

**A PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE
ATRAVÉS DE MICROALGAS: Uma
atividade em conjunto com as usinas
de etanol do país**

M.Sc. Laryssa Ramos de Holanda – Doutoranda PPGEP -
UFPE

Docteur. Francisco de Sousa Ramos – Professor Adjunto -
UFPE

INTRODUÇÃO

Problemática

- Crescimento econômico \longleftrightarrow consumo de energia elétrica.
- Crescimento do PIB $>$ Crescimento da OIE;
- Matriz energética concentrada na fonte hidráulica;
- Os últimos apagões e o apagão de 2001.

INTRODUÇÃO**Problemática**

- Entre tantas fontes de energia surge também a possibilidade de produzir energia através da combustão da biomassa de microalgas.

INTRODUÇÃO**Justificativa**

- A adoção dessa nova fonte de energia soluciona problemas como:
 - Dependência energética;
 - Aumento da demanda de energia;
 - Efeito estufa, mudanças climáticas e degradação do meio ambiente.

AS MICROALGAS COMO FONTE DE ENERGIA

- Algas:

- Macroalgas – visíveis a olho nú;

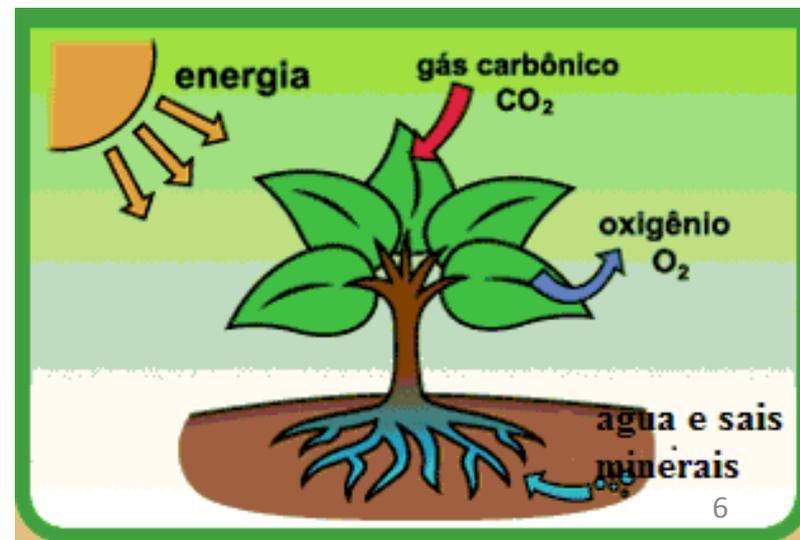
- Microalgas:

- Microrganismos unicelulares algais que têm o corpo formado por um talo;
 - Possuem clorofilas e/ou outros pigmentos fotossintéticos;
 - São a forma mais primitiva das plantas unicelulares;
 - Podem ser encontrados em meio marinho, água doce e no solo.



AS MICROALGAS COMO FONTE DE ENERGIA

- Alimentam-se com dióxido do carbono, e com utilização da luz solar transformam o carbono em açúcares e posteriormente em gorduras. No processo liberam oxigênio, igual a todas as outras plantas, mas de forma mais eficiente.



AS MICROALGAS COMO FONTE DE ENERGIA

- Possibilidade de aplicação comercial em indústrias:
 - Alimentar,
 - Química,
 - Cosmética, e
 - Farmacêutica.



AS MICROALGAS COMO FONTE DE ENERGIA

- Biocombustíveis:
 - Metano,
 - Hidrogênio,
 - Bioetanol, ou
 - Biodiesel.

AS MICROALGAS COMO FONTE DE ENERGIA

- Energia elétrica

- Queima da biomassa de microalgas;

- 1 ton de biomassa queimada  8,12 MWh são gerados;

- Energia de “emissão zero”.

AS MICROALGAS COMO FONTE DE ENERGIA

- Cultivo:
 - Não necessita de terras aráveis ou férteis;
 - O solo pode ser desértico, com baixo valor econômico e alta irradiação solar;
 - Pode ser em meio salino, doce, ou em águas residuais de processos industriais ou urbanos;
 - Produção contínua, ou seja, não segue regime de safra e a colheita é diária.

AS MICROALGAS COMO FONTE DE ENERGIA

- Cultivo,

Necessitam de:

- CO₂ :

- 1 ton de biomassa algal consome 1,7 ton de CO₂;

- Luz;

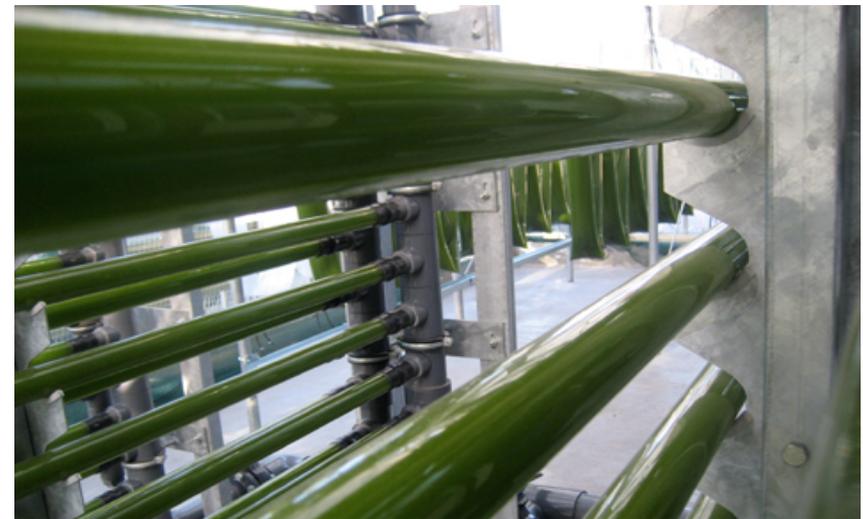
- Temperatura entre 25°C a 35°C;

- Nutrientes:

- Ferro, potássio, fósforo e nitrogênio.

AS MICROALGAS COMO FONTE DE ENERGIA

- Tecnologias de cultivo:
 - A céu aberto;
 - Em fotobiorreatores.



AS MICROALGAS COMO FONTE DE ENERGIA

- Em fotobiorreatores:
 - Matriz de tubos transparentes que são montados e alinhados em postos;
 - Tubos feitos de plástico, PET, acrílico ou vidro;
 - Proporciona um volume maior da produção;
 - Ausência de contaminação;
 - Ambiente propício em termos de luminosidade e temperatura;
 - Consomem pouca água;
 - Ocupam pouco espaço.

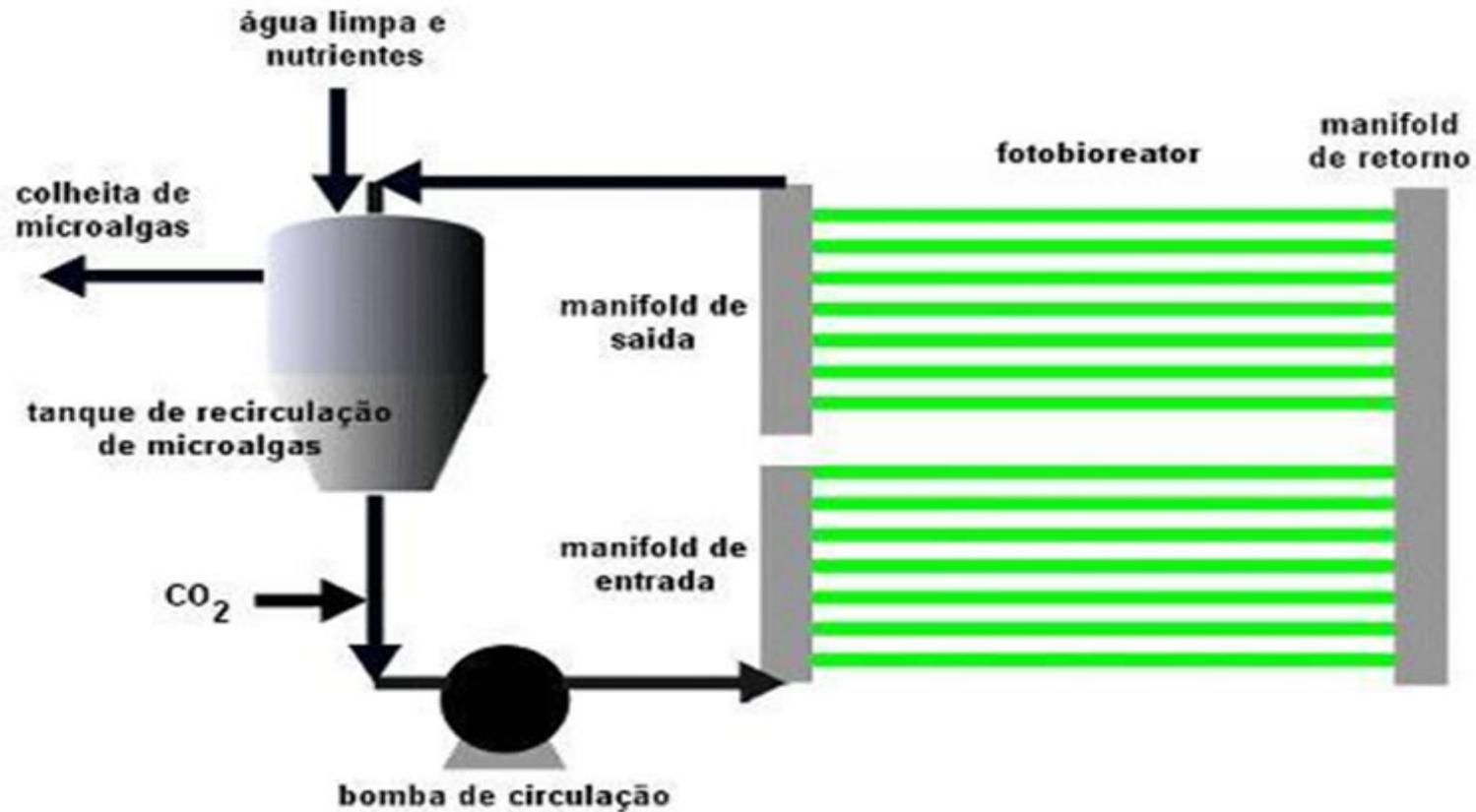
AS MICROALGAS COMO FONTE DE ENERGIA

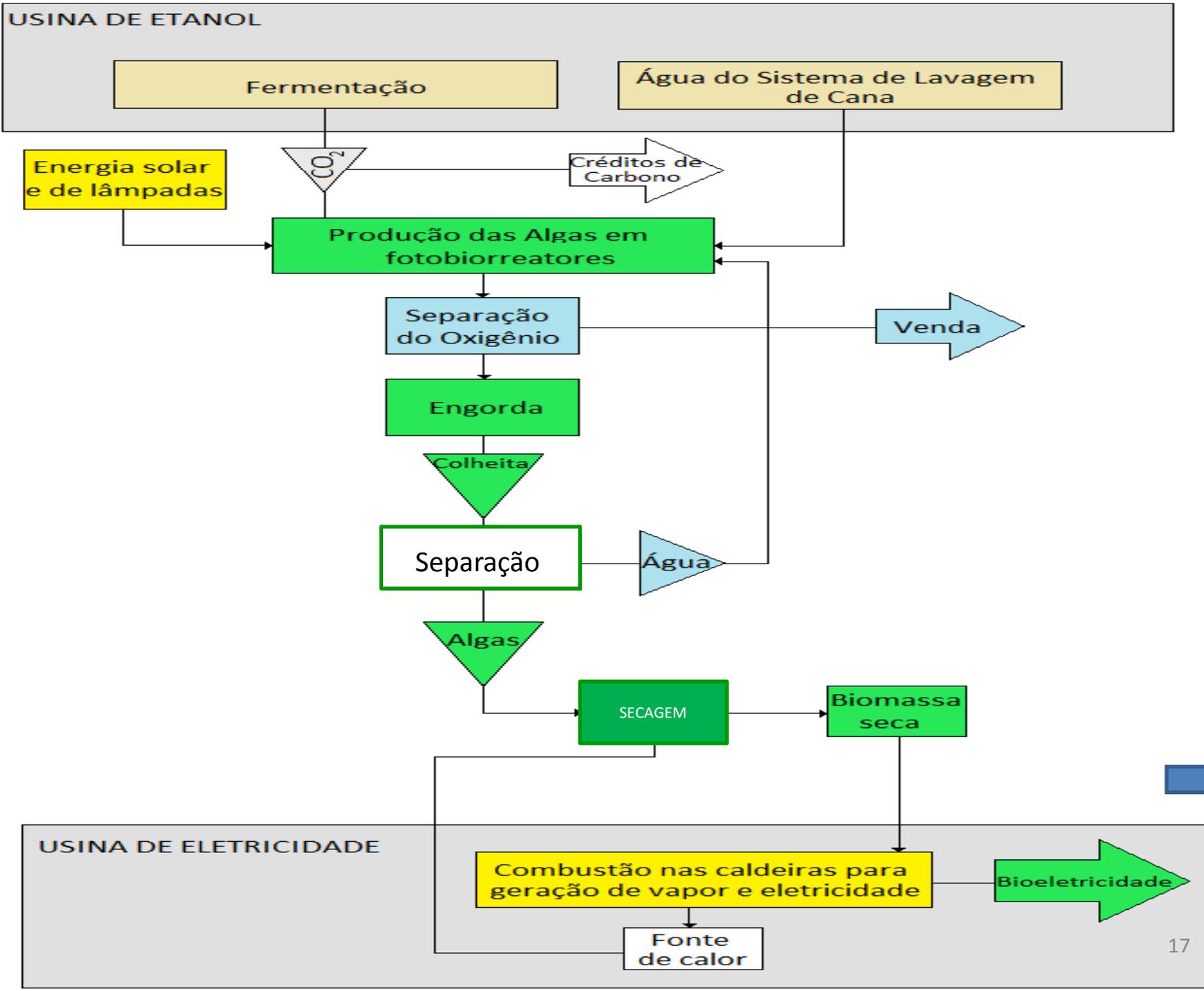
Figura 3.3: Esquema dos fotobiorreatores

PROCESSO PRODUTIVO PROPOSTO

- Com o intuito de maximizar a produção dessa fonte de energia os pesquisadores Jan Mulder (UEPB) e Paulo Oliveira (UFPE) desenvolveram um projeto do processo produtivo de modo a se realizar em conjunto com a produção de etanol de uma usina de cana-de-açúcar que usa o bagaço da cana para a geração de energia elétrica como subproduto.

PROCESSO PRODUTIVO PROPOSTO

- Os custos de produção de microalgas para a geração de bioeletricidade são reduzidos:
 - Todo CO₂ necessário é absorvido do processo de fermentação do etanol;
 - 1.000 litros de álcool \Rightarrow 800 kg de CO₂ \Rightarrow 470 kg de biomassa algal \Rightarrow 3,82 MWh.
 - A água utilizada pode ser a água residual do sistema de lavagem da cana.



PROCESSO PRODUTIVO PROPOSTO



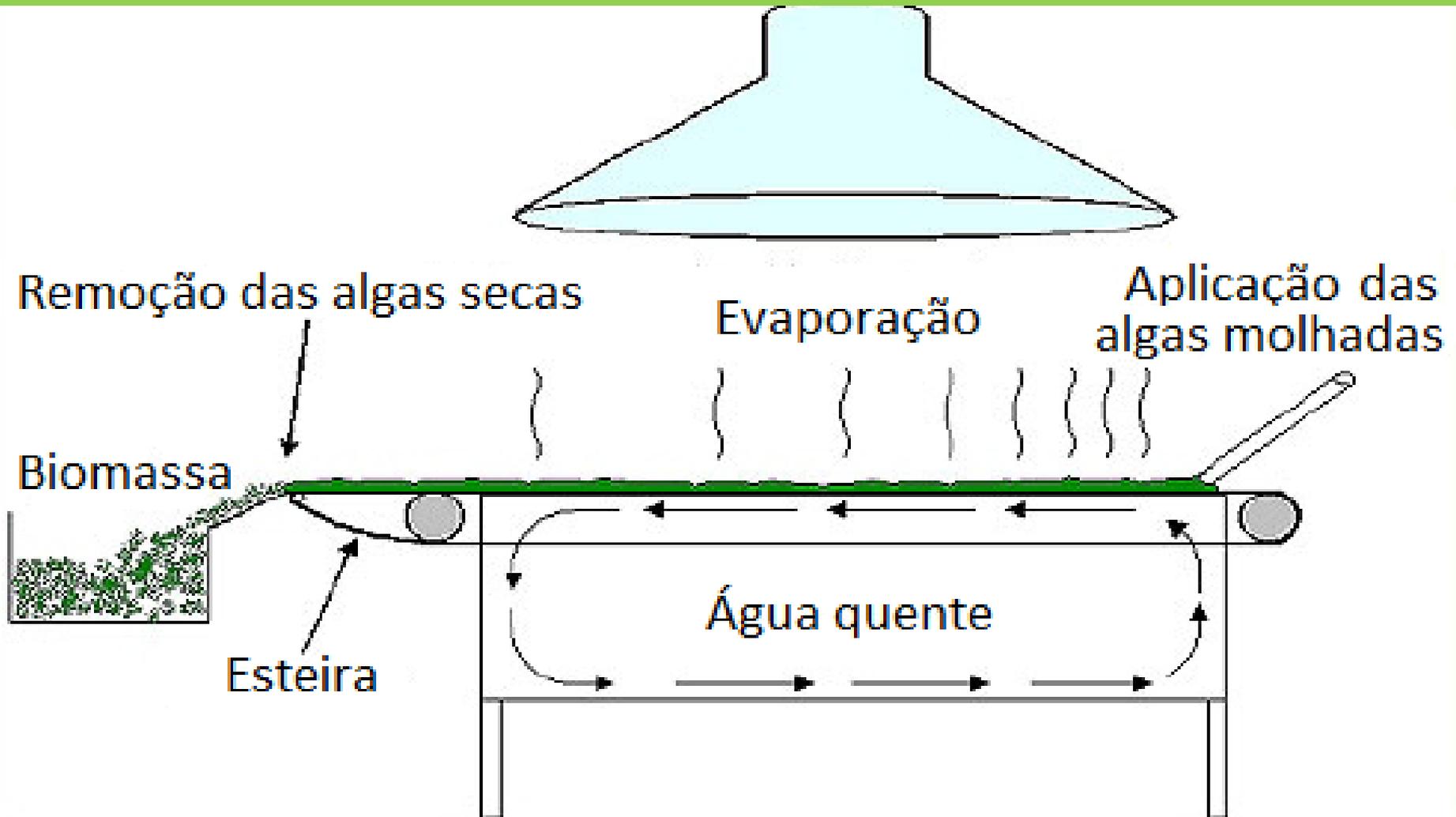
PROCESSO PRODUTIVO PROPOSTO

Figura 4.2: Processo de secagem das microalgas

PROCESSO PRODUTIVO PROPOSTO

- A produção em conjunto maximiza a produção de microalgas:
 - Reduzindo custos;
 - Gerando receitas:
 - Créditos de carbono;
 - Venda de O₂;
 - Venda de eletricidade.

PROCESSO PRODUTIVO PROPOSTO

- A produção em conjunto aumenta a produtividade da indústria de etanol:
 - Produzir durante a ociosidade dos equipamentos;
 - Utilização dos resíduos;
 - Reduz o índice de emissão da usina, melhorando a percepção de sustentabilidade da produção de etanol.

PROCESSO PRODUTIVO PROPOSTO**Estimação do Investimento Necessário**

10 MWh de bioeletricidade



30 T de microalgas/dia



51 T de CO₂

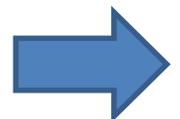


64.000 L de etanol/dia

PROCESSO PRODUTIVO PROPOSTO**Estimação do Investimento Necessário**

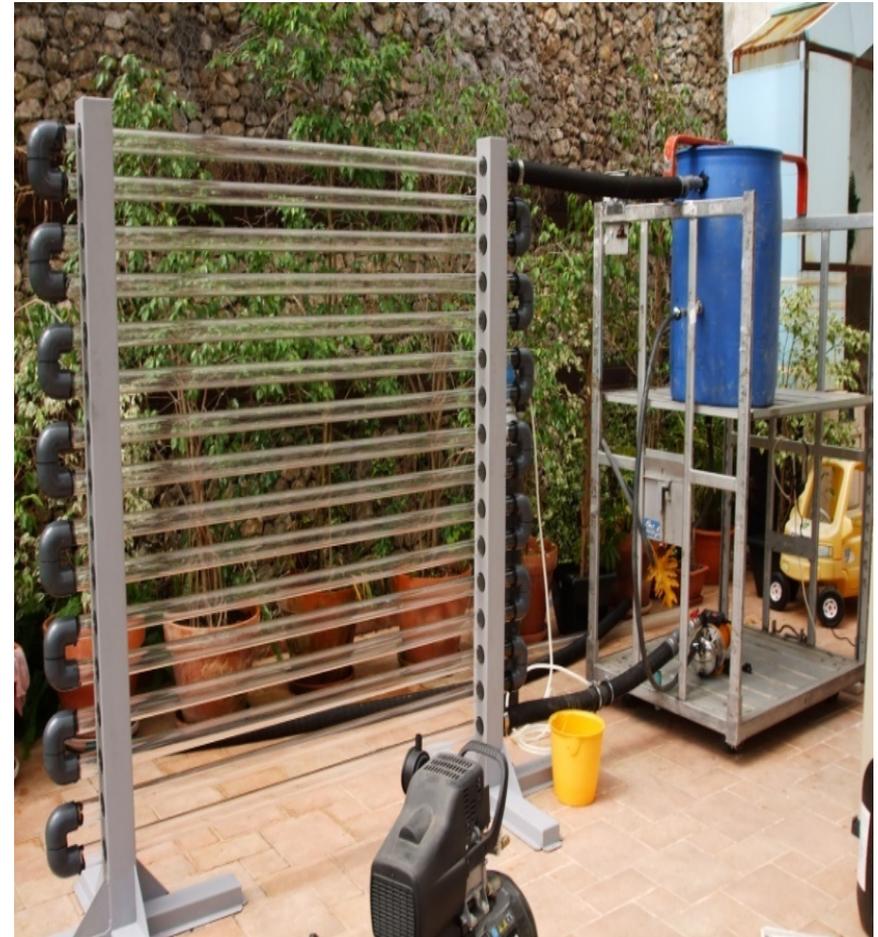
Tabela 4.2: Estimativa dos investimentos necessários para a produção de microalgas a preços correntes de 2010.

Processo	Investimento (R\$)
Fotobiorreatores	1.080.180,00
Iluminação	100.000,00
Separação	200.000,00
Secagem	200.000,00
Mão-de-obra	1.300.000,00
Total	2.880.180,00



PROCESSO PRODUTIVO PROPOSTO**Estimação do Investimento Necessário**

- 50 fotobiorreatores;
 - Cada fotobiorreator:
 - 3 reatores;
 - Cada reator:
 - 30 tubos de altura;
 - 15 m de comprimento;
 - Serpentina.



PROCESSO PRODUTIVO PROPOSTO**Estimação do Investimento Necessário**

- Investimentos em fontes alternativas de energia:

Eólica  8MWh  R\$ 150 milhões

Solar  10MWh  R\$ 115 milhões

Microalgas  10MWh  R\$ 2.880.180,00

PROCESSO PRODUTIVO PROPOSTO**Estimação dos Custos de Produção**

Tabela 4.3: Estimativa dos custos de operação do processo de produção das microalgas a preços correntes de 2010

Descrição	Custo/Mês (R\$)	Custo/ano (R\$)
CO ₂	0	0
Água	0	0
Nutrientes	12.000,00	80.000,00
Iluminação dos Fotobiorreatores	0	0
Energia do Processo	6.000,00	40.000,00
Energia da Secagem	0	0
Mão-de-obra	6.000,00	40.000,00
Total	24.000,00	160.000,00

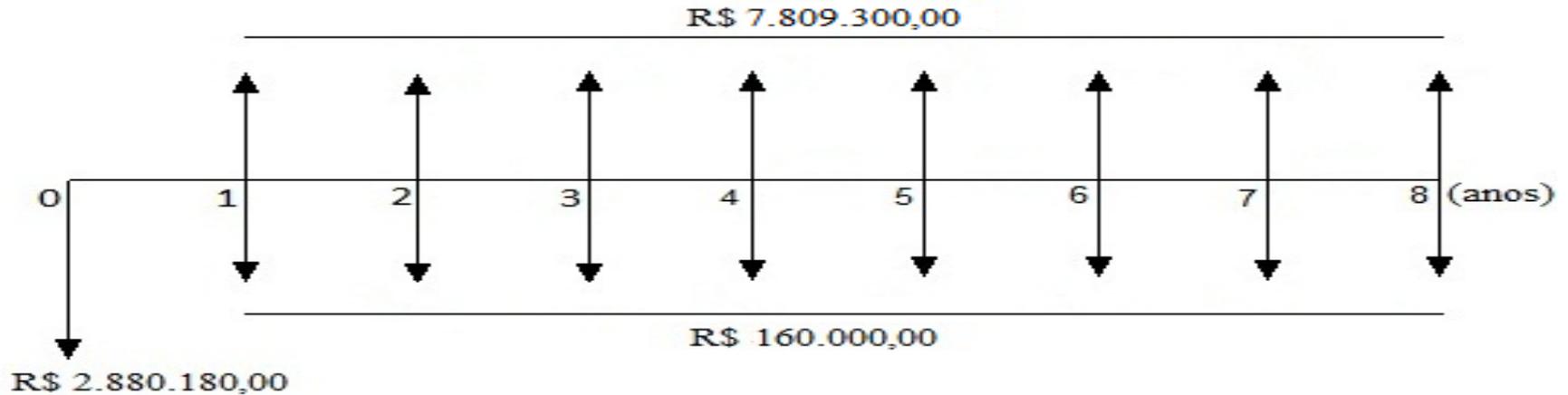
PROCESSO PRODUTIVO PROPOSTO**Estimação das Receitas***Tabela 4.4: Receitas oriundas do processo produtivo de microalgas*

Produção	Preço da unidade	Quantidade/ Mês	Receita/ Mês (R\$)	Quantidade/ Ano	Receita/ Ano (R\$)
Bioeletrici	156/				
dade	MWh	7.200 MWh	1.123.200	48.000 MWh	7.488.000
Créditos					
de	31,5/	1.530		10.200	
Carbono	tonelada	toneladas	48.195	toneladas	321.300
Total	-		1.171.395		7.809.300

METODOLOGIA

- Critérios da análise de investimento:
 - Valor Presente Líquido,
 - Taxa Interna de Retorno e, a
 - Razão Benefício Custo.
- Todos os critérios levam em consideração a **taxa mínima de atratividade**, que é a taxa de mercado financeiro, a qual remunera o capital aplicado no fluxo de caixa.

RESULTADOS



- $i_M = 12\% \text{ a.a.}$

$$\text{VPL}(i_M) = -I + \sum_{t=0}^n \frac{R_t - C_t}{(1 + i_M)^t}$$

$$\text{VPL}(12\%) = -2.880.180 + \sum_{t=1}^8 \frac{7.809.300 - 160.000}{(1 + 0,12)^t}$$

$$\text{VPL}(12\%) = -2.880.180 + \sum_{t=1}^8 \frac{7.649.300}{(1,12)^t}$$

$$\text{VPL}(12\%) = \text{R\$ } 35.118.786,87$$

VPL > 0 = Projeto do processo produtivo de microalgas é viável.

RESULTADOS

- TIR;
- $i_M = 12\% \text{ a.a.}$

$$\text{VPL}(i) = -I + \sum_{t=0}^n \frac{R_t - C_t}{(1 + i_M)^t} = 0$$

$$0 = -2.880.180 + \sum_{t=1}^8 \frac{7.649.300}{(1 + i)^t}$$

$$i = 265,57\% \text{ a.a.}$$

$$i > i_M = \text{viável}$$

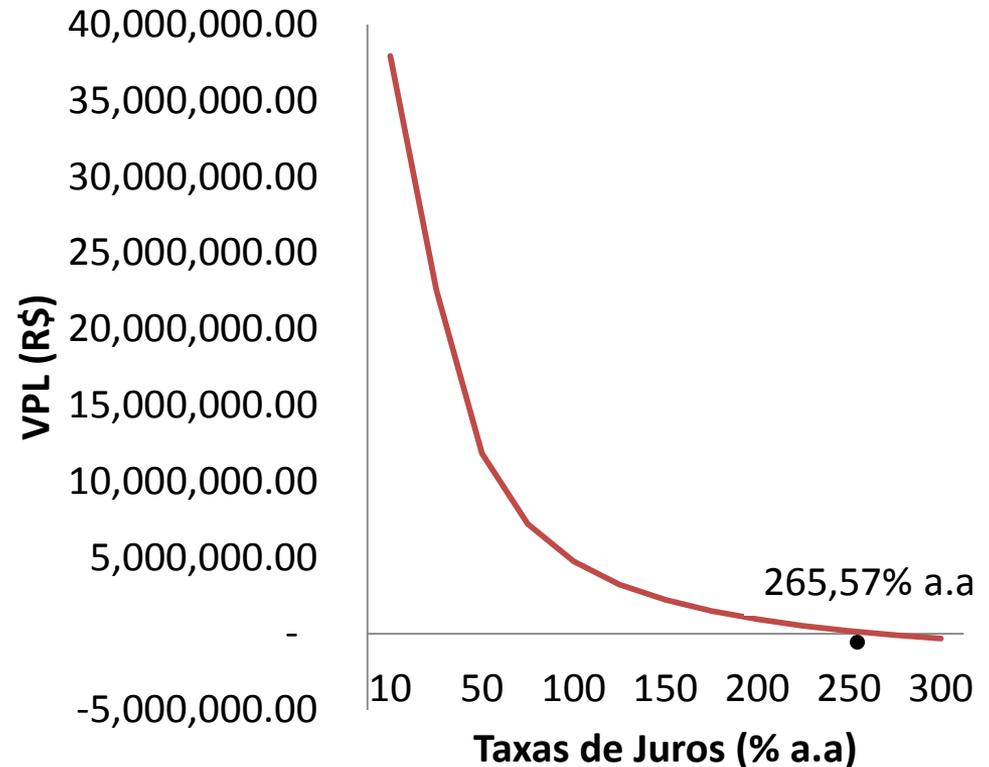


Gráfico 6.1: Valor presente líquido do projeto correspondente às taxas de juros

CONCLUSÃO

- O processo produtivo de microalgas em conjunto com a produção de uma usina de etanol:
 - Maximiza a produção de etanol, pela oportunidade de obter ganhos além dos meses de safra, reduzindo a ociosidade do maquinário;
 - Maximiza a produção de microalgas, reduzindo custos de investimento e produção. Além disso, pôde-se verificar a oportunidade de agregar valor a produção de microalgas através dos créditos de carbono e da produção de oxigênio.

CONCLUSÃO

- Através dos critérios de análise de investimento obteve-se o mesmo resultado, a afirmação que o projeto do processo produtivo de microalgas é rentável, ou seja, **apresenta viabilidade econômica.**
- O retorno do investimento se dá logo no primeiro ano de produção.



Obrigada!

