energia elétrica, possibilitando o seu processamento e retorno àqueles que o produziram em forma de um bem utilizável, econômico e ambientalmente mais vantajoso.

O objetivo deste trabalho é estudar processos de obtenção de energia a partir do CDR, a fim de adaptar para a realidade do país, visto que no Brasil não existem plantas que utilizam CDR como matéria-prima, como ocorre com a planta Ebara Co and Ube Industries, do Japão, que já faz tratamento de misturas para o tipo CDR.

### METODOLOGIA:

Inicialmente a matéria prima recebida passa por uma etapa de preparação e é submetida a um tratamento de gravimetria para a entrada dos dejetos no leito. Analisa-se, então, a matéria prima por seu poder calorífico expresso em J/kg ou J/Kmol ou J/Nm<sup>3</sup>, que é sua capacidade de gerar calor ou a quantidade de energia interna contida. O poder calorífico cresce com a quantidade de hidrogênios contida no componente.



A fluidização, baseando-se na circulação do CDR e ar, onde ocorre a minimização de gradientes de temperatura, e consequentemente aumentando o contato superficial entre o sólido e o fluido, o que favorece o processo de transferência de massa e de calor.

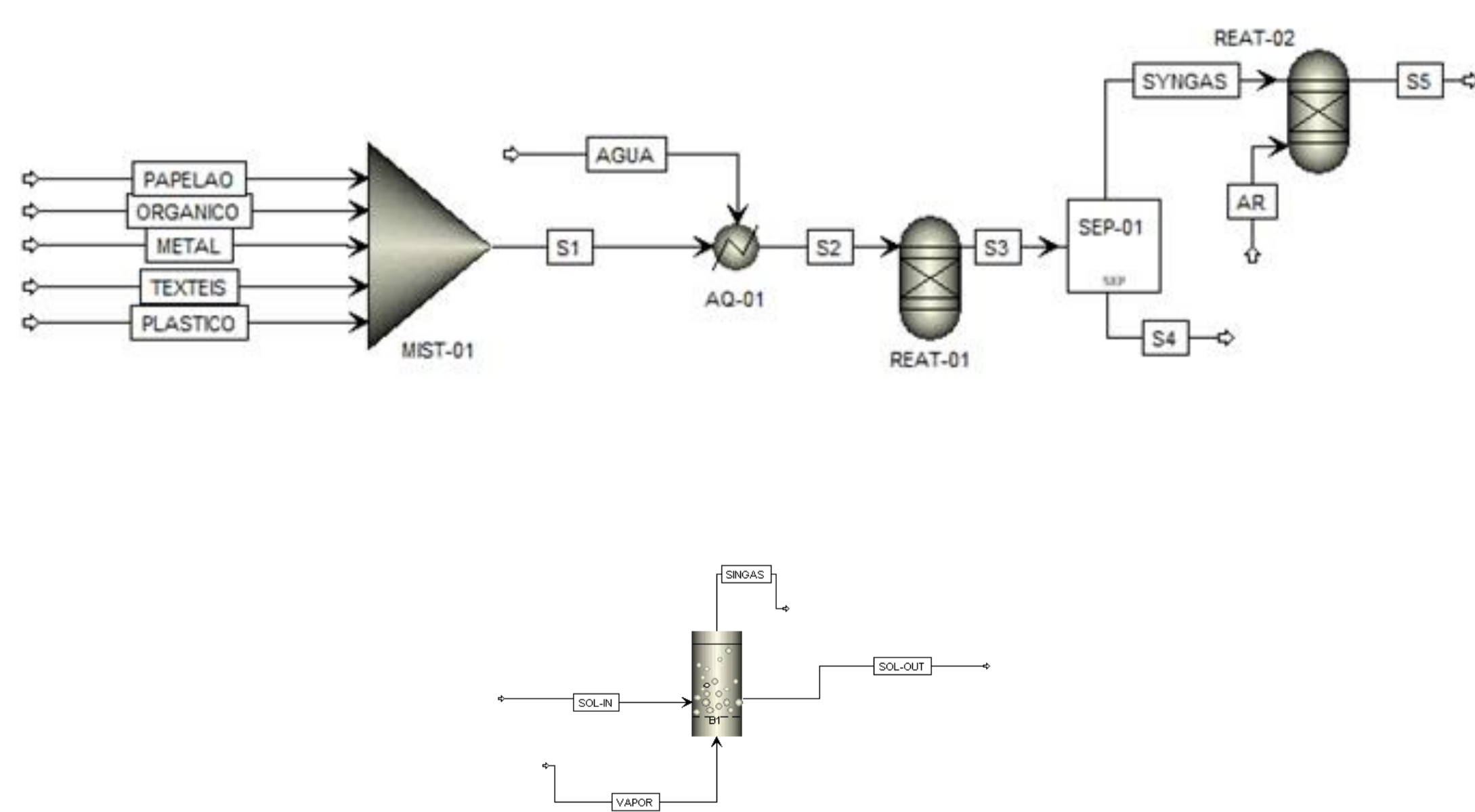
A fluidização se relaciona com a equação de Ergun, quanto maior a altura, maior a perda de carga.

Com o objetivo de estabelecer o modelo de equilíbrio, adotou-se as seguintes considerações simplificadoras do modelo, baseando-se em autores que modelaram reatores de equilíbrio.

As hipóteses são:

- Único volume de controle, dessa forma, temperatura, pressão e concentração não sofreram mudanças;
- Regime permanente;
- Sistema isotérmico;
- Pirólise forma somente resíduos carbonosos e voláteis, os quais consistem, sua maioria de água, monóxido de carbono, dióxido de carbono, metano e hidrogênio;
- O diâmetro médio das partículas se manteve constante durante a gaseificação;
- As cinzas são inertes e não participam da reação.

A seguir, imagens do fluxograma do Gaseificador e da Fluidização, que ocorrem de forma paralela no projeto.



### RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Variou-se os parâmetros operacionais de pressão, temperatura, vazão de água, vazão de ar, porosidade do leito, e geometria do leito para encontrar a menor perda de carga e a maior energia gerada.

Foram realizadas duas simulações em paralelo, pois no software não é possível serem feitas juntas.

Com isso, é observado que as variações na composição do resíduo diminuem continuamente a produção de energia na queima do gás de síntese. Isso é consequência de uma diminuição na produção dos componentes desejados para a produção do gás, como hidrogênio e dióxido de carbono, quando houver uma grande variação na composição que diminua a quantidade dos elementos necessários para que as reações descritas no trabalho ocorram.

A composição ótima encontrada foi: 12% de Papel e Papelão, 28% de Plásticos, 12% de Têxtil e Couro, 44% de Resíduo Orgânico e 4% em Metal.

Essa composição gerou 38,32MWh, o qual corresponde a uma produção anual de 278,94 GW após todas as perdas.

### ANÁLISE ECONÔMICA:

O estudo financeiro permite determinar a Taxa Interna de Retorno (TIR) – qual a taxa anual de retorno do projeto e o Valor Presente Líquido (VPL) – quanto vou ganhar no projeto no período estudado.

Fluxo de Caixa (R\$ mil)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Perpetuidade
Investimentos	-178.525	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Receita Bruta	0	121.771	121.771	121.771	121.771	121.771	121.771	121.771	121.771	121.771	121.771	0
Impostos	0	-11.264	-11.264	-11.264	-11.264	-11.264	-11.264	-11.264	-11.264	-11.264	-11.264	0
Receita Líquida	0	110.507	110.507	110.507	110.507	110.507	110.507	110.507	110.507	110.507	110.507	0
Custos Indiretos	0	-6.089	-6.089	-6.089	-6.089	-6.089	-6.089	-6.089	-6.089	-6.089	-6.089	0
Despesas (OPEX)	0	-18.266	-18.266	-18.266	-18.266	-18.266	-18.266	-18.266	-18.266	-18.266	-18.266	0
Lucro Operacional	0	86.153	86.153	86.153	86.153	86.153	86.153	86.153	86.153	86.153	86.153	0
Depreciação	0	-23.429	-23.429	-23.429	-23.429	-23.429	-12.277	-12.277	-12.277	-12.277	-12.277	0
Lucro Antes do IR	0	62.724	62.724	62.724	62.724	62.724	73.876	73.876	73.876	73.876	73.876	0
Imposto de Renda	0	-21.326	-21.326	-21.326	-21.326	-21.326	-25.118	-25.118	-25.118	-25.118	-25.118	0
Lucro Líquido	0	41.398	41.398	41.398	41.398	41.398	48.758	48.758	48.758	48.758	48.758	0
Depreciação	0	23.429	23.429	23.429	23.429	23.429	12.277	12.277	12.277	12.277	12.277	0
Fluxo de Caixa	0	64.827	64.827	64.827	64.827	64.827	61.035	61.035	61.035	61.035	61.035	1.233.425
Fluxo de Caixa	-178.525	64.827	64.827	64.827	64.827	64.827	61.035	61.035	61.035	61.035	61.035	1.233.425
Fluxo Acumulado	-178.525	-113.699	-48.872	15.955	80.781	145.608	206.643	267.678	328.712	389.747	450.782	1.684.207
VPL	-178.525	61.970	59.239	56.628	54.133	51.747	46.574	44.521	42.559	40.684	38.891	751.290
VPL Acumulado	-178.525	-116.555	-57.316	-688	53.445	105.192	151.765	196.286	238.845	279.529	318.420	1.069.709

### CONCLUSÃO:

A partir de toda a pesquisa e simulação feita pelo software ASPENPLUS®, foi possível chegar em resultados satisfatórios em relação ao gaseificador. A composição de resíduo que proporcionou a maior quantidade de energia gerada foi a composição 1 (12% de Papel e Papelão, 28% de Plásticos, 12% de Têxtil e Couro, 44% de Resíduo Orgânico e 4% em Metal), com o valor de 38,32MWh, o qual corresponde a uma produção anual de 278,94 GW após todas as perdas.

Na fluidização do processo, comparou-se a velocidade das partículas com relação a velocidade mínima de fluidização e chegou-se a valores satisfatórios que comprovam que o leito é fluidizado. Encontrou-se também a geometria ideal correspondente para cada massa de leito, respeitando o tempo de residência, o qual deve ter o menor espaço livre.

Através das análises econômicas da planta simulada, o VPL do projeto foi positivo, mesmo se não considerada a perpetuidade do mesmo, o que indica que o projeto é viável. Outro ponto de destaque foi o de a TIR ter apresentado valores significativamente maiores do que a TMA, o que não só garante a viabilidade do projeto, como também a rentabilidade do mesmo. Por fim, o retorno esperado do capital investido no projeto foi estimado em 2 anos e 9 meses, cerca de 12 meses a menos do que o tempo esperado pelo projeto de planta piloto implantado da Carbogás.