

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS, ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

Análise de Projetos Sustentáveis de uma Empresa do Setor de Bioenergia

LAURA ALMODOVAR ESTEVES DOS SANTOS

MARINA FRIGERI BRAMBATTI

Ituiutaba - MG

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS, ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

Análise de Projetos Sustentáveis de uma Empresa do Setor de Bioenergia

LAURA ALMODOVAR ESTEVES DOS SANTOS

MARINA FRIGERI BRAMBATTI

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação da Faculdade De Administração,
Ciências Contábeis, Engenharia De Produção E
Serviço Social da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de Bacharel
em Engenharia de Produção.

Ituiutaba - MG

2023

LAURA ALMODOVAR ESTEVES DOS SANTOS

MARINA FRIGERI BRAMBATTI

Análise de Projetos Sustentáveis de uma Empresa do Setor de Bioenergia

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação da Faculdade De Administração, Ciências Contábeis, Engenharia De Produção E Serviço Social da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Profa. Dra. Mara Rúbia da Silva Miranda

Aprovado em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof.

Universidade Federal de Uberlândia

Prof.

Universidade Federal de Uberlândia

Prof.

Universidade Federal de Uberlândia

Ituiutaba - MG

2023

Análise de Projetos Sustentáveis de uma Empresa do Setor de Bioenergia

Laura Almodovar Esteves dos Santos

Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
laura.almodovar@ufu.com

Marina Frigeri Brambatti

Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
marina.brambatti@ufu.com

Mara Rúbia da Silva Miranda

Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
mara_miranda@ufu.br

RESUMO

A sustentabilidade é um tema atual, que tem sido discutido por toda a sociedade e em diversas esferas, com isso é preciso que se tenha uma preocupação com a maneira que os produtos são produzidos, para que os mesmos sejam sustentáveis em todos os âmbitos (social, ambiental, econômico e político). Visando esta preocupação, a economia circular surge como um novo modelo econômico substituindo o modelo linear, buscando a reutilização dos resíduos durante o maior tempo possível, afim de garantir um menor desgaste ambiental. O objetivo desse artigo é analisar os projetos sustentáveis de uma Empresa X analisando a aplicabilidade da economia circular dentro da organização. Para isso, foi realizada uma pesquisa de campo para entender melhor como esses projetos aconteciam e como a economia circular estava presente neles. Dentre alguns projetos, o biogás e o Etanol de 2ª Geração, foram os mais explorados, visto que são os dois maiores projetos sustentáveis da empresa e que devem se expandir ainda mais nos próximos anos.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Economia Circular; Sucroalcooleira.

1. INTRODUÇÃO

O mundo surgiu a milhares de anos, e desde então os animais e seres humanos estão convivendo em sociedade e utilizando de recursos naturais. Todavia, com o avanço dos tempos o homem ao invés de apenas utilizar esses recursos, começou a explorar de maneira deliberada, sem pensar no futuro e nas consequências que isso poderia trazer. Nos últimos anos, tais ações têm gerado grandes efeitos negativos, e por isso as questões sustentáveis estão sendo cada vez mais debatidas.

A partir disso, torna-se primordial que a indústria busque por soluções que minimizem o seu atual impacto ambiental, fazendo com que esta adote práticas e processos que prezem a sustentabilidade. De acordo com Azevedo, Lima e Viana (2015), tais ideias encontram dificuldades para serem aceitas, pois em algumas situações podem ser economicamente inviáveis e com isso não se torna acessível para toda sociedade.

Sendo assim, nota-se que nas organizações esse assunto tem sido cada vez mais abordado, pois os clientes atuais sentem necessidade de um posicionamento sustentável, todavia as maneiras que serão utilizadas para alcançá-lo, devem manter e não prejudicar a satisfação dos clientes posteriores. De acordo com Macedo *et al.* (2020), para o ramo empreendedor é muito importante se preocupar com os recursos finitos do planeta, procurando formas de conservar a produção em um nível satisfatório que seja sustentável.

Segundo De Carvalho, Cirani e Ribeiro (2015), existem diversas discussões atuais a respeito da gestão de negócios, dentre elas as adversidades relacionadas a sustentabilidade estão se tornando cada vez mais notórias. A sociedade global compreende cada vez mais os pilares da sustentabilidade, tanto para negócios novos, quanto para os que estão em transformação, sendo eles: economicamente viável, socialmente justo, ecologicamente correto e culturalmente aceito. Ainda para os autores, não é simples elaborar um novo tipo de negócio, visto que é necessário rever processos, produtos e estratégias, e tais alterações podem causar apreensão entre os gestores, pois preocupam-se com a diminuição da lucratividade, a elevação dos custos ou o afastamento do seu core business (DE CARVALHO; CIRANI E RIBEIRO, 2015).

O presente trabalho tem por objetivo geral analisar os projetos sustentáveis de uma Empresa Sucroalcooleira verificando a aplicabilidade da economia circular na organização. A empresa em questão tem origem em solo brasileiro, mas já possui atuação em outros países. Além disso, a sustentabilidade é um dos principais pilares para a cultura da empresa e por isso prezam por melhores práticas em todos os seus âmbitos.

Por fim, para atender o objetivo supracitado, serão analisados alguns conceitos da

engenharia de sustentabilidade em conjunto com a economia circular, que auxiliaram a compreender os propósitos de alguns projetos sustentáveis dentro de uma indústria sucroalcooleira.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Engenharia da Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável

De acordo com a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2022), sabe-se que a Engenharia da Sustentabilidade está subdividida em sete áreas, dentre elas: Gestão Ambiental; Sistemas de Gestão Ambiental e Certificação; Gestão de Recursos Naturais e Energéticos; Gestão de Efluentes e Resíduos Industriais; Produção mais Limpa e Ecoeficiência; Responsabilidade Social; Desenvolvimento Sustentável. Ainda para a ABEPRO (2022), a Engenharia da Sustentabilidade pertence a uma das dez áreas da Engenharia de Produção, buscando preparar de maneira eficiente os recursos naturais que são utilizados nos sistemas produtivos, para que possa efetuar um sistema de gestão ambiental e de responsabilidade social.

Segundo Macedo *et al.* (2020), a origem da palavra sustentabilidade vem do latim “sustentare”, que por sua vez, significa conservar em bom estado, sustentar, resistir, manter e suportar. Logo, sustentabilidade pode ser classificada como uma perspectiva de negócio que tem como foco os aspectos sociais, ambientais e econômicos, visando obter vantagens de médio e longo prazo (MACEDO *et al.* 2020). Complementando essa ideia, Campos, Estender e Macedo (2015) afirmam que a sustentabilidade é um conceito sistêmico que busca preencher todas as obrigações econômicas, culturais, ambientais e sociais, afim de assegurar um futuro mais próspero para as próximas gerações, além disso, sabe-se que é com a sustentabilidade que os recursos naturais são protegidos e empregues de forma inteligente. Com isso, conclui-se que para um sistema sustentável existir, é necessário que os recursos sociais, ambientais, humanos e econômicos estejam sempre em conjunto, buscando um progresso mútuo (MÜLLER; SCHEFFER, 2022). Na figura 1 é representado os pilares da sustentabilidade, conceitos citados anteriormente.

Figura 1: Pilares da Sustentabilidade

Tríade da Sustentabilidade



Fonte: Costa (2021)

Para Silvius *et al.* (2016), a gestão de um projeto sustentável é realizada através de um planejamento, acompanhamento e controle dos métodos de entrega e assistência ao projeto, não descartando os aspectos econômicos, sociais e ambientais do período de vida dos recursos. A partir disso, entende-se que a sustentabilidade é um objetivo de longo prazo, social e multidimensional, onde para o desenvolvimento sustentável, ambas as partes, proteção ambiental e inovação sociotécnica, são equitativamente essenciais no momento em que os impactos antrópicos são atenuados nos ecossistemas tanto em escala macro quanto em escala micro (ROSSI *et al.* 2019).

Os diversos debates relacionados a sustentabilidade e desenvolvimento sustentável tem gerado grande impacto na sociedade e com isso novos desfechos para o assunto, sendo um dos principais a alteração da responsabilidade, antes tida pelo governo e atualmente pelas organizações (MUNCK; BANSI; GALLELI, 2016). Segundo Da Silva *et al.* (2019), as cobranças sustentáveis para as empresas não têm sido realizadas apenas pelo governo, mas também pela sociedade, a qual busca visualizar as mudanças de melhorias em relação ao gerenciamento dos resíduos sólidos cometidos pelos processos produtivos, assim, conclui-se que as organizações realizam investimentos de forma estratégica em processos produtivos e logísticos mais sustentáveis afim de se destacarem no mercado competitivo.

Carvalho *et al.* (2015) compreende que a sustentabilidade é uma atividade contínua e de longo prazo, por outro lado o desenvolvimento sustentável é entendido como o progresso de

algo, desenvolvimento físico ou ainda como o material da produção. Com isso, os autores entendem que o desenvolvimento sustentável tem progredido e que o principal objetivo é a sustentabilidade propriamente dita.

Nos tempos hodiernos constata-se um aumento em relação à preocupação do desempenho empresarial sustentável, na qual vem acontecendo uma associação entre sustentabilidade e o estímulo de condutas que prezam pelos interesses comunitários, que abrangem aspectos ambientais e sociais (MARTINEZ; RAMALHO, 2017). Atrelado a isso, Husgafvel *et al.* (2015), explica a sustentabilidade como a oportunidade de assegurar o equilíbrio sistêmico e contínuo, que gere continuidade no ciclo de vida do planeta.

Devido ao crescimento exponencial da população somada a convivência não igualitária, ocorreu o uso excessivo dos recursos naturais, de tal modo que afetou o planeta e tornou-se necessária a criação de objetivos que através de um relatório de sustentabilidade da UNESCO buscase a minimização da diferença socioambiental. Os ODS (Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável), representados na figura 2, foram desenvolvidos com o intuito de diminuir a desigualdade de gênero e do desenvolvimento econômico e humano e também a pobreza, visando além disso evidenciar as questões que envolvem meio ambiente, segurança alimentar e transformações de biodiversidade, climáticas e dos oceanos (UNESCO, 2023).

Figura 2: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

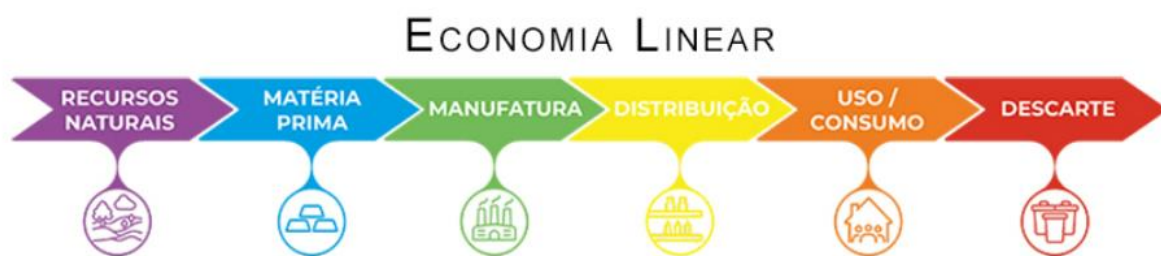


Fonte: Nações Unidas Brasil (2015)

2.2. Economia Circular

A partir da Revolução Industrial, o modelo econômico linear era predominante na sociedade, o qual se fundamentava na extração, processamento e transformação de matéria-prima em bens, consumo e descarte. Diversas iniciativas foram tomadas para reverter o cenário, antes acreditava-se na existência interminável de matérias-primas e na perpétua absorção da poluição, visto que isso é uma utopia as organizações necessitavam de um modelo novo de negócio, que priorizasse critérios socioambientais e aumentasse o ciclo de vida dos recursos. Para Allen (2018), quando os recursos naturais são utilizados à proporção que a sociedade produz, consome e descarta as mercadorias de maneira acelerada, até que seus recursos sejam consumidos, classifica-se como Economia Linear, a figura 3 representa este conceito.

Figura 3: Economia Linear



Fonte: Allen (2018)

Com isso, o principal propósito é converter o modelo linear para circular (BERARDI; DIAS, 2018). Segundo Fischer e Pascucci (2017), o conceito de economia linear está cada vez mais se aproximando do fim, levando-se em consideração a escassez de recursos que resulta em crises econômicas e oscilações de preços, causando uma degradação dos ecossistemas. Lacy e Rutqvist (2015) afirmam que a mudança para esse novo modelo pode se tornar a maior revolução dos próximos anos, afim de reestruturar o vínculo entre recursos naturais, mercados e clientes.

De acordo com Pomponi e Moncaster (2017), os recursos não devem sofrer uma alteração, mas sim serem conservados pelo máximo de tempo em um processo, tendo a menor perda de qualidade possível, e é para isso que a Economia Circular surge como um novo modelo, pois busca ultrapassar o já existente e eliminar a discordância entre os meios ambientais e econômicos. Todavia, Reike *et al.* (2018) ressalta que apenas ao longo da última década esse conceito ganhou notoriedade, no âmbito profissional e acadêmico, buscando uma

sociedade mais sustentável. Na figura 4, de Allen (2018), é possível analisar de maneira mais didática esta definição.

Figura 4: Economia Circular



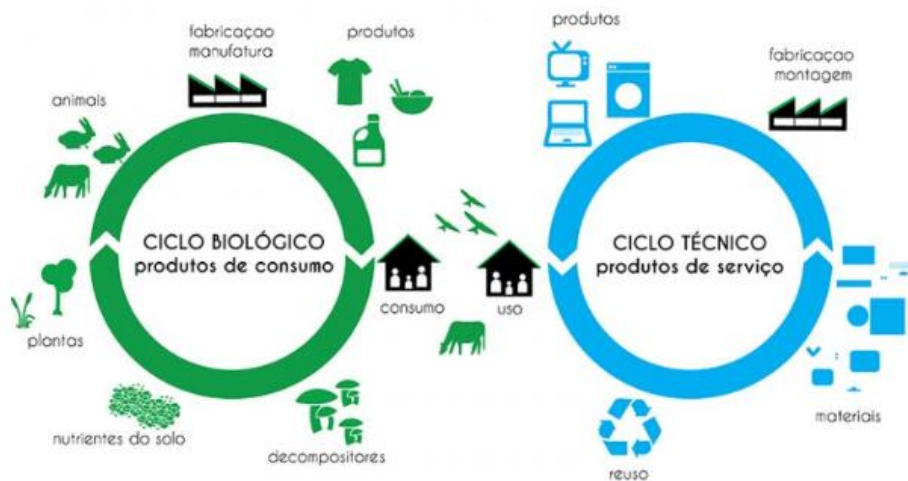
Fonte: Allen (2018)

A economia circular pode ser definida como um sistema fechado, de forma que exista uma conexão no uso de recursos e resíduos a qual garante que qualquer sistema linear poderá se transformar em um sistema circular (GHISELLINI; CIALINI; ULGIATI, 2016). Para Berardi e Dias (2018), existem três princípios básicos do modelo circular, sendo eles: conservar e expandir o capital natural, controlando os estoques e o uso dos recursos renováveis; otimizar a utilização dos recursos durante a produção, garantindo o uso dos materiais e produtos o máximo possível; e impulsionar a eficácia do sistema, eliminando as consequências negativas do processo.

Portanto, Iacovidou *et al.* (2017) ressalta que para a implantação da Economia Circular necessita que os produtos, materiais e componentes permaneçam pelo máximo de tempo na economia, para isso é preciso avaliar os recursos e resíduos com o propósito de garantir as tomadas de decisões e possibilitar uma política sólida.

Allen (2018) complementa todo o estudo de Economia Circular diferenciando os ciclos técnico e biológico, representados na figura 5.

Figura 5: Ciclo Biológico e Técnico



Fonte: Allen (2018)

O ciclo técnico trata-se de resgatar os componentes, produtos e materiais por meio de processos como reparo, reuso ou até mesmo reciclagem. Por outro lado, o ciclo biológico baseia-se no consumo, no qual materiais orgânicos são planejados para retornarem ao sistema por meio da digestão anaeróbica ou da compostagem, visando recuperar os sistemas vivos que propiciam meios renováveis para a economia (ALLEN, 2018).

2.3. Indústria Sucroalcooleira

A indústria sucroalcooleira é uma das principais no país, visto que o Brasil é o maior fornecedor de cana-de-açúcar a nível mundial, sendo responsável pela produção de dois sedimentos com grande potencial energético: o bagaço e a vinhaça. O primeiro produz energia apenas pela sua combustão, enquanto o segundo é utilizado na combustão do biogás gerado pela digestão anaeróbica do mesmo (PEREIRA *et al.* 2019). Além disso, Oliveira, Neves e Waitman (2017) explica que além das suas produções tradicionais, açúcar e etanol, existe também a produção de energia elétrica, que faz com que este setor seja autossuficiente e com isso, capaz de produzir excedentes que podem ser comercializados, tornando-o um dos mais significativos no cenário nacional.

Existem uma série de vantagens relacionadas a cogeração de energia no setor sucroalcooleiro, a sustentabilidade é um dos pontos de maior importância, dado que a bioeletricidade é neutra em carbono, possibilitando a produção de uma energia limpa que colabora com a diminuição da poluição e da emissão de gases de efeito estufa na atmosfera (OLIVEIRA; NEVES; WAITMAN, 2017).

Segundo o último levantamento realizado pela Conab (2022) referente a safra 22'23, a produtividade desse setor no país era de aproximadamente 72 toneladas por hectares, sendo 3,9% maior que na safra anterior. Em relação aos seus subprodutos, a produção de açúcar cresceu 4,1% em comparação a safra 21'22, enquanto a produção de etanol 0,7%. Tais aumentos de produção refletiram também no volume de exportação do Brasil, no qual exportou 22,1 milhões de toneladas de açúcar e 1.887 milhões de litros de etanol durante o período de abril a novembro de 2022, representando um crescimento de 13% e 34,5% respectivamente (CONAB, 2022).

De acordo com BEN (2017), é necessário que exista conhecimentos mais aprofundados de como a sustentabilidade é abordada e utilizada no setor sucoenergético visto que o mesmo movimenta recursos ambientais, sociais e econômicos, seus produtos (derivados da cana-de-açúcar) correspondem a mais de 17% da produção de energia primária utilizada no Brasil somado a isso existe os fatos de que ele movimenta uma grande quantidade de trabalhadores, direta e indiretamente, e que manipula extensas áreas para a produção de cana-de-açúcar.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho busca analisar os projetos sustentáveis de uma empresa brasileira verificando a aplicabilidade da economia circular. Para isso, será utilizada uma abordagem de natureza aplicada, que segundo Fiori e Bezerra (2018) se caracteriza pela prática de propor soluções reais baseadas em modelos teóricos. Em relação ao problema, este será tanto qualitativo como quantitativo, pois serão estudados dados numéricos e também opiniões recolhidas, levando-se em consideração o ambiente proveniente como fonte de dados (GONZALES; NEVES; SANTOS, 2018).

Além disso, o trabalho será classificado como descritivo e exploratório. De acordo com Silva *et al.* (2016), o objetivo da pesquisa descritiva é a análise, relação e observação de fatores sem modificá-los. Para Holanda, Ribeiro e De Jesus (2020), o objetivo exploratório é fornecer ao pesquisador o máximo de informação a respeito do tema ou da problemática.

No que diz respeito aos procedimentos utilizou-se o estudo de caso que é representado como uma estratégia investigativa empírica focada na observação do objetivo em sua realidade, possibilitando o diagnóstico de problemas embasados em dados verídicos (WELTER; SAUSEN; CAPPELLARI, 2017).

Para a coleta de dados, alguns métodos serão utilizados, sendo eles: documentos, entrevistas e observação direta. Segundo Kripka, Scheller e Bonotto (2015), a pesquisa documental refere-se a dados fornecidos pela própria empresa, agregada a pesquisa bibliográfica, que busca identificar e reformular contribuições científicas pertinentes ao tema. A entrevista, é semiestruturada e respaldada em um roteiro referente ao assunto estudado (BATISTA; MATOS; NASCIMENTO, 2017). Por último, a observação direta, na qual Silva (2016) afirma que os sentidos são aplicados diretamente sobre o fenômeno pesquisado.

Deste modo, o procedimento metodológico iniciou-se com o reconhecimento dos projetos sustentáveis da empresa estudada. A partir disso, foi feita uma pesquisa bibliográfica a respeito dos temas: engenharia de sustentabilidade e economia circular, buscando relacionar esses assuntos aos projetos já existentes na organização. Em seguida, efetuou-se a coleta e a análise dos dados buscando reconhecer os benefícios desses projetos tanto para a empresa quanto para a sociedade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Caracterização da empresa

O objeto de estudo do presente trabalho é uma empresa de grande porte, que possui referência global e é atuante no setor agroindustrial desde o ano de 2011. Sua formação decorreu da junção de outras duas empresas do ramo, sendo importante destacar que desde o seu primeiro ano de atuação foi reconhecida por inúmeros prêmios.

Atualmente, o quadro de colaboradores é formado por mais de 40 mil membros e 15 mil parceiros, sendo eles responsáveis pela produção agrícola e industrial. Com relação aos seus produtos e serviços, a empresa trabalha com a produção de etanol, açúcar, combustíveis e bioenergia. Por fim, em relação aos principais mercados, pode-se considerar os produtores rurais e vendedores de insumos agrícolas.

Com base no que foi citado anteriormente, o foco do estudo é analisar os projetos sustentáveis que é desenvolvido na empresa, visando a economia circular para obter benefícios sustentáveis que irão agregar no seu desempenho.

4.2. Sustentabilidade e Economia Circular em uma Empresa Sucroalcooleira

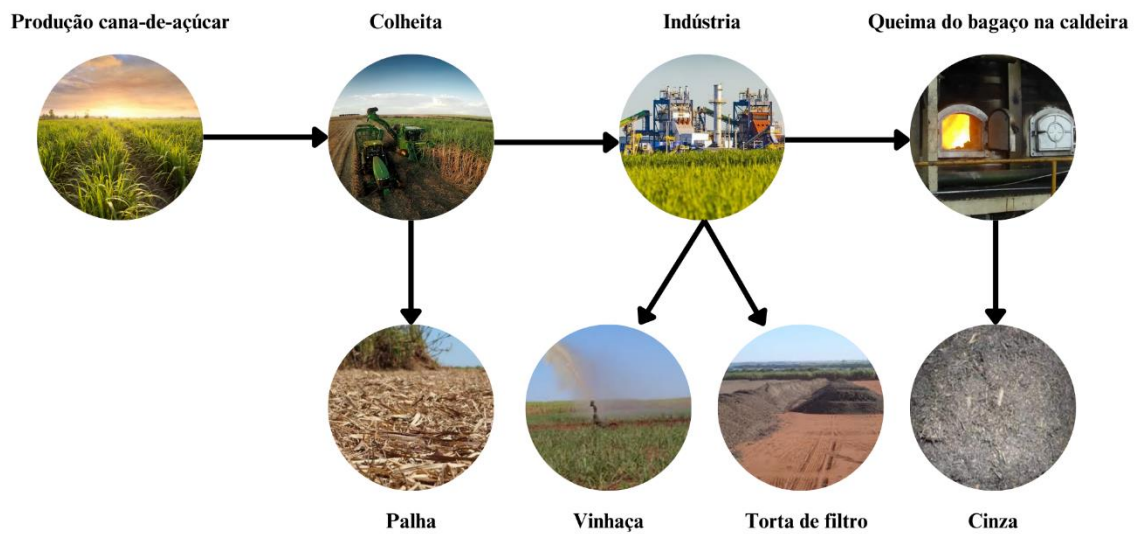
Para a organização estudada, a sustentabilidade é um elemento de grande importância que está presente em suas estratégias. Em todas as etapas dos processos industriais e de distribuição, ela tem se tornado o foco para alcançar uma melhor eficiência operacional e aperfeiçoar o portfólio da empresa. Visando estar sempre alinhado com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), esse tópico faz referência ao item 12, que se trata de consumo e produção responsável.

Desde a safra 18'19 o tema economia circular foi apresentado e implementado na empresa, sendo que a cada ano sofre alterações que estimulam a matriz energética global, aumentando a participação das energias renováveis, além de fomentar a eficiência operacional. Tais ações estão em conformidade com os seguintes ODS: 3 (saúde e bem-estar); 7 (energia limpa e acessível); 12 (consumo e produção responsável); 13 (ação contra a mudança global do clima). Ainda para a empresa, existem práticas que são imprescindíveis durante as operações e que auxiliam na procura de melhores resultados a partir de seus compromissos, reduzir impactos ambientais, promover impactos sociais positivos, valorizar a qualidade de vida do time, fazer mais com menos e garantir uma economia circular são exemplos desses hábitos.

Levando em consideração esse aprimoramento contínuo, umas das mudanças ocorridas foi a inovação na forma produtiva, buscando um melhor aproveitamento da matéria-prima. O E2G (Etanol de Segunda Geração) é um dos cases de sucesso da empresa, que a partir da safra 19'20 passou a ser utilizado na formulação dos itens de perfumaria. Esses produtos apresentam em sua embalagem um selo que evidencia a presença de Ecoálcool, nome utilizado para identificar o insumo. A partir dessa parceria, foi possível notar a importância de criar soluções inovadoras, responsáveis e integradas, que agregam valor para os clientes primários e secundários.

As figuras 6 e 7 representam o fluxograma da usina em dois momentos distintos.

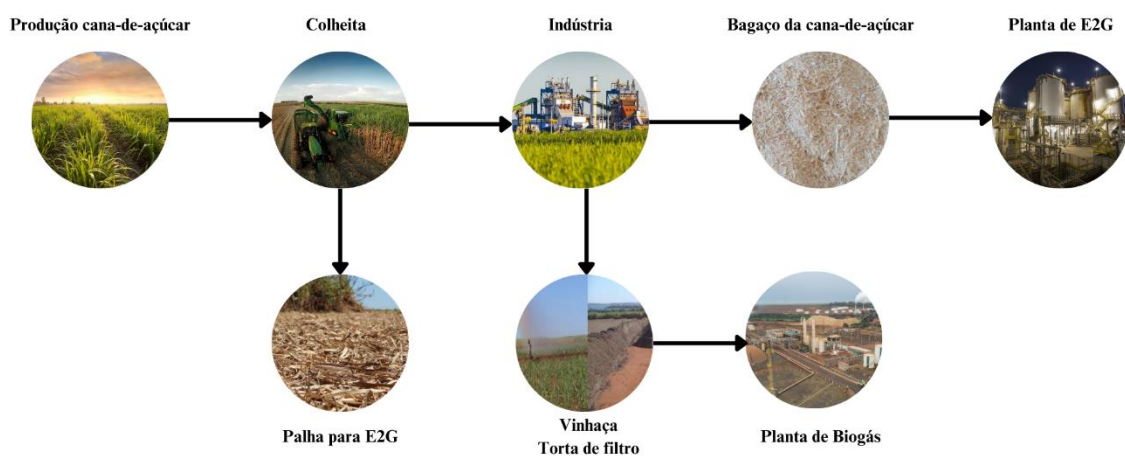
Figura 6: Representação gráfica dos processos da usina e dos resíduos



Fonte: Autoria própria (2023)

Na figura 6, é evidenciado o processo quando os resíduos ao final eram descartados, sem nenhum reaproveitamento.

Figura 7: Representação gráfica dos processos da usina e dos Bioparques



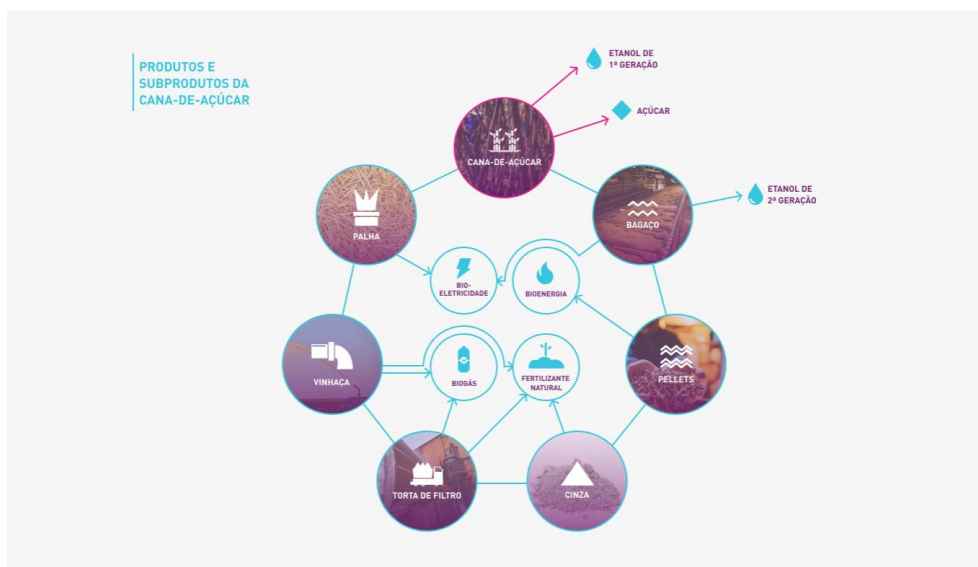
Fonte: Autoria própria (2023)

Por outro lado, a figura 7 reflete a realidade atual da empresa, na qual os resíduos são todos reutilizados nos bioparques.

Uma das principais estratégias é a exploração de todas as vertentes da cana-de-açúcar, para continuar investindo em produtos renováveis. Somado ao fato de o sistema possuir uma economia circular, todos os insumos e resíduos são aproveitados durante os processos para a geração de novas formas de energia, colaborando diretamente com o meio ambiente, fabricando menos resíduos industriais e produzindo produtos sustentáveis que auxiliam em uma matriz energética brasileira mais limpa. Com isso, a empresa entende que quanto maior a otimização dos recursos naturais, maior a eficiência dos seus processos. Portanto, sustentabilidade e inovação são princípios cada vez mais estimulados na concepção de economia circular, a qual agrupa reutilização, recuperação e reciclagem no sistema produtivo.

Partindo do princípio citado no parágrafo anterior, a figura 8 apresenta o ciclo da economia circular na empresa, onde é possível ver os resíduos gerados no processo produtivo e a maneira que tais resíduos podem ser reutilizados em outros processos.

Figura 8: Ciclo da Economia Circular na empresa



Fonte: Material Interno da Empresa (2022)

A inovação é essencial para os princípios da economia circular, e na organização pode ser observada através de: aplicação de vinhaça, que é resultante do processo de destilação da cana-de-açúcar; torta de filtro, resultante da filtração desse caldo; e a cinza, derivada da queima do bagaço. Aproximadamente 75% da matéria-prima é constituída por água, que é evaporada depois do ciclo da moagem e condensada para ser reutilizada na indústria. Outra aplicação para a vinhaça e a torta de filtro é na geração de energia nas plantas de biogás, tal como o bagaço da

cana que é reaproveitado para produção de energia elétrica nas usinas, tornando-as autossuficientes. Além disso, o uso do bagaço como insumo do E2G (Etanol de Segunda Geração) reduziu em 35% a pegada de carbono em relação ao etanol tradicional e aumentou em até 50% a produção sem expandir as áreas de plantio, tornando isso uma referência para a produção consciente e o uso responsáveis da terra.

Os processos da empresa buscam atingir um ideal de que, nada se perde, nada se cria e tudo se transforma, significando a base para a economia circular. Os subprodutos da produção de açúcar e etanol são aplicados para uma cadeia mais sustentável, capaz de produzir tanto eletricidade quanto biocombustíveis. O biogás vai contribuir para tornar a matriz energética brasileira ainda mais limpa, aumentando o potencial de energia elétrica em até 50% com a mesma área de cana-de-açúcar. A geração do biogás a partir de subprodutos agrícolas possui um enorme potencial, sendo uma fonte de energia elétrica renovável.

Para a empresa, é necessário que haja o entendimento do porque é tão importante aplicar a economia circular nas suas ações. A figura 9, mostra quais são os princípios fundamentais desse novo modelo econômico, no qual a organização se baseia para garantir que aplicar esse modelo em todos os seus procedimentos é uma alternativa viável.

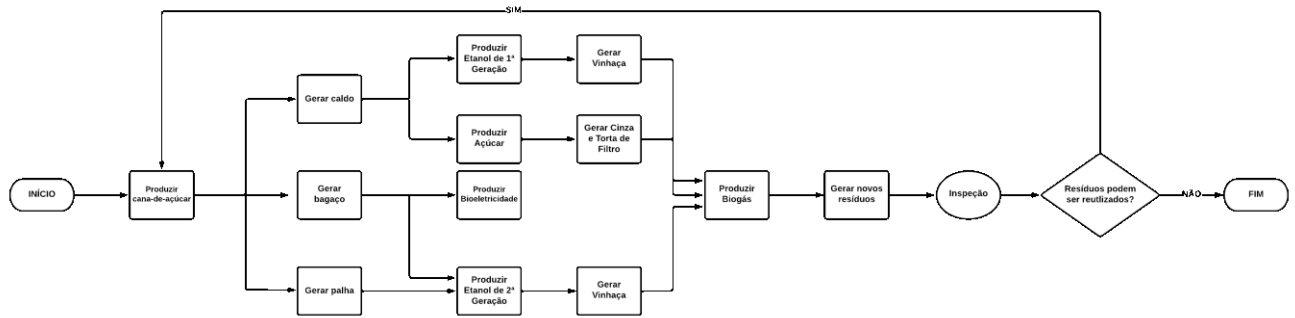
Figura 9: Princípios fundamentais da Economia Circular aplicados na empresa



Fonte: Material Interno da Empresa (2022)

Na figura 10, o conceito anteriormente citado, de que nada se perde, nada se cria e tudo se transforma, é demonstrado através do fluxograma atual da empresa, onde é possível observar claramente que o princípio da economia circular não está presente somente na teoria, mas também na prática das ações cotidianas.

Figura 10: Fluxograma atual da empresa



Fonte: Autoria própria (2023)

Na tabela 1, está sendo apresentado os rendimentos de todos os produtos, produtos esses já citados no fluxograma anterior. Já a tabela 2, nos apresenta que a quantidade de vinhaça gerada no etanol de primeira e segunda geração são diferentes, sendo o E2G menor, porém ambas são reutilizadas da mesma forma no processo do biogás. Após o processo do biogás, o volume da vinhaça permanece, todavia com a sua matéria orgânica reduzida, tal volume ainda pode ser reaproveitado no canavial.

Tabela 1: Rendimentos dos produtos

Produção	Rendimento
Etanol 1ª Geração	4 bilhões de litros
Açúcar	6 milhões de toneladas
Bioeletricidade	3,2 TWh
Etanol 2ª Geração	2 bilhões de litros
Biogás	1 bilhões de Nm ³

Fonte: Autoria própria (2023)

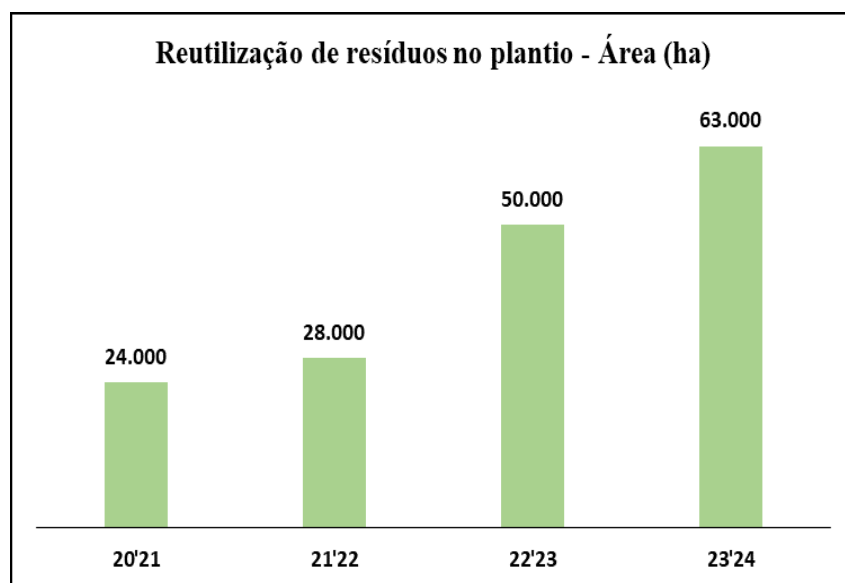
Tabela 2: Rendimentos da Vinhaça a partir dos processos de Etanol

Produção	Rendimento
Vinhaça a partir do E1G	50 bilhões de litros
Vinhaça a partir do E2G	30 bilhões de litros

Fonte: Autoria própria (2023)

Visto que os resíduos após o termino de todos os processos ficam viáveis para serem reutilizados no canavial, a figura 11 apresenta uma projeção da quantidade de áreas em hectares que podem ser reabastecidas com esses resíduos, considerando inclusive a safra atual.

Figura 11: Área de reutilização de resíduos

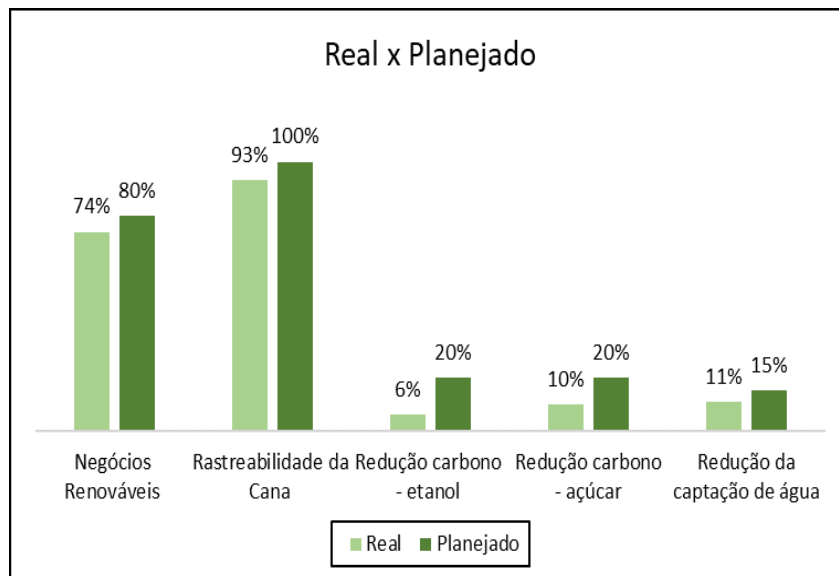


Fonte: Autoria própria (2023)

Atualmente, uma preocupação comum a todas as empresas são as questões envolvendo sustentabilidade. Sabe-se que existem diversas certificações sobre esse tema, que não é passageiro e sim um ponto que precisa constantemente ser revisado e aprimorado. A empresa estudada leva tal assunto com muita seriedade, possuindo diversas iniciativas e compromissos firmados publicamente, dentre eles a conscientização sobre as mudanças climáticas e os impactos ambientais. A pegada do carbono é um desses assuntos, levando-se em consideração que se atitudes não forem tomadas hoje no futuro as consequências poderão ser irreversíveis.

Visto que o estudo de caso é realizado em uma organização produtora de energia, é preciso que tenham metas e planos para contribuírem com uma matriz energética que seja cada vez mais limpa e renovável. Na figura 12, são apresentadas algumas ações que a empresa adota para combater os impactos ambientais.

Figura 12: Compromissos em relação aos impactos ambientais até 2030



Fonte: Autoria própria (2023)

Com base na figura apresentada anteriormente, é possível observar as metas estabelecidas pela organização até 2030 e suas porcentagens atuais. Para atingir esses objetivos algumas ações estão sendo realizadas, entre elas:

- Para alcançar 80% de negócios renováveis a empresa está implantando novas plantas solares e de E2G;
- Compartilhar tecnologias com seus fornecedores através de programas internos é uma estratégia para buscar 100% de rastreabilidade da cana;
- Eficiência e inovação durante os processos, promoção do E2G, reaproveitamento de resíduos e manejo integrado de pragas da cana, são iniciativas que visam a redução da pegada de carbono no açúcar e etanol;
- A fim de diminuir a captação de água em fontes externas, a empresa irá aumentar seu aproveitamento da água da cana a partir da irrigação com agricultura de precisão.

4.2.1. Etanol de Segunda Geração (E2G)

Conhecido também como bioetanol, etanol celulósico ou etanol verde, o E2G é um biocombustível desenvolvido de maneira inovadora através dos resíduos remanescentes do processo de fabricação do açúcar e do etanol tradicional, sendo apontado mundialmente como

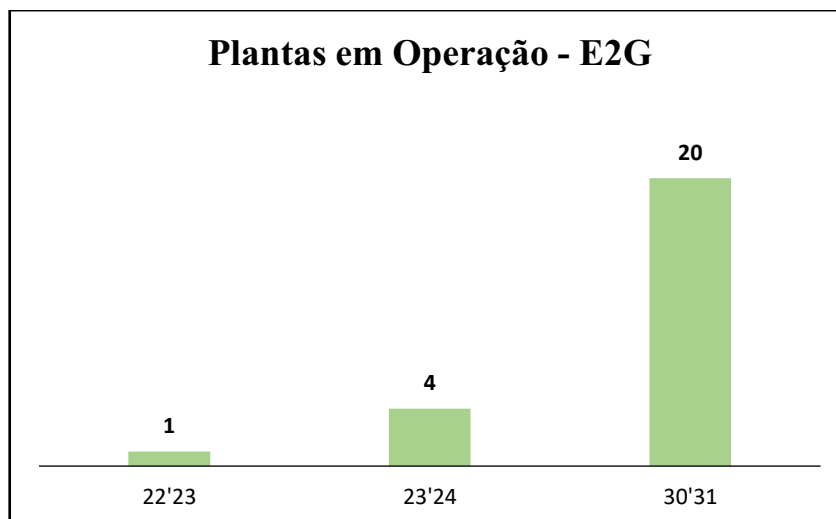
o combustível com a menor pegada de carbono. Além disso, sua matéria-prima possui impacto ambiental baixo e um ótimo ganho logístico, visto que ela seria eliminada.

O Etanol de Segunda Geração possui a mesma composição química do Etanol de Primeira Geração, devido a isso pode ser utilizado para os mesmos fins, porém seu diferencial está na sua fabricação. Enquanto o etanol comum é feito a partir da cana-de-açúcar, o E2G usa biomassa vegetal lignocelulósica, reutilizando resíduos vegetais, tais como o bagaço, palha, folha, cavaco e outros, obtidos através da produção do E1G e do açúcar. Os resíduos passam por um tratamento extremamente tecnológico de dupla fermentação e hidrólise, que possibilitam o acesso aos açúcares que permaneceram nas fibras.

Existem inúmeras vantagens sustentáveis na utilização desse etanol, podendo-se destacar:

- Aumento da produtividade: por apresentar o mesmo uso e composição do E1G, sua produtividade pode se tornar até 50% maior, sem que seja necessário aumentar suas áreas de plantio.
- Reaproveitamento de resíduos: para sua produção são utilizados o que sobrou dos processos do açúcar e do etanol tradicional, gerando um maior proveito da matéria-prima original, além de oferecer benefícios logísticos que favorecem a economia circular.
- Baixa pegada de carbono: o E2G em comparação ao etanol de primeira geração apresenta uma pegada de carbono 30% menor e quando comparado a outros combustíveis fósseis, gasolina, esse valor pode chegar a até 80%, sendo assim pode ser classificado como o combustível mais limpo, por projetar uma menor quantidade de CO₂ na atmosfera.

Figura 13: Estimativa de plantas de E2G para 2030



Fonte: Autoria própria (2023)

De acordo com a figura 13 apresentado anteriormente, é possível notar que está nos planos da empresa aumentar a quantidade de plantas de E2G, sendo o planejado estar operando 20 plantas em 2030. Atualmente, já existe uma planta em operação e mais três sendo construídas, cada uma com capacidade estimada de 82 milhões de litros, sendo que quando todas as plantas estiverem em funcionamento a empresa espera estar produzindo mais de 1,6 bilhões de litros anualmente nos parques de bioenergia, onde se utiliza a biomassa e a palha que são aproveitados do processo de etanol de primeira geração.

Portanto, o Etanol de Segunda Geração possui vasta capacidade competitiva, sendo capaz de impulsionar as exportações e não ser apenas uma saída para minimizar a quantidade de gasolina importada atualmente no país, além de incentivar aplicações na química renovável.

4.2.2. Biogás

O biogás possui um processo com um elevado grau de dificuldade, no qual através de biodigestores é realizada a transformação de matéria orgânica da vinhaça (água remanescente do processo de destilação, com 2% de carga orgânica, 3% de sais e 95% de água) e da torta de filtro (sedimentos da purificação da calda da cana, com 70% de água, 18% de matéria orgânica e 12% de outros sólidos) em CO₂ e gás metano. Essa combinação sofre um processo de dessulfurização, onde acontece a purificação do gás, para ser encaminhado ao motogeradores que são responsáveis por converter o biogás em energia elétrica.

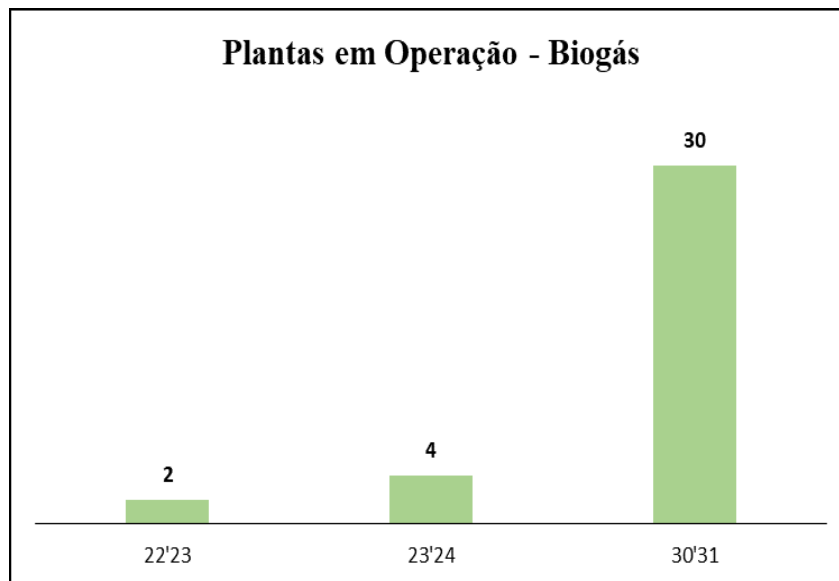
Assim que purificado, o biogás pode ser aplicado como diesel de automóveis, pois após esse processo ele passa a ser visto como um biometano, por dispor dos mesmos aspectos do gás natural (96,5% de metano). A produção de biogás é identificada como uma opção energeticamente eficiente e ambientalmente correta para a extração de matéria orgânica biodegradável, transformando-se em dois produtos significativos, que são: os fertilizantes e o biogás.

Dentre suas vantagens pode-se evidenciar:

- Incentivo a economia circular;
- Utilização de uma fonte de energia que seja limpa e renovável, que diminui os impactos ambientais;
- Apresenta baixa emissão de gases poluentes, sem a produção e o acúmulo de resíduos;
- Auxilia na minimização do volume de metano que é liberado na atmosfera, um dos contribuintes para o efeito estufa;
- Reutilização do lixo orgânico gerado em processos anteriores.

Tratando-se da planta de biogás, a figura 14 é uma projeção da empresa que para os próximos 7 anos deve-se ter pelo menos 39 módulos, que serão utilizados no ecossistema próprio e nas demandas de mercado, contribuindo para a descarbonização das suas cadeias. Cada módulo terá capacidade de produzir 16 milhões de Nm³/ano, tendo como principal objetivo a geração de uma energia limpa e renovável.

Figura 14: Estimativa de plantas de Biogás para 2030



Fonte: Autoria própria (2023)

Portanto, a partir da discussão do biogás é possível notar que é uma opção viável para as soluções envolvendo a economia circular da empresa, onde após o processo existe a possibilidade de reutilizar a torta de filtro, a vinhaça e também o enxofre, que é gerado nesse processo, para garantir a fertilidade dos canaviais.

5. CONCLUSÕES

Sendo assim, é possível concluir com o presente trabalho que a sustentabilidade é indispensável na maioria das grandes empresas e com isso a economia circular está se tornando cada vez mais presente. Na organização estudada, tal tema já possui grande notoriedade e está presente em inúmeras iniciativas, sendo os projetos do Biogás e do E2G os maiores atualmente, apesar desse trabalho não abordar a questão de retorno financeiro para a empresa, é possível notar a partir dos planos da mesma que esses projetos são viáveis economicamente, visto que ambos possuem grandes propostas de extensão para os anos a seguir.

Esses projetos já citados anteriormente são capazes de reutilizar quase 100% dos resíduos que a empresa produz, contribuindo diretamente para que as metas da organização sejam atingidas, sendo elas: aumentar os negócios renováveis, aumentar a rastreabilidade da cana, reduzir a pegada de carbono no processo de produção do açúcar e do etanol, e também reduzir a captação de água.

Por fim, pode-se afirmar que a inovação está estritamente relacionada para alcançar os objetivos listados da empresa. Quando se fala do novo modelo econômico, fala de uma

inovação, quando se fala dos projetos sustentáveis da empresa, fala em inovação na forma de produzir. Com isso, é necessário que a empresas invista em inovação, para estar sempre atualizada com as melhores maneiras de promover a sustentabilidade e a economia circular.

REFERÊNCIAS

ALLEN, A. **Economia Linear, Economia Circular e Blockchain**. 09 de julho de 2018. Disponível em: <<http://www.acriacao.com/economia-linear-economia-circular-e-blockchain/>>. Acesso em 13 de fev de 2023.

ÁREAS da Engenharia de Produção. **ABEPRO**, 2022. Disponível em:<<https://portal.abepro.org.br/profissao/>>. Acesso em: 25 de jun de 2022.

AZEVEDO, V. G. C.; LIMA, F. B.; VIANA, F. R. A. **Análise Comparativa Técnico Econômica Entre Empreendimentos Com Características Sustentáveis E Convencionais**. CONTECC:- Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 2015. 4p.

BATISTA, E.C.; MATOS, L.A.L.; NASCIMENTO, A.B. **A entrevista como técnica de investigação na pesquisa qualitativa**. Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, v. 11, n. 3, p. 23-38, 2017.

BEN. **Balço Energético Nacional 2017: Ano base 2016**. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2017.

BERARDI, P.; DIAS, J. M. **O mercado da economia circular**. GV-EXECUTIVO, v. 17, n. 5, p. 34-37, 2018.

CAMPOS, A. C. S.; ESTENDER, A.C.; MACEDO, D. **O Ambiente e a Sustentabilidade no Ramo Hoteleiro**. Revista de Administração do UNISAL, São Paulo, v. 5, n. 7, 2015.

COSTA, Mariana Pinto. Quais são os três pilares da sustentabilidade?. **BeeCircular**, 202. Disponível em:<<https://www.beecircular.org/post/pilares-da-sustentabilidade>>. Acesso em: 15 de fev de 2023.

DE CARVALHO, A. O.; CIRANI, C.B.S.; RIBEIRO, I. **Viabilidade econômica e sustentabilidade, relações antagônicas ou complementares?**, 2015.

CARVALHO, N. L. de. et al. **Desenvolvimento sustentável x desenvolvimento econômico**. Revista Monografias Ambientais, Santa Maria, v. 14, n. 3, 2015.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**. Brasília: Conab, 2022. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar/item/download/45671_7a038e9b1579f67261d6351884075e16>. Acesso em: 31 de março de 2023.

DA SILVA, G. A. et al. **Análise e comparação da aplicação das práticas sustentáveis nas produtoras e varejistas do ramo alimentício**. South American Development Society Journal, v. 5, n. 14, p. 130, 2019.

FIORI, F.C.; BEZERRA, C.A. **Relações entre Tipos de Bolsas e Número de Publicações de Bolsistas de Iniciação Científica em Ciências Sociais Aplicadas: Um Estudo na Universidade Federal do Paraná**. Revista Administração em Diálogo-RAD, v. 20, n. 1, p. 57-81, 2018.

FISCHER, A.; PASCUCCI, S. **Institutional incentives in circular economy transition: the case of material use in the Dutch textile industry**. Journal of Cleaner Production, v.155, Part 2, p.17-32, 2017.

GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. **A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems**. Journal of Cleaner Production. 2016.

GONZALES, K.G.; NEVES, T.G.; SANTOS, C.M. **Abordagens metodológicas de pesquisa: algumas notas**. Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas, v. 19, n. 2, p. 217-226, 2018.

HOLANDA, P. M. C.; RIBEIRO, J. R.; DE JESUS, M.C. **Estudo de caso: aplicabilidade em dissertações na área de ciência da informação.** Arquivos do CMD, v. 13, n. 2, p. 685-703, 2020.

HUSGAFVEL, R. et al. **Social sustainability performance indicators experiences from process industry.** Journal of Sustainable Engineering, v. 8, n. 1, p. 14-25, 2015.

IACOVIDOU, E. et al. **Metrics for optimizing the multidimensional value of resources recovered from waste in a circular economy: a critical review.** Journal of Cleaner Production, v.166, p.910-938, 2017.

KRIPKA, R.M.L.; SCHELLER, M.; BONOTTO, D.L. **Pesquisa documental na pesquisa qualitativa: conceitos e caracterização.** Revista de investigaciones UNAD, Bogotá, v. 14, n. 2, p. 55-73, 2015.

LACY, P.; RUTQVIST, J. **Waste to wealth: the circular economy advantage.** Accenture strategy. E-book. 2015.

MACEDO, M. A. et al. **Energia renovável e sustentabilidade: a utilização da energia solar e os seus impactos na gestão das organizações.** Revista Mundo Econômico, Maranhão, v.7, n.2, p.2-12, ago./dez. 2020. ISSN: 2595-4592. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20210725014036id_/http://imesc.ma.gov.br/src/upload/publicacoes/REVISTA_MUNDO_ECONOMICO_2020_v7_N2_4.pdf>. Acesso em: 31 de maio de 2022.

MARTINEZ, A. L.; RAMALHO, V. P. **Agressividade tributária e sustentabilidade empresarial no Brasil.** Revista Catarinense da Ciência Contábil, v. 16, n. 49, 2017.

MÜLLER, C. V.; SCHEFFER, A. B. B. **Por que adotar a perspectiva da sustentabilidade nos estudos de carreira? Ensaio teórico sobre os pilares e a importância da discussão.** Revista de Administração de Empresas, v. 62, 2022.

MUNCK, L.; BANSI, A. C.; GALLELI, B. **Sustentabilidade em contexto organizacional: Uma análise comparativa de modelos que propõem trajetórias para sua gestão.** Revista de Ciências da Administração, v. 18, n. 44, p. 91-110, 2016.

OLIVEIRA, L. L.; NEVES, G.G.; WAITMAN, P.L. **Estudo sobre cogeração de energia elétrica no setor sucroalcooleiro.** REGRAD-Revista Eletrônica de Graduação do UNIVEM- ISSN 1984-7866, v. 10, n. 01, p. 354-365, 2017.

PEREIRA, I. Z. et al. **Uma breve revisão sobre a indústria sucroalcooleira no brasil com enfoque no potencial de geração de energia.** Revista Brasileira de Energia, v. 25, n. 2, 2019.

POMPONI, F.; MONCASTER, A. **Circular economy for the built environment: A research framework.** Journal of cleaner production, v. 143, p. 710-718, 2017.

REIKE, D. et al. **Richting geven aan de circulaire economie.** Milieu/VVM, v. 7, p. 10-12, 2018.

ROSSI, E. et al. **Sustainable 3D Printing: Design Opportunities and Research Perspectives In: International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics.** Springer, Cham, 2019. p. 3-15.

SILVA, S. L. P. et al. **Metodologia científica.** 2016.

SILVA, E.R. et al. **Caracterização das pesquisas de teses em administração com abordagem qualitativa.** Revista de Administração de Roraima-RARR, v. 6, n. 1, p. 204-223, 2016.

SILVIUS, A. J. G. et al. **Sustainability in project management: A literature review and impact analysis** Delivered by Ingenta to: Guest User Delivered by Ingenta to: Guest User. Social Busniess, v.4, n.1, p.63-96, 2016.

TRANSFORMANDO Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. **Nações Unidas Brasil**, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel>. Acesso em: 15 de fev de 2023.

UNESCO. **Sustainable development knowledge platform**. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/>. Acesso em 19 de fev de 2023.

WELTER, C.V.N.; SAUSEN, J.O.; CAPPELLARI, G. **Capacidade inovativa como estratégia de mudança de posicionamento estratégico: um estudo de caso de uma empresa do ramo da refrigeração médica científica**. Revista Teoria e Evidência Econômica, v. 23, n. 49, 2017.