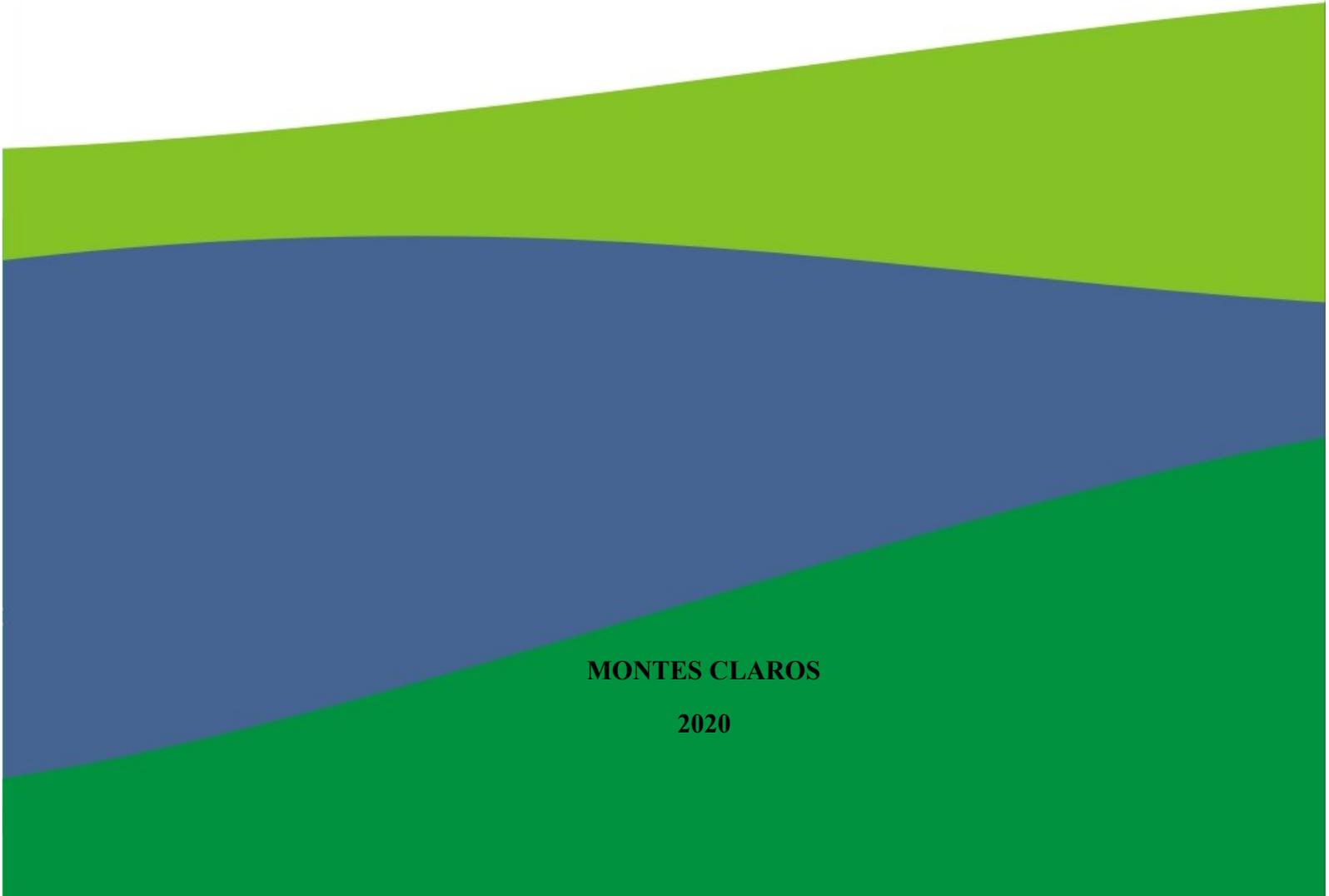


CECILIA VALLADARES MOREIRA

**ANÁLISE DA GESTÃO DE INDICADORES AMBIENTAIS DE UMA
EMPRESA DE PAPEL E CELULOSE, COM ÊNFASE EM CONSUMO DE ÁGUA E
GERAÇÃO DE EFLUENTES**



MONTES CLAROS

2020

Cecilia Valladares Moreira

**ANÁLISE DA GESTÃO DE INDICADORES AMBIENTAIS DE UMA
EMPRESA DE PAPEL E CELULOSE, COM ÊNFASE EM CONSUMO DE ÁGUA E
GERAÇÃO DE EFLUENTES**

Versão final

Monografia de especialização apresentada ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Recursos Hídricos e Ambientais.

Orientador: Stanley Schettino

MONTES CLAROS

2020

M835a
2020

Moreira, Cecilia Valladares
Análise da gestão de indicadores ambientais de uma empresa de papel e celulose, com ênfase em consumo de água e geração de efluentes / Cecilia Valladares Moreira. Montes Claros, 2020.
44 f. : il.

Monografia (especialização) - Área de concentração em Recursos Hídricos e Ambientais.

Orientador(a): Stanley Schettino.
Banca examinadora: Stanley Schettino, Júlia Ferreira da Silva, Dalton Rocha Pereira.

Inchi referências: f. 42-44.

1. Consumo de água. 2. Efluente -- Qualidade. 3. Papel. 4. Celulose. 5. Gestão Ambiental. I. Schettino, Stanley. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 628.1



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
ESPECIALIZAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS

ATA DE DEFESA DE TRABALHO FINAL DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

Aos vinte e oito dias do mês de julho do ano 2020, às 10h00min, a estudante **Cecília Valladares Moreira**, matrícula UFMG: 2016715140, defendeu o Trabalho Final de Curso de Especialização intitulado "Análise da gestão de indicadores ambientais de uma empresa de papel e celulose, com ênfase em consumo de água e geração de efluentes." tendo obtido a nota média 91 (noventa e um).

Participaram da banca examinadora os abaixo indicados, que, por nada mais terem a declarar, assinam eletronicamente a presente ata.

Montes Claros, 28 de julho de 2020.

Nota: 91 (noventa e um)

Orientador(a): Stanley Schettino

Nota: 90 (noventa)

Examinador(a): Dalton Rocha Pereira

Nota: 93 (noventa e três)

Examinador(a): Júlia Ferreira da Silva



Documento assinado eletronicamente por Stanley Schettino, Professor do Magistério Superior, em 28/07/2020, às 11:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por Dalton Rocha Pereira, Professor Ensino Básico Técnico Tecnológico, em 28/07/2020, às 11:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por Julia Ferreira da Silva, Subcoordenador(a), em 28/07/2020, às 21:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 0194033 e o código CRC 6153380F.

À minha mãe e meus amigos pelo incentivo e por compreensão nos momentos que estive ausente me dedicando a esse trabalho, o meu muito obrigada! Esse trabalho é dedicado a vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Stanley Schettino, por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa e ser tão disponível e muito esclarecedor em todos os momentos que precisei. Sua orientação nesse estudo de caso foi valiosa e enriquecedora e muito do que aprendi durante essa caminhada vou aplicar para a minha vida profissional.

A todos os meus professores do curso de Especialização em Recursos Hídricos e Ambientais pelos ensinamentos e bons debates ao longo do curso.

À minha mãe que sempre esteve ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória.

RESUMO

Por muitos anos as empresas não se preocupavam com as questões ambientais. Essa preocupação começou a ganhar destaque nos anos 90. As empresas começaram a implantar sistemas de gestão ambiental, avaliar seus processos e divulgar resultados ambientais por meio de relatórios. Um dos principais modelos de relatório é o *Global Reporting Initiative* (GRI). As principais empresas de Papel e Celulose adotam esse modelo e frequentemente o chamam de Relatório de Sustentabilidade. Através dos Relatórios de Sustentabilidade dos anos de 2014 a 2018, divulgados pela empresa Suzano Papel e Celulose, foi realizada a análise dos indicadores captação de água, geração de efluentes, consumo de energia, descarte de resíduos e emissão de gases de efeito estufa, a fim de avaliar se o sistema de gestão ambiental da empresa possui melhorias ou se é eficaz. Constatou-se que, em média, 77% da água captada pela Suzano Papel e Celulose, nos anos de 2014 a 2017, voltou aos rios como forma de efluente líquido. No ano de 2016, a porcentagem de retorno de água sob forma de efluente foi de 73%. A alta evaporação ou alguma alteração no processo poderia justificar esse resultado. Não foi constatada nenhuma relação entre alta evaporação e menor geração de efluente e, por isso, acredita-se que alguma alteração no processo interferiu para esse resultado. A empresa não aborda iniciativas de redução de geração de efluentes em seus relatórios, mas explora e divulga bastante, iniciativas que contribuem para redução da captação hídrica. A análise mais aprofundada em relação à redução na geração de efluentes poderia ser mais explorada pela empresa. O consumo energético também é um aspecto significativo do processo, no entanto, poucas iniciativas ambientais foram apresentadas nos Relatórios de Sustentabilidade da empresa. Na literatura foram encontradas muitas oportunidades de economia de energia que poderiam ser implantadas nas unidades de produção. A gestão de resíduos é um ponto de atenção, uma vez que os dados de resíduos não são padronizados, algumas informações incorretas foram encontradas e as explicações muitas vezes não estão condizentes com os números divulgados. A gestão das emissões diretas e indiretas de gases de efeito estufa é eficaz, porém, emissões feitas por terceiros são pouco analisadas pela empresa e não estão de acordo com as diretrizes da ABNT NBR ISO14001:2015. Como conclusão geral, é notório que a empresa Suzano Papel e Celulose possui um sistema de gestão ambiental bem implantado, mas a melhoria contínua dos processos deve ser mais bem considerada a fim de reduzir os impactos ambientais causados pelo processo.

Palavras chave: Consumo de Água; Geração de Efluente; Papel e Celulose; Gestão Ambiental.

ABSTRACT

For many years, companies were not concerned with environmental issues. This concern began to gain prominence in the 90s. Companies began to implement environmental management systems, to evaluate their processes and to disseminate environmental results through reports. One of the main reporting models is the Global Reporting Initiative (GRI). The main Pulp and Paper companies adopt this model and often call it Sustainability Report. Through the Sustainability Reports from 2014 to 2018, released by Suzano Papel e Celulose, the analysis of the indicators for water consumption, waste water generation, energy consumption, waste disposal and greenhouse gas emissions was carried out, in order to assess if the environmental management system is effective or has improvements. It was found that, on average, 77% from the water consumption by Suzano Papel e Celulose, in the years 2014 to 2017, returned to rivers as waste water. In 2016, the percentage of return of water as waste water was 73%. High evaporation or some change in the process could justify this result. No relationship was found between high evaporation and less waste water generation and, therefore, it is believed that some change in the process interfered in this result. The company does not address initiatives to reduce waste water generation in its reports, but explores and disseminates a number of initiatives that contribute to reducing water consumption. The more in-depth analysis in relation to the reduction in the generation of waste water could be further explored by the company. Energy consumption is also a significant aspect of the process, however, few environmental initiatives have been presented in the company's Sustainability Reports. In the literature, many energy saving opportunities were found that could be implemented in the production units. Waste management is a point of attention since the waste data are not standardized, some incorrect information was found and the explanations are often not consistent with the figures released. The management of direct and indirect emissions of greenhouse gases is effective, however, emissions made by third parties are little analyzed by the company and are not in accordance with the guidelines of ABNT NBR ISO14001: 2015. As a general conclusion, it is clear that the company Suzano Papel e Celulose has a well-implemented environmental management system, but the continuous improvement of processes must be better considered in order to reduce the environmental impacts caused by the process.

Keywords: Water consumption; Waste Water Generation; Paper and Pulp; Environment Management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1: Captação de água, em m ³ , entre os anos de 2014 e 2017	10
Gráfico 2: Consumo de energia, em 1000 GJ, entre os anos de 2014 e 2018.....	18
Gráfico 3: Descarte de resíduos não perigosos entre os anos de 2014 e 2018.....	20
Gráfico 4: Descarte de resíduos perigosos entre os anos de 2014 e 2018	21
Gráfico 5: Emissão de gases efeito estufa, de forma direta, entre os anos de 2014 e 2018....	25
Gráfico 6: Produção total de papel e celulose, entre os anos de 2014 e 2018.....	25
Gráfico 7: Emissão de gases efeito estufa de forma indireta entre os anos de 2014 e 2018...	27
Gráfico 8: Produção total de papel e celulose, entre os anos de 2014 e 2018.....	27
Gráfico 9: Emissão de gases efeito estufa, por terceiros, entre os anos de 2014 e 2018.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Resultados de produção de papel e celulose.....	10
Tabela 2- Porcentagem de água que retornou à origem sob forma de efluente líquido.....	11
Tabela 3- Comparação da evaporação pelo evaporímetro de piche no ano de 2015 a 2017 para as unidades Suzano e Rio Verde.....	12
Tabela 4- Comparação da evaporação pelo evaporímetro de piche no ano de 2015 a 2017 para a unidade Limeira	13
Tabela 5- Comparação da evaporação pelo evaporímetro de piche no ano de 2015 a 2017 para a unidade Imperatriz	14
Tabela 6- Comparação da temperatura de 2015 e 2016 para a unidade Mucuri	15
Tabela 7– Metas e consumo de água em 2018, por unidade de produção	16
Tabela 8– Porcentagem de consumo energético no processo de produção de Papel e Celulos	19
Tabela 9– Destinação de resíduos, em toneladas, nos anos de 2013 a 2015.....	21
Tabela 10– Tipo de Destinação de resíduos, em toneladas, nos anos de 2015 e 2016.....	22
Tabela 11– Relação entre porcentagem de geração de resíduos e produção.....	23
Tabela 12 – Volume de produção de Papel e Celulose, em mil toneladas, nos anos de 2014 e 2018.....	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DBO - Demanda bioquímica de oxigênio

DQO - Demanda química de oxigênio

ETE - Estação de Tratamento de Efluentes

GEE - Gases de efeito estufa

GRI - Global Reporting Initiative

IBÁ - Indústria Brasileira de Árvores

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

MDL - Mecanismo de Desenvolvimento limpo

SGA - Sistema de Gestão Ambiental

SST - sólidos suspensos totais

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	1
2.REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1.Indústria de Papel e Celulose.....	3
2.2.Legislação Ambiental.....	4
2.3.Sistema de Gestão Ambiental.....	5
2.4.Indicadores ambientais.....	5
3.MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3.1.Descrição da empresa.....	8
3.2.Avaliação dos dados.....	8
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
4.1.Captação de água e geração de efluentes	10
4.2.Consumo de energia.....	18
4.3.Descarte de resíduos.....	20
4.4.Emissão de gases de efeito estufa	24
4.4.1.Emissão de gases de efeito estufa de forma direta.....	24
4.4.2.Emissão de gases de efeito estufa de forma indireta.....	26
4.4.3.Emissão de gases de efeito estufa por terceiros	29
5.CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS	32

1. INTRODUÇÃO

Durante muitos anos a preocupação das empresas era apenas a geração de lucros e os impactos de suas atividades sobre o meio ambiente não eram levados em consideração. No Brasil, desde o início da industrialização, no final do século XIX, até o início dos anos 90, as empresas priorizavam o crescimento econômico em detrimento das questões sociais e ambientais. No entanto, após esse período, as empresas se conscientizaram que os impactos causados ao meio ambiente refletem no seu mercado de atuação e na imagem da organização perante a opinião pública. Diante disso, as companhias passaram a incorporar a questão ambiental nos seus relatórios, investir em procedimentos que reduzam os impactos e adotar sistemas de gestão ambiental.

A gestão ambiental nada mais é do que a avaliação do processo ou serviço sob a ótica ambiental, isto é, a análise da inter-relação entre o meio ambiente e os processos da organização. Ao estudar essa inter-relação é necessário que haja métodos padronizados e confiáveis que quantifiquem com clareza o impacto do processo ou serviço para o meio ambiente. Esses métodos também podem ser chamados de parâmetros ambientais ou indicadores ambientais. Esses indicadores ambientais podem demonstrar, após uma análise, se o processo ambiental possui melhorias ou se está de acordo com o que foi definido pela organização. Os indicadores ambientais são comumente usados nas empresas e muitos deles são controlados por legislações ambientais ou acordos globais, como é o caso de lançamento de efluentes em corpos hídricos e emissões de gases efeito estufa, por exemplo.

Um modelo de relatório de divulgação dos resultados ambientais, muito utilizado pela maioria das empresas no mundo é o da GRI (*Global Reporting Initiative*). No ano de 2018, a adesão ao modelo GRI foi de mais de 1.000 organizações entre 79 países. No Brasil, 77 empresas aderiram a esse modelo de apresentação de resultados sendo que 3 dessas empresas são produtoras de Papel e Celulose. São elas: Celulose Irani, Eldorado Brasil Celulose e Suzano Papel e Celulose (GLOBAL..., 2020).

É sabido que o processo de produção de celulose e papel é considerado de alto impacto ambiental visto que há alto consumo de água com conseqüente geração de efluentes. Além disso, outros aspectos também são mapeados como significativos para o processo, tais como: consumo energético, geração de resíduos e emissão de gases de efeito estufa. Por serem relevantes para a opinião pública, os resultados desses indicadores ambientais são divulgados anualmente pelas empresas de papel e celulose.

O objetivo desse trabalho foi analisar a evolução dos indicadores ambientais apresentados nos relatórios divulgados pela empresa Suzano Papel e Celulose, entre os anos de 2014 e 2018, a fim de avaliar a eficiência do sistema de gestão ambiental do Grupo Suzano, considerando suas iniciativas ambientais apresentadas. Nessa análise, uma abordagem mais aprofundada será realizada nos indicadores captação de água e descarte de efluentes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Indústria de Papel e Celulose

As indústrias de celulose e papel são responsáveis por 35% do consumo de madeira de reflorestamento no Brasil, sendo o país muito competitivo no mercado mundial de celulose visto que apresenta uma combinação edafoclimática diferenciada e única, levando a uma elevada produtividade em suas plantações florestais (MATHIAS, 2019). Em 2018, o Brasil foi o segundo maior produtor de celulose e oitavo maior produtor mundial de papel (IBÁ, 2019).

Segundo Mathias (2019), no Brasil, mais de 98% da celulose é oriunda de dois tipos de madeira: o eucalipto e o pinus, sendo o eucalipto a maior fonte entre eles. O eucalipto fornece celulose de fibra curta, adequada para alguns tipos de papéis, como os de imprimir e escrever. Já o pinus fornece celulose de fibra longa, que é mais resistente e adequada para outros tipos de papel, como o papel para embalagens.

O processo de fabricação de celulose mais utilizado no Brasil e no mundo é o Kraft, que produz fibras de alta qualidade para vários tipos de papel (MATHIAS, 2019). Esse processo é dominante na produção de celulose por ser um processo com cozimento contínuo (CORREIA, 2010). Além disso, uma vantagem do processo Kraft consiste em sua capacidade de ter mínimas perdas químicas e máxima eficiência energética. Cerca de 96 a 97% dos reagentes químicos utilizados na polpação são recuperados (FOELKEL, 2009). O processo Kraft de produção da celulose é baseado na transformação da madeira em material fibroso (pasta, polpa ou celulose industrial), incluindo as seguintes etapas: Descascamento, Picagem, Classificação, Cozimento, Depuração, Branqueamento e Recuperação do licor (CASTRO, 2009).

O setor de papel e celulose é considerado de alto impacto ambiental (BRASIL, 2000) dado que seu processo operacional tem uma estreita relação com o meio socioambiental, especialmente, com o ambiental. (RIBEIRO *et al*, 2009). Indústrias desse setor são de grande potencial poluidor devido à presença de vários compostos como a celulose e lignina, e outros persistentes e recalcitrantes, além do alto consumo de matérias-primas. Segundo Mathias (2019), nos últimos anos, as indústrias de papel e celulose estão enfrentando desafios tais como disponibilidade de água bruta e limitações na descarga de águas residuais. Em fábricas modernas, o consumo típico de água é de 10 a 50 m³ por tonelada seca ao ar (tsa) de polpa celulósica produzida. O autor reforça que o consumo de água das indústrias de papel e celulose foi reduzido, em média, 4% ao ano no período de 1970 a 2015. O processo de armazenamento

permite o reuso da água por cinco ciclos e, após o tratamento de efluentes, pode ser lançado de volta aos recursos hídricos. No entanto, no processo de produção 19,7% da água captada é evaporada e 0,3% permanecem contidos na celulose, enquanto 80% retornam à sua origem (IBA, 2017).

O volume de efluente gerado é de aproximadamente 80% do volume de água consumido, sendo em torno de 8 a 40 m³ por tsa (DHAKHWA *et al.*, 2012; TOCZYŁOWSKA-MAMIŃSKA, 2017). Os principais parâmetros para caracterização do efluente e indústrias de celulose do tipo kraft são o pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), cor, sólidos suspensos totais (SST) e compostos halogenados orgânicos adsorvíveis (AOX) (POKHREL; VIRARAGHAVAN, 2004). Segundo Thompson *et al.* (2001), a maioria das plantas de tratamento de efluentes líquidos encontradas nas indústrias de papel e celulose é composta de um tratamento primário (sedimentação ou flotação) seguido por um tratamento secundário, geralmente processos biológicos (aeróbio ou anaeróbio). Processos terciários são necessários quando os demais métodos não foram capazes de eliminar todos os contaminantes presentes, de acordo com a legislação ambiental.

2.2. Legislação Ambiental

Além de avaliar os parâmetros consumo de água e energia, as empresas de papel e celulose começaram, entre as décadas de 80 e 90, a adotar iniciativas de forma a diminuir o impacto ambiental já que, segundo Macêdo (2000), a legislação ambiental ficou cada vez mais rígida e o custo às empresas que impactam o meio ambiente se tornou muito elevado. Além disso, o autor reforça que houve um aumento na sensibilização dos consumidores por adquirirem produtos e serviços que levem em consideração a preservação ambiental. Com a publicação do Decreto-Lei 1.413/1975, que dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais, e a Lei 6.803/1980, que prevê diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, deu-se início ao debate das questões ambientais. Porém, foi somente com a Lei 6.938/1981, que disciplina a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e institui o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), que o Brasil adotou uma legislação relevante, que repercutiu efetivamente nos ambientes organizacionais. A Lei 6938/1980 é tida como um divisor de águas no processo de sensibilização ambiental pois deixa claro que mesmo que as organizações estejam atendendo aos limites máximos de poluição legalmente impostos pode, ainda assim, serem imputadas por danos residuais causados (ROCHA e MARÇANEIRO, 2014).

Oito anos após a Política Nacional do Meio Ambiente ser sancionada, a Constituição Federal foi promulgada. Ela dedica um capítulo ao meio ambiente, estabelecendo que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo ao Poder Público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988). Por fim, em 1998 foi publicada a Lei 9.605/1998, que estabelece sanções aplicáveis às atividades lesivas ao meio ambiente de forma que responsabiliza criminalmente do poluidor, inclusive pessoa jurídica. Dessa forma, as organizações começaram a incorporar as questões ambientais em seus negócios implantando sistemas de gestão ambiental.

2.3. Sistema de Gestão Ambiental

Um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é definido como o conjunto de procedimentos que irão ajudar a organização a entender, controlar e diminuir os impactos ambientais de suas atividades, produtos e/ou serviços. A implantação de um SGA permite à empresa controlar os parâmetros ambientais de todo o seu processo de produção como também dos resíduos líquidos, sólidos e gasosos gerados. Isso faz com que a empresa comece a operar da forma mais sustentável possível (MAZZER; CAVALCANTI, 2004). Um sistema eficaz é baseado no cumprimento da legislação ambiental vigente e na melhoria contínua do desempenho ambiental (SENAI..., 2020). O SGA pode possibilitar às organizações melhor condição de gerenciamento de seus aspectos e impactos ambientais, além de interagir na mudança de atitudes e de cultura da empresa. Pode, também, alavancar os resultados financeiros, uma vez que atua na melhoria contínua de processos e serviços (NASCIMENTO, 2012).

O SGA representa um ciclo contínuo de planejamento, implementação, revisão e melhoria das ações. Para avaliar o desempenho ambiental, é necessário que a organização faça a avaliação dos processos através de monitoramento e medição dos indicadores ambientais, que demonstram se a meta está sendo alcançada e o processo está estável (ANDREOLI, 2001).

2.4. Indicadores ambientais

Os indicadores ambientais são dados ambientais que permitem realizar comparação entre dados anteriores relacionados a um determinado processo, a fim de mensurar a eficácia do sistema de gestão ambiental e o impacto ambiental. O conjunto de indicadores ambientais servirá para propiciar melhor aproveitamento dos recursos naturais e para indicação de medidas preventivas de degradação ambiental e consequentes prejuízos econômicos para a sua

reparação. (MATTAR-NETO et al., 2009). Conforme Vieira (2009) informa, o uso de indicadores ambientais é importante para gestores na tomada de decisão relacionada ao negócio.

Para se chegar a um indicador capaz de mensurar processos, é necessário estabelecer um conjunto de critérios objetivos e verificáveis. As propriedades que devem caracterizar os indicadores, segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e (ALMEIDA; BRITO, 2002), são:

- relevância: deve ser representativo, de fácil compreensão e comparável;
- consistência: deve ser bem apoiado em termos técnicos e científicos e de consenso internacional;
- mensurabilidade: deve ser facilmente mensurável e passível de monitoramento regular a um custo não excessivo.

Os indicadores ambientais adotados pelas empresas de Papel e Celulose muitas vezes seguem o padrão Global Reporting Initiative. O uso de diretrizes e os indicadores do GRI faz com que haja, para a empresa e para a comunidade, a possibilidade de comparar dados, avaliar a periodicidade de análise e garantir a credibilidade e legitimidade da informação na comunicação do desempenho social, ambiental e econômico das organizações através de relatórios padronizados (LEITE FILHO; PRATES; GUIMARÃES, 2009). Indicadores ambientais padronizados pelo padrão GRI são:

- Materiais
- Energia
- Água
- Aspecto: Biodiversidade
- Emissões, Efluentes e Resíduos
- Produtos e Serviços
- Conformidade
- Transporte
- Geral

Cabe a cada empresa, determinar quais indicadores ambientais serão avaliados e divulgados, uma vez que não há obrigatoriedade de monitoramento de todos os indicadores. Em estudo realizado por Gasparino e Ribeiro (2007), verificou-se que empresas americanas de

Papel e Celulose apresentavam, em seus relatórios, maior número de indicadores e elementos GRI do que empresas brasileiras do mesmo setor.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição da empresa

O presente trabalho foi realizado a partir de dados divulgados no relatório anual do Grupo Suzano. A Suzano Papel e Celulose se autodefine como uma empresa de base florestal dedicada aos segmentos de celulose, papel e biotecnologia e é controlada pela Suzano Holding S.A.

Com mais de 90 anos de atuação, a Suzano Papel e Celulose é uma empresa privada brasileira, com forte participação nos segmentos de celulose de eucalipto. A empresa possui escritórios administrativos em Salvador (BA) e em São Paulo (SP), três fábricas integradas de celulose e papel sendo a Unidade Suzano e Unidade Limeira, no Estado de São Paulo e a Unidade Mucuri, na Bahia. Além disso, há uma fábrica de papel não integrada, conhecida como Unidade Rio Verde, em São Paulo e uma fábrica de produção de celulose, a Unidade Imperatriz, no estado do Maranhão.

A empresa divulga, em seu site institucional, que sua estratégia ambiental é “trabalhar para controlar e diminuir os impactos negativos de nossa atividade, e ampliar os positivos, de ponta a ponta: no campo, na indústria e nos processos de nossos parceiros” (SUZANO, 2018)

Além disso, a empresa deixa claro que planta e preserva árvores nativas em mais de 35% das áreas da empresa, conservando a biodiversidade, o solo e os rios. O manejo é efetuado de forma consciente e controlada e tem os seguintes resultados:

- Zero desmatamento;
- Conservação do solo e da água;
- Restauração de vegetação em áreas alteradas;
- Manejo integrado de pragas e otimização no uso de fertilizantes;
- Uso de subprodutos do processo industrial para fertilizar o solo.

O Grupo Suzano, desde 2010 divulga seus relatórios de sustentabilidade à comunidade, contendo informações de indicadores ambientais.

3.2. Avaliação dos dados

Os dados avaliados nesse estudo foram extraídos dos relatórios de sustentabilidade dos anos de 2014 a 2018 da empresa Suzano Papel e Celulose. O relatório de sustentabilidade da

empresa segue o padrão Global Reporting Initiative e os indicadores ambientais avaliados no presente estudo foram:

- Captação de água
- Vazão de efluentes líquidos
- Consumo de energia
- Descarte de resíduo não perigoso e perigosos
- Emissão de gases efeito estufa

Este estudo ocorreu em duas etapas: na primeira, foi realizada uma consolidação dos dados apresentados para cada indicador e foram realizadas avaliações desempenho e evolução, de cada indicador, através de gráficos.

Na segunda etapa, foi analisado, em cada relatório de sustentabilidade, se haviam explicações ou demonstrações de ações que justificassem os resultados avaliados, bem como uma análise sob a ótica da gestão ambiental, visando quantificar os possíveis ganhos oriundos das ações implementadas pela organização. Vale ressaltar que, ao analisar dados de consumo de água e geração de efluentes, não foi possível fazer uma avaliação aprofundada apenas com explicações presentes nos relatórios de sustentabilidade. Dessa forma, foram coletados, no site do INMET, os dados de temperatura e evaporação para realizar uma comparação entre consumo hídrico e geração de efluentes que poderiam ser afetados por temperatura e taxa de evaporação. Os dados de temperatura e evaporação foram coletados para todas as unidades, considerando a estação meteorológica mais próxima em cada uma delas. Para as unidades de Suzano e Rio Verde (SP) considerou-se os dados da estação meteorológica São Paulo (Mirante de Santana). Já para a unidade de Limeira-SP a estação meteorológica considerada foi a de São Carlos-SP. Para a unidade de Imperatriz-MA, os dados meteorológicos foram coletados da estação meteorológica da cidade e, para Mucuri-MA, os dados foram oriundos da estação meteorológica de Caravelas-MA.

Todos os relatórios podem ser encontrados no website da empresa, visto que são de domínio público. É importante ressaltar que todos os dados apresentados nesse estudo dizem respeito apenas à empresa Suzano Papel e Celulose. A partir de 16 de março de 2018, a Suzano Papel e Celulose e a Fíbria se fundiram formando a Suzano S.A., porém, os dados históricos apresentados nesse trabalho dizem respeito apenas às atividades da primeira empresa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os indicadores ambientais reportados pela empresa Suzano Papel e Celulose foram consolidados e o desempenho desses indicadores foram analisados. Além disso, a produção de papel e celulose (TABELA 1) em cada ano foi levada em consideração para realizar análise de desempenho versus produção. A partir das análises de desempenho e iniciativas divulgadas pela empresa, foi possível realizar discussões a respeito dos indicadores: captação de água, vazão de efluentes líquidos, consumo de energia, descarte de resíduo perigoso e não perigosos e emissão de gases efeito estufa.

Tabela 1- Resultados de produção de papel e celulose

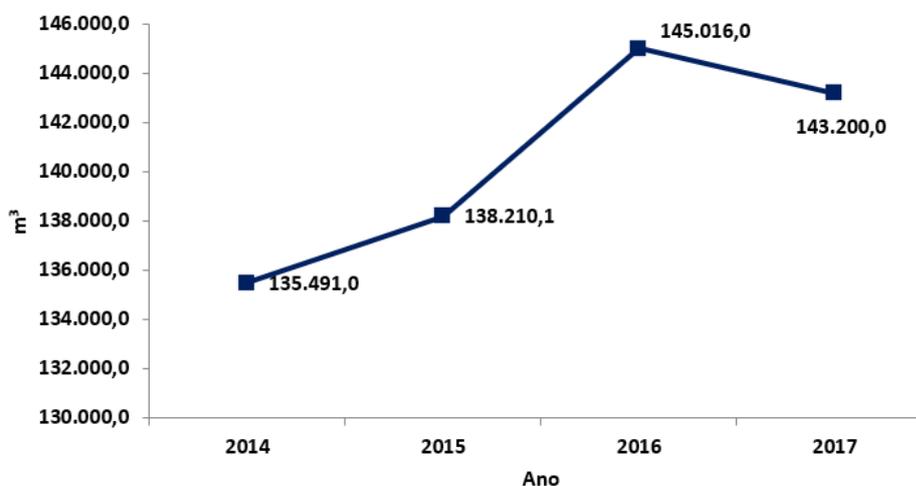
INDICADOR	Unidade de medida	2014	2015	2016	2017	2018
Produção de celulose	mil ton	2.982,0	3.373,0	3.473,0	3.540,0	3.500,0
Produção de papel	mil ton	1.301,0	1.209,0	1.182,0	1.157,0	1.295,0
Total de produção (celulose e papel)	mil ton	4.283,0	4.582,0	4.655,0	4.697,0	4.795,0

Fonte: Suzano website, disponível em: <https://ri.suzano.com.br/Portuguese/informacoes-aos-investidores/central-de-downloads/default.aspx>

4.1. Captação de água e geração de efluentes

A captação de água na empresa, entre os anos de 2014 a 2017 foi apresentada considerando o volume, em m³ (GRÁFICO 1). Os dados de 2018 não foram apresentados devido à mudança na métrica de avaliação por parte da organização.

Gráfico 1: Captação de água, em m³, entre os anos de 2014 e 2017



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados divulgados pela empresa Suzano Papel e Celulose

Avaliando o desempenho anual em m³, pode-se constatar que houve um aumento de 5,6% na captação de água entre os anos de 2014 e 2017 enquanto a produção de papel e celulose aumentou em 9,6% nesse mesmo período. Mesmo a água sendo um consumo essencial e indispensável para produção de papel e celulose, o consumo de água foi inferior à produção. A avaliação da captação de água em comparação com o volume de efluente gerado é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2- Porcentagem de água que retornou à origem sob forma de efluente líquido

	2014	2015	2016	2017	2018
Porcentagem geração de efluentes líquidos por água captada	78%	77%	73%	78%	*1

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados divulgados pela empresa Suzano Papel e Celulose

*1: Sem dados devido à mudança de métrica para avaliação de captação de água

Pode-se inferir que o ciclo hídrico do processo, ou seja, a quantidade de água captada versus a quantidade de efluente gerado esteja estável, visto que, avaliando todos os anos, uma média de 77% de água voltou aos rios como forma de efluente líquido. Esses valores informados são bem próximos aos 80% que a Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ) divulgou, em seu relatório de 2017, a respeito da porcentagem média de retorno da água em indústrias de papel e celulose.

Pode-se perceber que o ano de 2016 teve a menor relação entre efluente líquido versus água captada. Mesmo sendo o ano em que mais houve o uso de água, a geração de efluentes foi menor e, portanto, a porcentagem entre efluente gerado versus água captada foi mais baixa. Dessa forma, pode-se inferir que houve alguma interferência no processo de produção de papel e celulose nesse ano, que acarretou uma baixa geração de efluentes mesmo havendo o aumento de água captada. As interferências no processo que possam justificar esse resultado são: maior evaporação ou alteração no processo produtivo.

Avaliando os dados de temperatura e evaporação, divulgados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pode-se avaliar se a alta temperatura e alta evaporação foram os fatores contribuintes para que tenha havido menor geração de efluentes em 2016.

Tabela 3- Comparação da evaporação pelo evaporímetro de piche no ano de 2015 a 2017 para as unidades Suzano e Rio Verde

Meses	2015	2016	2017	Ano que teve maior evaporação
janeiro	111.9	110.9	105.8	2015
fevereiro	101.4	123.2	134.2	2017
março	92.6	104.5	113.2	2017
abril	94.3	147.9	91.5	2016
maio	86.3	85.5	89.4	2017
junho	94	65.1	97.7	2017
julho	98.4	138.1	110.6	2016
agosto	137.8	119.3	110.4	2015
setembro	130.5	104.6	204.8	2017
outubro	127.2	120.6	133.4	2017
novembro	73.3	119.6	135.2	2017
dezembro	116	163.1	137.3	2016

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados divulgados pelo INMET

O ano de 2016 na unidade Suzano e Rio Verde teve maior evaporação nos meses de abril, julho e dezembro (TABELA 3). Apenas três meses do ano não são significativos para que a água evaporada reduza significativamente a quantidade de efluente gerado. Dessa forma, pode-se concluir que, nessas unidades, a evaporação não foi o fator determinante para que houvesse a redução de efluentes e conseqüentemente a redução da porcentagem de água que voltou à origem.

Tabela 4- Comparação da evaporação pelo evaporímetro de piche no ano de 2015 a 2017 para a unidade Limeira

Meses	2015	2016	2017	Ano que teve maior evaporação
janeiro	118,5	69,7	n.d	2015
fevereiro	68,9	77,8	n.d.	2016
março	62,7	n.d.	n.d.	2015
abril	78	92,6	59,8	2016
maio	69,5	56,4	55,5	2015
junho	78,3	53,6	82,8	2017
julho	90,5	94,6	n.d.	2016
agosto	141	110,3	n.d.	2015
setembro	141,5	108,8	165,4	2017
outubro	156,3	79,7	110,3	2015
novembro	71,2	71,4	84,4	2017
dezembro	83,7	94,8	n.d.	2016

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados divulgados pelo INMET
n.d.: dado não divulgado.

Já na unidade de Limeira, quatro meses do ano de 2016 tiveram a maior taxa de evaporação (TABELA 4). É importante dizer que, por 6 meses, não foram divulgados dados no ano de 2017 e, portanto, nesse caso, comparou-se apenas os anos que possuíam informações de evaporação. Assim como as unidades de Suzano e Rio Verde, os dados da unidade de Limeira não sugerem relação entre alta evaporação e baixa geração de efluentes.

Em Imperatriz, pode-se refutar a teoria de que a alta evaporação teve relação direta entre a baixa geração de efluentes no ano de 2016, visto que apenas quatro meses do ano tiveram a maior evaporação em relação aos anos comparados (TABELA 5).

Tabela 5- Comparação da evaporação pelo evaporímetro de piche no ano de 2015 a 2017 para a unidade Imperatriz

Meses	2015	2016	2017	Ano que teve maior evaporação
janeiro	116.4	64.2	n.d.	2016
fevereiro	126.2	90.6	n.d.	2016
março	96.3	64.6	44.7	2015
abril	83.8	95.6	40.4	2016
maio	114.2	71	75	2015
junho	156.9	101	72.7	2015
julho	190.3	n.d.	n.d.	2015
agosto	214.9	129.3	n.d.	2016
setembro	211.6	98.2	162.3	2015
outubro	230	76.4	153.5	2015
novembro	152.9	72.5	65.5	2015
dezembro	110.1	n.d.	54	2017

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados divulgados pelo INMET
n.d.: dado não divulgado.

Não havia dados de evaporação piche para a Unidade Mucuri. Portanto os dados avaliados são de temperatura média mensal, uma vez que há comprovados estudos entre a relação direta de temperatura e evaporação. Cabe ressaltar que a estação meteorológica avaliou dados de temperatura apenas até agosto de 2016 e, portanto, esses foram os dados considerados (TABELA 6).

Nessa unidade a teoria de que a evaporação pode ter sido contribuinte para redução de geração de efluentes também é refutada também, visto que as temperaturas mais altas ocorreram apenas em dois dos seis meses avaliados.

Tabela 6- Comparação da temperatura de 2015 e 2016 para a unidade Mucuri

Meses	2015	2016	Ano com menor temperatura
janeiro	26,5	26,9	2016
fevereiro	27,2	27,6	2016
março	26,8	27,7	2016
abril	26,0	26,9	2016
maio	24,6	24,7	2016
junho	23,8	23,2	2016
julho	23,0	23,1	2016
agosto	22,9	n.d.	*1
setembro	24,9	n.d.	*1
outubro	25,7	n.d.	*1
novembro	26,8	n.d.	*1
dezembro	27,3	n.d.	*1

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados divulgados pelo INMET

Nota*1: Ausência de dado

Como demonstrado por todas as análises realizadas, a alta evaporação não foi o fator determinante para justificar a baixa geração de efluentes que retornaram aos corpos d'água no ano de 2016. Por isso, alterações no processo devem ser a justificativa para que a geração de efluentes tenha ficado estável mesmo com o aumento da captação de água. No entanto, a empresa não informa em seu relatório anual, se houve alguma alteração. A Suzano Papel e Celulose destaca apenas iniciativas que podem ter contribuído para redução na captação de água.

Uma das iniciativas divulgadas em 2015, e que, segundo a empresa, teve expressiva redução no consumo hídrico das unidades de Mucuri, Imperatriz e Limeira foi o Programa de Eficiência Operacional, que teve como objetivo buscar e implementar tecnologias que ampliassem a eficiência das operações. Conforme apresentado no relatório anual de 2015, o desafio da empresa em relação à água, era a continuidade desse processo de automação e do desenvolvimento tecnológico das operações florestais, ampliando a automação para a irrigação, de forma a reduzir o consumo de água e assegurar o suprimento adequado do recurso para os plantios florestais. Esse desafio foi cumprido e implantado em 2016, com o início da mecanização da irrigação pós-plantio com equipamento piloto automatizado, permitindo o

ganho de produtividade da operação em campo e reduzindo o uso de água. Com essa implantação, houve redução de 31% do consumo hídrico bruto nas unidades florestais. Além disso, foi implementado um rígido monitoramento do consumo de água nas Unidades Mucuri e Suzano, que causou a redução de 5 e 10% no consumo de água, respectivamente, entre 2013 e 2016. Já em 2017, foram implementados processos de reutilização de água que auxiliaram na diminuição do consumo hídrico. Na unidade de Imperatriz, o processo de recirculação de água permitiu o reúso de 6,2 milhões de metros cúbicos, uma elevação de 44% em relação à água recirculada em 2016. Além disso, também em 2017, o consumo de água se tornou um processo dentro da gestão de riscos que têm como objetivo o monitoramento de esforços para a redução do consumo de água, ainda que, segundo a empresa, já possuía níveis de eficiência elevados nesse aspecto.

Em 2018, a métrica de captação de água foi alterada para m³ por tonelada seca ao ar nas unidades de Imperatriz e Mucuri e m³ por tonelada nas unidades de Limeira, Rio Verde e Suzano. Além disso, a empresa estipulou metas ambientais, dentre elas, a captação de água, conforme Tabela 7.

Tabela 7– Metas e consumo de água em 2018, por unidade de produção

Unidade	Metas	Resultados	Metas alcançadas
IMPERATRIZ			
Consumo de água (m³/tsa)	23,73	24,8	Não
LIMEIRA			
Consumo de água (m³/t de celulose de mercado, papel e transferências)	29,15	29,37	Não
MUCURI			
Consumo de água (m³/tsa)	27,01	26,75	Sim
RIO VERDE			
Consumo de água (m³/t)	11,8	12,8	Não
SUZANO			
Consumo de água (m³/t)	37,37	39,11	Não

Fonte: Relatório anual de 2018 da Suzano Papel e Celulose

Conforme pode ser avaliado nos dados da Tabela 7, quatro unidades não atingiram a meta estipulada. Para que conseguisse atingir a meta, a unidade de Imperatriz propôs a modificação de engenharia para a substituição do uso de água industrial por água de resfriamento no trocador de calor do processo de cozimento. No entanto, essa modificação não foi bem-sucedida e, portanto, houve o retorno do sistema original, fazendo com que o valor do consumo não fosse alterado. Já na unidade de Limeira, a explicação para que a meta de consumo específico de água (m^3/ton de produto de mercado) não tenha sido atingida foi devido à greve dos caminhoneiros e desvios de produção, porém a empresa não deixa claro quais foram os desvios de produção, nem mesmo porque a greve dos caminhoneiros teve impacto direto nessa meta. Na unidade de Suzano a meta não foi atendida devido ao alto consumo de água na área de produção de papel. Por esse motivo, a empresa definiu como estratégia para 2019 o envolvimento da equipe para atuação estratégica em equipamentos com função de recuperação de água.

Pode-se perceber que, mesmo não atingindo as metas estipuladas, a empresa tem atenção à avaliação de captação de água, visto que a água é um recurso finito essencial para a produção de papel e celulose e, na maioria dos relatórios, a diminuição na captação de água é apresentada como estratégia da empresa. Além disso, ao longo dos anos, muitas iniciativas positivas foram implementadas e tiveram bons resultados. No entanto, não se pode fazer a mesma afirmativa para o indicador geração de efluentes. Para que houvesse melhor gestão desse indicador, a empresa poderia explorar mais os dados para avaliar sua redução. Nos relatórios avaliados, a empresa divulga valores dos parâmetros ambientais de efluentes, tais como demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), temperatura, pH porém pouco informa sobre iniciativas para redução da geração de efluentes.

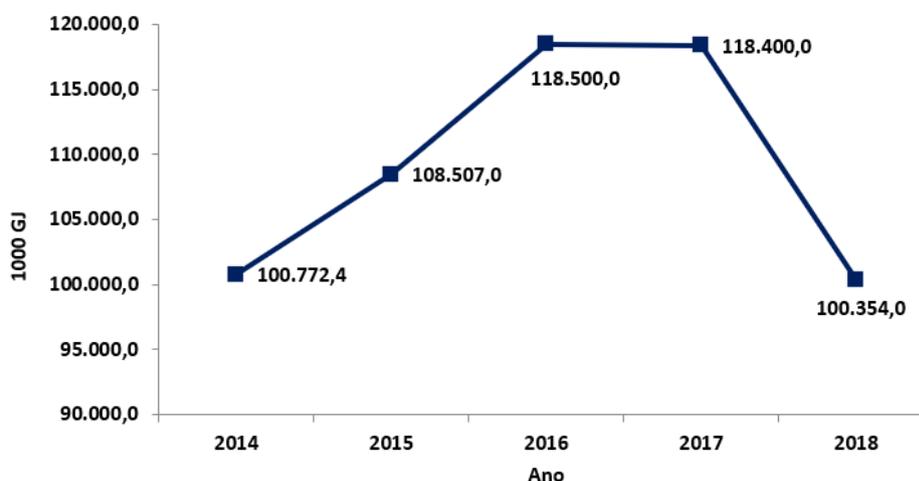
Muitos estudos já divulgados demonstraram que há iniciativas, além daquelas realizadas pela Suzano Papel e Celulose que são muito eficientes na redução do consumo hídrico e geração de efluentes. Lovelady, El-Halwagi e Krishnagopalan (2007) propõem um modelo matemático para rastrear o consumo de água e os elementos que não são essenciais ao processo, ao longo do processo de polpação. Já Pizzichini, Russo e DiMeo (2005) descrevem que a técnica de microfiltração combinada com osmose reversa, permitiu a recuperação e reutilização de mais de 80% dos efluentes. Um processo semelhante a esse foi descrito por Chakravortya e Srivastava (1987), que aborda melhorias significativas em redução do consumo de água e geração de efluentes após a realização do processo de ultra filtração e osmose reversa. Dessa forma pode-se perceber que ainda existem muitas tecnologias relacionadas ao consumo de água

e geração de efluentes disponíveis no mercado, as quais a organização pode tomar como referência para a melhoria contínua de seus processos industriais e, conseqüentemente, de seus indicadores ambientais.

4.2. Consumo de energia

Ao longo dos anos, percebeu-se que no ano de 2016 houve um aumento no consumo energético e esse aumento ficou estável no ano seguinte. No entanto, em 2018 houve uma queda brusca no consumo de energia, sendo o valor de consumo de 2018 o mais baixo em relação aos anteriores, conforme apresentado no Gráfico 2.

Gráfico 2: Consumo de energia, em 1000 GJ, entre os anos de 2014 e 2018



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados divulgados pela empresa Suzano Papel e Celulose

Vale ressaltar que o valor de consumo energético de 2016, considerado nesse estudo, é o valor reapresentado no relatório de sustentabilidade do ano de 2017. A empresa reavaliou seu dado e o corrigiu no ano seguinte.

No relatório apresentado em 2017, a empresa não mencionou nenhum motivo pelo qual houve aumento de consumo energético. A Suzano Papel e Celulose apenas apresentou, no relatório de 2016, projeto de melhoria que justificasse a diminuição no consumo energético que fora apresentado, de forma errônea, no relatório do ano de 2016. A melhoria apresentada diz respeito a um digestor que começou a operar em 2015, na unidade de Suzano e permitiu a redução do consumo de químicos e vapor.

É sabido que empresas de Papel e Celulose possuem um alto consumo energético. Martin et al. (2000) divulgaram que 12% da energia consumida pelas indústrias americanas, no ano de 1994, eram do setor de Papel e Celulose, sendo um número muito expressivo. Os mesmos autores também divulgaram as principais atividades que consomem mais energia em uma empresa de Papel e Celulose (TABELA 8).

Tabela 8– Porcentagem de consumo energético no processo de produção de Papel e Celulose

Processo	Porcentagem de energia consumida
Fabricação de papel	48%
Recuperação química	19%
Polpação química	15%
Branqueamento	7%
Outros processos	4%
Polpação mecânica	3%
Secagem	2%
Preparação da madeira	2%
Outros tipos de polpação	1%

Fonte: Adaptado de Martin *et al.* (2000)

Não pode ser evidenciado nos dados divulgados pela empresa Suzano Papel e Celulose se a empresa considera a implantação de medidas de redução de consumo energético considerando os principais geradores. Em nenhum relatório de sustentabilidade divulgado há menção sobre atividades que visam diminuir o consumo energético nos processos de produção de papel, recuperação química e polpação química, que são os principais processos que impactam no consumo energético.

No estudo de Martin et al. (2000), mais de quarenta iniciativas de economia de energia para indústrias de papel e celulose foram apresentadas, considerando inclusive, projetos de economia de energia nos três processos que mais possuem impacto no consumo de energia da indústria de Papel e Celulose. Nesse estudo há iniciativas que têm significativa economia de energia, dentre elas, pode-se citar a implantação de digestores contínuos, em que as aparas de madeira são pré-cozidas no vapor e cozidas em solução de celulose a 160 °C e possuem uma economia média de vapor de 6,3 GJ / toneladas de celulose. Acredita-se que o digestor implantado na unidade Suzano, que foi a justificativa dada pela empresa para economia de energia no ano 2016, seja semelhante ao descrito por Martin et al. (2000). Os mesmos autores também relatam oportunidade de economia de energia elétrica, tais como: a biopulpação, que consiste em pré tratar as aparas de madeira com agentes biológicos para degradar a lignina, com economia de eletricidade de 25 a 40% em comparação com o refino mecânico e o processo de

super pressurização de madeira, que economiza 36% em eletricidade uma vez que, nesse processo, a moagem ocorre sob pressão onde a temperatura da água é alta permitindo assim temperaturas de moagem mais altas sem vapor liberado. No entanto, não há nenhum relato de iniciativas da Suzano Papel e Celulose em redução de consumo energético nesse processo.

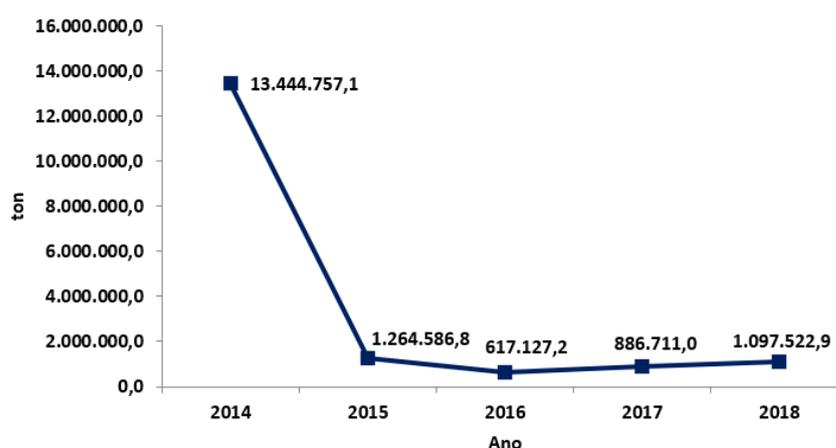
Não foram encontradas, no relatório do ano de 2018, explicações claras sobre o motivo pelo qual ocorreu a redução de consumo de energia. A empresa apenas informa que a diversificação, com novas aplicações para insumos de fonte renovável de energia baseadas nos plantios de eucalipto é um dos eixos de atuação de pesquisas e projetos inovadores da Suzano Papel e Celulose.

Dessa forma, é visto como oportunidade de melhoria a divulgação clara dos resultados e iniciativas de consumo de energia visto que as informações de iniciativas ambientais apresentadas não estão condizentes com os dados apresentados. Além disso, a gestão energética da empresa tem melhorias, visto que há muitas oportunidades de diminuir o consumo energético, que é um aspecto significativo na produção de papel e celulose.

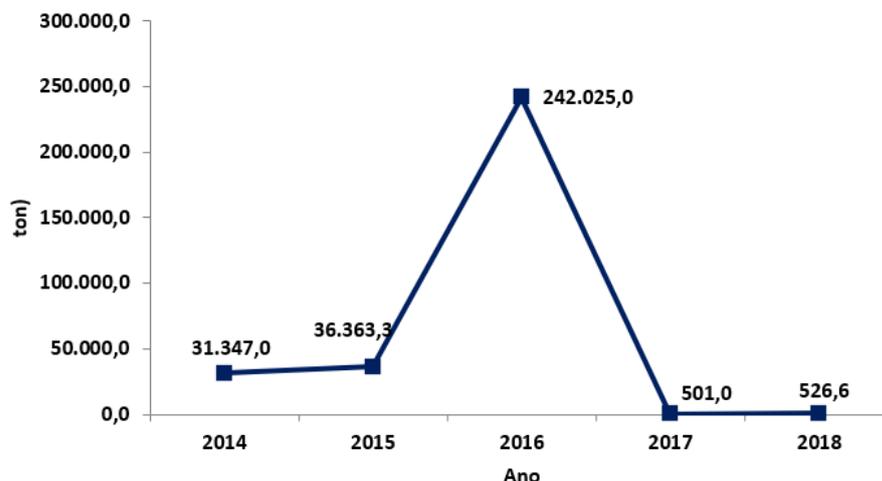
4.3. Descarte de resíduos

Conforme pode ser observado na análise de desempenho dos indicadores de descarte de resíduos, o descarte de resíduo não perigoso (GRÁFICO 3) foi inversamente proporcional ao descarte de resíduos perigosos (GRÁFICO 4), nos anos de 2015 e 2016.

Gráfico 3: Descarte de resíduos não perigosos entre os anos de 2014 e 2018



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados divulgados pela empresa Suzano Papel e Celulose

Gráfico 4: Descarte de resíduos perigosos entre os anos de 2014 e 2018

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados divulgados pela empresa Suzano Papel e Celulose

Avaliando os indicadores separadamente, pode-se perceber que houve um grande descarte de resíduos não perigosos no ano de 2014, o que foi bastante discrepante em relação aos anos subsequentes. Para justificar esse aumento, a empresa informa que a elevação se deve ao início da operação da Unidade Imperatriz. Com essa justificativa, e analisando o dado que a empresa apresentou, em seu comparativo com o ano anterior, ela assume que a Unidade Imperatriz descartou, 12.755.903 toneladas de resíduos não perigosos e 31.150 toneladas de resíduos perigosos, apenas no ano de 2014. Além disso, comparando os resíduos destinados por tipo de destinação, alguns dados (TABELA 9) são interessantes:

Tabela 9– Destinação de resíduos, em toneladas, nos anos de 2013 a 2015

Tipo de destinação	2013	2014	2015
Armazenamento	124.254,60	125.646,50	19.790,83
Aterro	119.058,92	239.468,01	262.613,10
Compostagem	195.826,84	105.229,48	145.972,38
Coprocessamento	92,64	145,63	13.567,14
Incineração	79,77	191,98	10.814,38
Reciclagem	125.863,79	12.886.317,08	513.535,43
Reutilização	123.853,92	101.166,28	31.402,61
Refino	0,0	0,49	0,6
Recuperação	0,0	17.940,00	303.254,20
Total	689.030,49	13.476.104,37	1.300.951,69

Fonte: Relatório anual de 2015, da Suzano Papel e Celulose

Dentre os resíduos destinados no ano de 2014, 95,6% foram reutilizados. Além disso, no ano de 2014, a destinação de resíduos para aterro mais que duplicou, se comparado ao ano

anterior. A empresa informou que esses resíduos do aterro aumentaram devido ao início da produção da Unidade Imperatriz, porém não especifica quais são esses resíduos nem mesmo os resíduos que foram reciclados. Esses dados nos levam a deduzir que grande parte desses resíduos são considerados resíduos de construção civil. Outro dado que é importante a ser destacado na Tabela 8 é o aumento de 10.622,4 toneladas de resíduos destinados para a incineração, no ano de 2015. Desse total, 10.672,76 toneladas foram de aparas de papel incinerados, o que demonstra que esse resíduo foi o principal contribuinte para o aumento. Nessa mesma análise, verifica-se também o aumento de resíduos destinados a coprocessamento, o que equivale a 13.421,51 toneladas a mais do que no ano de 2014. Dos materiais contaminados, 9.781,89 toneladas foram coprocessados além de 3.620,00 toneladas de lâmpadas que também tiveram o mesmo destino. Não se sabe, porém, qual era o tipo de destinação final desses resíduos citados visto que, no relatório de 2014, a empresa não explora esses dados.

Em relação aos resíduos perigosos, houve um aumento de 565,5% de descarte entre o ano de 2015 e 2016. Consolidando os dados de resíduos por tipo de destinação nos anos de 2015 e 2016, Tabela 9, pode-se perceber que houve aumento de 920% de resíduos armazenados em 2016 e 522% de resíduos destinados à incineração (TABELA 10). Não é possível, porém, precisar o tipo de resíduo porque a empresa não divulgou o tipo de resíduo como fez em seu relatório de 2015.

Tabela 10– Tipo de Destinação de resíduos, em toneladas, nos anos de 2015 e 2016

Tipo de destinação	2015	2016
Armazenamento	19.790,83	202.016,30
Aterro	262.613,10	285.984,15
Compostagem	145.972,38	51.957,00
Coprocessamento	13.567,14	225,92
Incineração	10.814,38	67.369,24
Reciclagem	513.535,43	196.520,99
Reutilização	31.402,61	34.924,66
Refino	0,6	20.153,94
Recuperação	303.254,20	0,00
Total	1.300.951,69	859.152,20

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados divulgados no relatório anual de 2015 e 2016 da Suzano Papel e Celulose

No ano de 2018, a Suzano Papel e Celulose deixa saber que houve uma redução de 22.886 toneladas na geração de resíduos de lodo biológico devido ao start up do secador de lodo

biológico instalado na Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) da unidade de Jacareí, porém, mesmo com essa redução o geração de resíduos da empresa não foi menor do que no ano anterior. Considerando o volume total de resíduos gerados, sejam eles perigosos ou não, a Suzano Papel e Celulose informa que houve a redução de 16% de geração de resíduos de 2018 com relação ao ano anterior. Eles reforçam que uma das iniciativas contribuíram para este resultado a redução em 35% da geração do lodo primário e a diminuição de 60% na geração de lama e cal. No entanto, ao analisar os dados apresentados em ambos os relatórios, essa informação não pode ser confirmada, visto que em 2017 a quantidade de resíduos perigosos e não perigosos gerada foi de 887.212 toneladas, enquanto em 2018 foi de 1.098.049,5 toneladas, representando um aumento de 23% na geração de resíduos entre esses anos.

Conforme destacado por Bajpai (2014), a geração de resíduos é fortemente afetada pelo processo de produção e pelas tecnologias de tratamento de águas residuais. Cerca de 40 a 50 kg de lodo (seco) são gerados na produção de 1 tonelada de papel em uma fábrica de papel. Dessa forma, avaliando a diferença entre variação da produção de papel e celulose, em porcentagem, com a variação da geração de resíduos ao longo dos anos é evidenciado que não há uma relação direta e clara entre produção e geração de resíduos e, portanto, a geração de resíduos pode estar sendo afetada por outros fatores, além do processo de produção e tratamento de efluentes (TABELA 11).

Tabela 11– Relação entre porcentagem de geração de resíduos e produção

	Unidade	2014	2015	2016	2017	2018
Porcentagem de geração de resíduo	%	n.d.	-90,35	-33,96	3,27	23,76
Porcentagem de produção	%	n.d.	6,98	1,59	0,90	2,09

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados divulgados nos relatórios anuais de 2014 a 2018 bem como relatório de produção da Suzano Papel e Celulose
n.d.: dado não divulgado

Após a análise desse indicador foi possível verificar que os dados não estão claros e não estão proporcionais ao volume de produção. Assim, a melhor gestão desse indicador é importante para que a gestão ambiental seja mais precisa e com dados mais coerentes com o cenário.

4.4. Emissão de gases de efeito estufa

Em relação à emissão de gases de efeito estufa (GEE), a empresa define três modalidades de emissão. São elas:

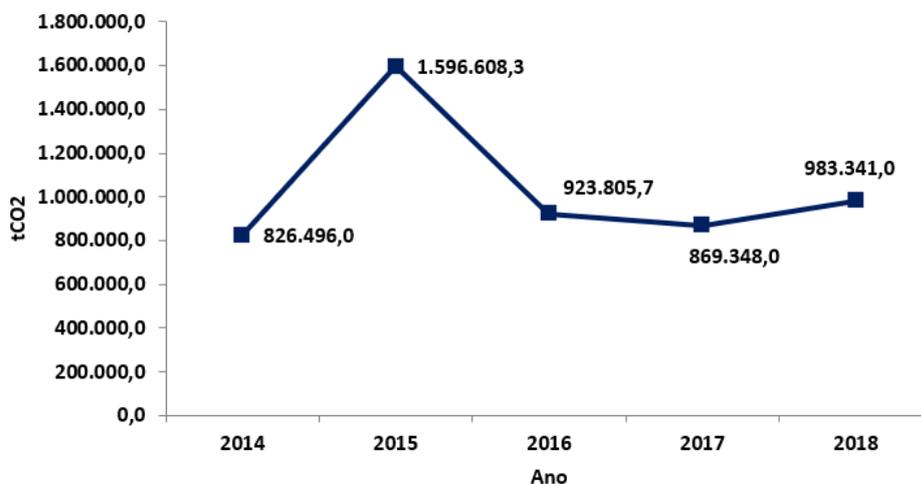
Emissões diretas: que são consideradas fontes estacionárias de combustão, como equipamentos de queima de combustíveis fósseis para a geração de energia elétrica e maquinário de produção de papel e celulose. Fontes móveis de combustão, como o caso dos veículos com motor a combustão operados internamente, emissões fugitivas, tais como o vazamento de gases refrigerantes e a utilização de extintores de incêndio, gerenciamento de resíduos que envolve o tratamento de resíduos sólidos e efluentes controlado internamente e o uso de fertilizantes no viveiro de mudas e na silvicultura. Essas emissões também são chamadas de emissões de Escopo 1, no relatório de sustentabilidade

Emissões indiretas: também denominadas emissões de Escopo 2, são geradas pela compra de energia elétrica da rede.

Emissões indiretas causadas por terceiros: que inclui fontes móveis de combustão, como veículos operados por terceiros, tratamento de resíduos sólidos gerenciados por terceiros, viagens aéreas de funcionários e transporte marítimo. São as emissões de Escopo 3.

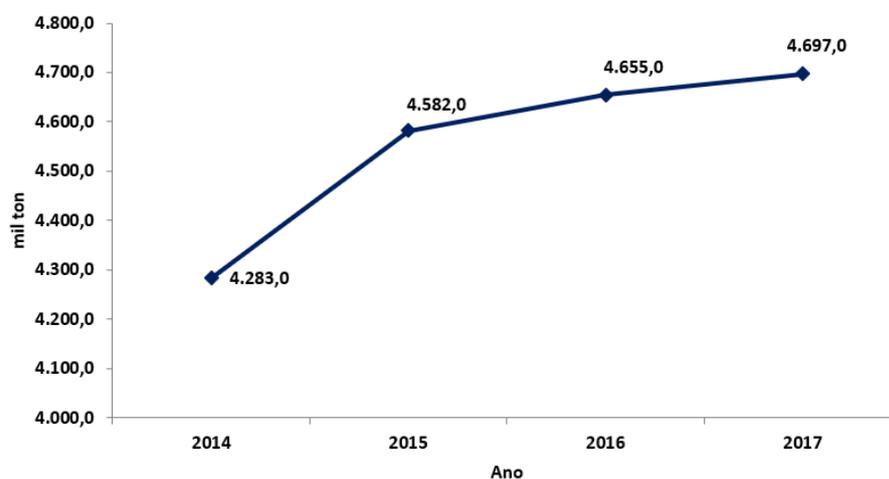
4.4.1. Emissão de gases de efeito estufa de forma direta

Pode-se inferir que a emissão direta de gases efeito estufa possui relação direta com o processo de produção. Essa relação só pode ser afetada caso haja algum evento atípico que envolva grande vazamento de gases refrigerantes. Dessa forma, as emissões diretas divulgadas pela empresa, entre os anos de 2014 e 2018 estão mostradas no gráfico 5.

Gráfico 5: Emissão de gases efeito estufa, de forma direta, entre os anos de 2014 e 2018

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados divulgados pela empresa Suzano Papel e Celulose

Considerando que há uma relação direta entre a quantidade de emissões direta de gases efeito estufa e o volume de produção de papel e celulose, avaliou-se a produção desses componentes em cada ano (GRÁFICO 6).

Gráfico 6: Produção total de papel e celulose, entre os anos de 2014 e 2018

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados divulgados pela empresa Suzano Papel e Celulose

Pode-se perceber que o aumento de produção entre os anos de 2014 e 2015 também foi refletido em um aumento de emissão de gases estufa. Segundo a Suzano Papel e Celulose, as emissões oriundas de processo de produção em 2015 tiveram uma melhoria de 4% em relação ao ano anterior e isso pode ser explicado pelas iniciativas implantadas para eficiência energética, redução do consumo e adoção de alternativas mais limpas de energia, como a

implantação do novo digestor da Unidade Suzano, que permitiu queda de 34% no consumo de gás natural e queda de 11% no consumo de gás natural da Unidade Mucuri. Dessa forma, considerando que a emissão de processo de produção foi positiva em 2015, pode ter havido aumento nas emissões de gases refrigerantes ou alguma alteração em emissões fugitivas que pode ter sido contribuinte para esse aumento na emissão de gases efeito estufa.

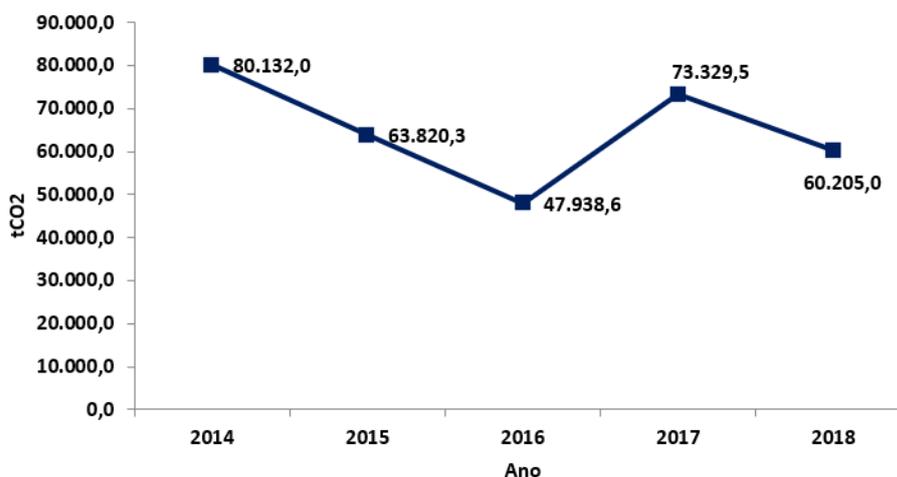
A relação entre produção e emissão de GEE, não pode ser constatada nos anos de 2016 a 2018, uma vez que a emissão desses gases diminuiu e a produção aumentou. Isso também foi constatado pela empresa, em seu relatório de sustentabilidade de 2017, em que ela descreve:

A intensidade geral de emissões da Suzano reduziu 8,37%, entre 2015 e 2017. Com isso, a empresa emitiu menos gases de efeito estufa para a atmosfera, mesmo com um aumento em sua produção. A maior parte das reduções de emissões é explicada pela melhor eficiência das unidades industriais de Imperatriz e Limeira. Na unidade industrial Imperatriz, o melhor desempenho se deu pelas constantes melhorias e ajustes operacionais decorrentes da maturação da fábrica, que entrou em operação em 2014. Quanto à unidade industrial Limeira, um retrofit em uma caldeira de biomassa, implementado em abril de 2017, proporcionou um menor consumo de gás natural, trazendo melhoria na matriz energética da fábrica e a redução de emissões (SUZANO, 2017)

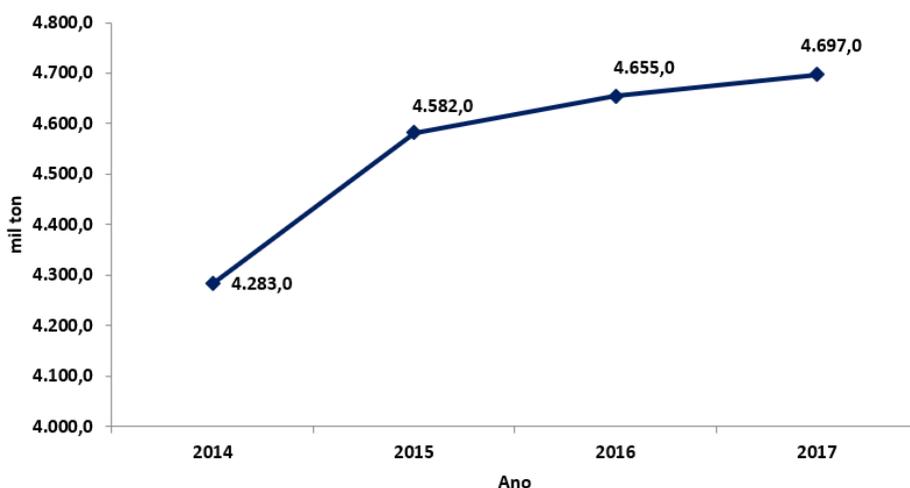
Diante do exposto pela empresa, pode-se constatar que as atividades e iniciativas de melhorias no processo produtivo com consequente redução na emissão de gases efeito estufa surtiram efeito a partir do ano de 2016. Santin, Alvim e Nunes (2009) também reforçam essa constatação quando dizem que as variações positivas das emissões da Suzano, ao longo dos anos, são atribuídas ao uso crescente dos combustíveis de biomassa e à implementação de políticas de eficiência energética nos processos industriais, que advêm do esforço contínuo de redução dos impactos ambientais exercidos pela companhia e de contribuição ao desenvolvimento sustentável. Nessa ótica, por exemplo, uma atenção específica foi dedicada à disposição de resíduos, no intuito de reduzir a quantidade alocada em aterros e reutilizar a maior parte possível de resíduos como fonte de energia.

4.4.2. Emissão de gases de efeito estufa de forma indireta

A emissão de gases efeito estufa realizada devido à compra de energia elétrica tende também a ser diretamente proporcional ao volume de produção já que, durante o processo de produtivo, há muitas máquinas que utilizam energia elétrica. Dessa forma, tem-se nos Gráficos 7 e 8 a comparação entre as emissões de GEE e volume de produção.

Gráfico 7: Emissão de gases efeito estufa de forma indireta entre os anos de 2014 e 2018

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados divulgados pela empresa Suzano Papel e Celulose

Gráfico 8: Produção total de papel e celulose, entre os anos de 2014 e 2018

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados divulgados pela empresa Suzano Papel e Celulose

Percebe-se, nesse caso, que o volume de produção aumentou ao longo dos anos e a emissão de GEE de forma indireta baixou, exceto para o ano de 2017. A queda nessa emissão indireta ocorrida em 2015, foi explicada pelo fato de diminuir o consumo de energia elétrica, conforme informado no relatório de 2015.

A diminuição em 41% da aquisição de energia elétrica em relação ao ano de 2014 em todas as unidades responde pela redução de outras 53 mil tCO₂ equivalente de Escopo 2. Além disso, a autogeração de energia elétrica nas unidades Mucuri e Imperatriz, bem como a exportação de energia elétrica para a rede, evitaram a emissão de 570 mil tCO₂ equivalente para a atmosfera, uma vez que, deixando de comprar energia da

rede, substituímos nossa matriz energética por fontes mais limpas de energia. (SUZANO, 2015)

Já no ano de 2016, a diminuição foi explicada pela redução na produção de papel, uma vez que os equipamentos de produção de papel representam a maior parcela de consumo de energia da rede. Mesmo com a queda na produção de papel, houve aumento na produção de celulose, conforme Tabela 12. No entanto, o volume total de produção de celulose e papel foi maior do que o ano anterior enquanto as emissões foram menores. Isso confirma a explicação da organização de que a produção de papel tem uma parcela significativa no consumo de energia elétrica, uma vez que, mesmo com o aumento da produção total menos energia foi necessária, já que a produção de papel foi mais baixa em relação ao ano anterior e, com isso, as emissões de GEE de forma indireta também foram menores.

Tabela 12 – Volume de produção de Papel e Celulose, em mil toneladas, nos anos de 2014 e 2018

Indicador	Unidade de medida	2014	2015	2016	2017	2018
Produção de celulose	mil ton	2.982,0	3.373,0	3.473,0	3.540,0	3.500,0
Produção de papel	mil ton	1.301,0	1.209,0	1.182,0	1.157,0	1.295,0

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados nos relatórios de produção da Suzano Papel e Celuloses

O ano de 2017 foi o único ano em que houve aumento dessas emissões e a empresa verificou e justificou esse aumento em seu relatório de sustentabilidade.

As emissões do Escopo 2 da Suzano cresceram cerca de 7,4 mil tCO₂e, ou 11,26% de aumento. Esse acréscimo das emissões do escopo 2 é justificado pelo aumento do fator de emissões do Sistema Interligado Nacional, que subiu 13,49% entre 2016 e 2017 (SUZANO, 2017).

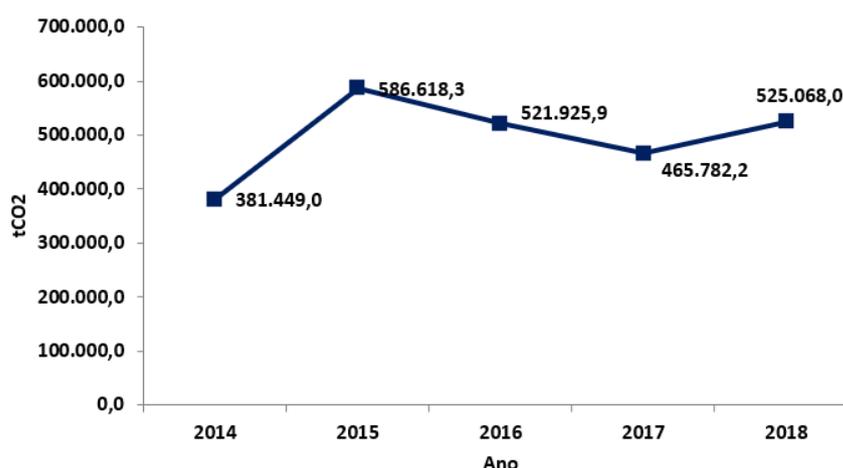
O Sistema Interligado Nacional é um conjunto de instalações e de equipamentos que possibilitam o suprimento de energia elétrica nas regiões do país interligadas eletricamente, conforme regulamentação aplicável (ANEEL, 2014) e o fator de emissão do sistema interligado para fins de Mecanismo de Desenvolvimento limpo (MDL) é uma combinação do fator de emissão da margem de operação, que reflete a intensidade das emissões de CO₂ da energia despachada na margem, com o fator de emissão da margem de construção, que reflete a intensidade das emissões de CO₂ das usinas (MINISTÉRIO..., 2020). Dessa forma, houve uma correção nesse fator de emissão que fez com o que o número bruto das emissões de escopo 2 aumentasse em 2017.

Já no ano de 2018, a emissão de gases efeito estufa de forma indireta diminuiu em relação a 2017, porém a empresa não relata o motivo dessa diminuição. É sabido que a produção de papel aumentou e, por isso, não há relação alguma com essa diminuição na quantidade de emissões. A Suzano Papel e Celulose afirma que verificou os indicadores de emissões, no entanto não realizou uma análise completa do Inventário de Emissões de gases de efeito estufa e, a falta dessa análise, pode ter acarretado a falta de clareza a respeito da diminuição de emissões nesse ano.

4.4.3. Emissão de gases de efeito estufa por terceiros

Essas emissões possuem relação com atividades operadas por terceiros bem como viagens de empregados. A emissão mais baixa se deu no ano de 2014 enquanto nos anos seguintes as emissões ficaram estáveis, conforme demonstrado no Gráfico 9.

Gráfico 9: Emissão de gases efeito estufa, por terceiros, entre os anos de 2014 e 2018



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados divulgados pela empresa Suzano Papel e Celulose

Emissões desse escopo não são muito exploradas nos relatórios de sustentabilidade da empresa. Talvez, pelo fato de que a empresa entenda que pouco possa contribuir para a quantidade emitida. O único relatório que explica, com detalhes, a evolução dos resultados das emissões de GGE por terceiros é o relatório de 2017. Nesse relatório, a empresa informa:

Em 2017 foi observada uma redução de aproximadamente 9 mil tCO₂e nas emissões do escopo 3 da Suzano (1,95%). Nas unidades internacionais, houve aumento de emissões em 14,7 mil tCO₂e. Parte desse aumento é explicada pelo próprio crescimento na quantidade de celulose e papel transportada no Outbound Porto a Cliente. Outro fator que impactou o aumento das emissões foi um maior percentual de transporte rodoviário em detrimento ao transporte ferroviário na unidade Estados Unidos. Como ordem de grandeza, as emissões do transporte rodoviário por tku (tonelada quilômetro útil) são cerca de sete vezes maiores às do transporte ferroviário. Na unidade florestal Maranhão houve uma redução significativa de emissões, cerca

de 24 mil tCO_{2e}, por causa do menor envio de embalagens plásticas para incineração. Outra redução de emissões relevante ocorreu no transporte Outbound Porto a Porto (em torno de 8 mil tCO_{2e}), podendo ser atribuída ao maior percentual de participação da carga transportada para a Suzano na capacidade total dos navios (SUZANO, 2017).

Mesmo a emissão sendo feita por terceiros, a empresa é corresponsável por essas emissões e por isso é importante que sejam avaliadas melhorias no processo. Essa corresponsabilidade está claramente descrita na norma ISO 14001:2015, que descreve que a organização deve avaliar seus processos e identificar aspectos e impactos ambientais, considerando aqueles que ela pode controlar ou influenciar, tendo em vista uma perspectiva de ciclo de vida. Ou seja, para a avaliação do ciclo de vida, deve-se considerar desde a aquisição de matéria-prima, desenvolvimento, produção, distribuição, uso e destinação final, porém dá pouco atenção às emissões realizadas por terceiros, o que vai em conflito com as diretrizes da norma (ABNT, 2015).

Com base na avaliação da Suzano Papel e Celulose sobre as emissões por terceiros, dois controles podem ser claramente implementados com o objetivo de reduzir essas emissões. O primeiro diz respeito à melhoria no planejamento de envio do produto. Conforme informado pela empresa, as emissões do transporte rodoviário são cerca de sete vezes maiores às do transporte ferroviário. Dessa forma, melhor planejamento de envio, de forma a priorizar o transporte ferroviário, em detrimento ao transporte rodoviário, reduziria bastante essas emissões. Outra prática que pode ser adotada é a avaliação de destinação final de resíduos para verificar se os resíduos que estão sendo destinados para incineração podem possuir outro destino, como coprocessamento ou logística reversa, por exemplo. Dessa forma, haveria redução de emissões pelo processo de incineração.

5. CONCLUSÃO

Após análise de todos os relatórios de sustentabilidade dos anos de 2014 a 2018, é notório que a ênfase ambiental que a Suzano Papel e Celulose dá, prioritariamente, é o consumo de água. Esse destaque dado pela organização é esperado porque o aspecto consumo de água é um dos mais significativos e bastante relevante para a produção de papel e celulose. Como esse recurso é finito e essencial ao processo produtivo, é justificável a atenção da empresa a ele.

Além da captação de água, o consumo energético também é bastante abordado nos relatórios analisados e a empresa demonstra forte comprometimento em implantar medidas e projetos que tenham como resultado a diminuição do consumo de energia, ainda que haja muitas oportunidades de melhoria nesses dois aspectos ambientais.

Os outros indicadores analisados foram pouco explorados. A gestão de resíduos realizada pela empresa não foi demonstrada com clareza nos relatórios. Poucas foram as iniciativas descritas para diminuição da geração de resíduos e não foi percebido se há estudos e análises para verificar novas opções de destinação final de resíduos, com menor impacto ambiental. Além da gestão de resíduos, percebeu-se que a empresa se preocupa com as emissões de gases efeito estufa, de forma direta e indireta, no entanto as emissões realizadas por terceiros são pouco exploradas e acompanhada efetivamente pela empresa a fim de melhorar os resultados.

Pode-se dizer que a Suzano Papel e Celulose possui um sistema de gestão ambiental que demonstra concordância com a norma ISO 14001:2015 uma vez que demonstra análise de dados ambientais com iniciativas para diminuição do impacto ambiental de suas operações, independente da localidade em que se encontram. No entanto, os sistemas de gestão ambiental também deixam claro que melhorias no processo devem ser consideradas continuamente. Sob essa ótica, há um ponto de atenção no sistema de gestão ambiental da empresa visto que em todos os indicadores ambientais avaliados nesse estudo foram evidenciadas possíveis melhorias do processo a fim de diminuir o impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14001**: Sistemas da Gestão Ambiental - Requisitos com Orientações para Uso. Rio de Janeiro. ABNT, 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. 19 DE AGOSTO DE 2014. **RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL No 622**, [S. l.], 19 ago. 2014. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2014622.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2020.

ALMEIDA, J.; BRITO, A.G. **A utilização de indicadores ambientais como suporte ao planejamento e gestão de recursos hídricos: o caso da região autônoma dos açores**. In: III CONGRESSO IBÉRICO SOBRE GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL ÁGUA, Anais..., Sevilla, Portugal, novembro de 2002.

ANDREOLI, C.V. Gestão Ambiental. Coleção Gestão Empresarial, p. 61-70, 2001. Disponível em: <https://cutt.ly/LdmZTm5>. Acesso em 8 jul. 2020.

BAJPAI, Pratima. Examples of Pulp and Paper Mill Waste Implementation. **Management of Pulp and Paper Mill Waste**, [s. l.], p. 181-185, 27 out. 2014. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-11788-1_7. Acesso em: 26 maio 2020.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Lei nº 10165, de 27 de dezembro de 2000. Anexo VIII. **Política Nacional do Meio Ambiente**, [S. l.], 27 dez. 2000. Disponível em: <https://cutt.ly/ddmZADO>. Acesso em: 9 jun. 2020.

CASTRO, Heizir F. de. **Processos Químicos Industriais II**. Lorena: [s. n.], 2009. 30 p. v. 4. Disponível em: <https://cutt.ly/xdmZKHk>. Acesso em: 11 jun. 2020.

CHAKRAVORTYA, B.; SRIVASTAVA, A.S. Application of membrane technologies for recovery of water from pulp and paper mill effluents. **Desalination**, [s. l.], v. 67, p. 363-369, 16 dez. 1987. Disponível em: <https://cutt.ly/pdmZ1nY>. Acesso em: 20 maio 2020.

CORREIA, FLÁVIO MARCELO. Revisão da Literatura: Processo Kraft. In: CORREIA, FLÁVIO MARCELO. **Análise de distúrbios de compactação de cavacos de eucalipto em digestores contínuos fase vapor**. Orientador: José Lívio Gomide. 2010. Tese de Mestrado (Mestrado Profissional em Tecnologia de Celulose e Papel) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010. p. 146. Disponível em: <https://cutt.ly/ddmZ7xr>. Acesso em: 1 jun. 2020.

DHAKHWA, S. et al. Efficacy of Chemical Oxidation and Coagulation for COD and Color Reduction from Pulp Mill Effluent. **Journal of Environmental Engineering**, v. 138, n. 12, p. 1194–1199, 2012.

FOELKEL, Celso. Individualização das Fibras da Madeira do Eucalipto para a Produção de Celulose Kraft. **Eucalyptus Online Book & Newsletter**, [s. l.], 1 jul. 2009. Disponível em: http://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT16_IndividualizacaoFibras.pdf. Acesso em: 7 jun. 2020.

GASPARINO, M. F.; RIBEIRO, M. S. Análise de relatórios de sustentabilidade, com ênfase na GRI: comparação entre empresas do setor de papel e celulose dos Estados Unidos e Brasil. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 1, n. 1, p. 102-115. 2007. Disponível em: <https://rgsa.emnuvens.com.br/rgsa/article/view/18/8>. Acesso em 8 jul. 2020.

GLOBAL REPORTING INITIATIVE - GRI. **List of GRI Standards reports and published materials with their self-declared claims**. Disponível em: <https://cutt.ly/odmXrgF>. Acesso em: 16 jun. 2020.

IBA. **Árvores plantadas e recursos hídricos**. São Paulo: Indústria Brasileira de Árvores (IBA), 2017. Disponível em: http://iba.org/images/shared/Info_agua_PDF_interativo.pdf. Acesso em: 01/06/2017.

IBÁ. *In: Relatório 2018*. [S. l.], 4 jan. 2019. Disponível em: <https://cutt.ly/admXu2c>. Acesso em: 12 maio 2020.

LEITE FILHO, G. A.; PRATES, L. A.; GUIMARÃES T. N. **Níveis de Evidenciação dos Relatórios de Sustentabilidade das Empresas Brasileiras A+ do Global Reporting Initiative (GRI) no Ano de 2007**. In: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração. XXXIII EnANPAD. Anais Eletrônicos... Rio de Janeiro: ANPAD, 2009. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/> Acesso em 10 de julho de 2020

LOVELADY, Eva M.; EL-HALWAGI, Mahmoud; KRISHNAGOPALAN, Gopal A. An integrated approach to the optimisation of water usage and discharge in pulp and paper plants. **International Journal of Environment and Pollution**, [s. l.], v. 29, p. 274–307, 14 maio 2007. Disponível em: <https://cutt.ly/DdmXs60>. Acesso em: 9 jul. 2020.

MACÊDO, J.A.B. **As Indústrias Farmacêuticas e o Sistema de Gestão Ambiental (SGA)**. Revista *Fármacos & Medicamentos*. Editorial Racine. Maio/junho 2000, 46 – 50

MARTIN, N. *et al.* Opportunities to Improve Energy Efficiency and Reduce Greenhouse Gas Emissions in the U.S. Pulp and Paper Industry. **Environmental Energy Technologies Division**, [s. l.], 1 jul. 2000. Disponível em: <https://cutt.ly/8dmXley>. Acesso em: 6 jul. 2020.

MATHIAS, FLÁVIO ROBERTO DE CARVALHO. Papel e celulose. *In: MATHIAS, FLÁVIO ROBERTO DE CARVALHO. Gestão da energia, água e emissões em segmentos energo-intensivos da indústria brasileira*. Orientador: Sérgio Valdir Bajay. 2019. Tese de Doutorado (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, 2019. p. 257. Disponível em: <https://cutt.ly/mdmXvbg>. Acesso em: 2 jun. 2020.

MATTAR-NETO, J.; KRÜGER, C. M.; DZIEDZIC, M. **Análise de indicadores ambientais no reservatório do Passaúna**. Engenharia Sanitária Ambiental, 14(2), 205-214. 2009. Disponível em: <https://cutt.ly/rdmXmHF>. Acesso em 8 jul. 2020.

MAZZER, CASSIANA; CAVALCANTI, OSVALDO ALBUQUERQUE. INTRODUÇÃO À GESTÃO AMBIENTAL DE RESÍDUOS. **Infarma**, [s. l.], ano 2004, v. 16, ed. 11-12, p. 67-77, 1 jun. 2004. Disponível em: <http://web-resol.org/textos/i04-ainroducao.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2020.

MINISTÉRIO da Ciência, Tecnologia e Inovação. *In: Mecanismo de desenvolvimento limpo*. [S. l.], 1 jan. 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/fdmXTWU>. Acesso em: 22 maio 2020.

NASCIMENTO, Luís Felipe. Sistema de Gestão Ambiental. *In*: NASCIMENTO, Luís Felipe. **Gestão Ambiental e a Sustentabilidade**. Florianópolis: [s. n.], 2012. cap. 6, p. 103. Disponível em: <http://old.agracadaquimica.com.br/quimica/arealegal/outros/205.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2020.

PIZZICHINI, M.; RUSSO, C.; DIMEO, C. Purification of pulp and paper wastewater, with membrane technology, for water reuse in a closed loop. **Desalination**, [s. l.], v. 178, ed. 1-3, p. 351-359, 10 jul. 2005. Disponível em: <https://cutt.ly/ldmXDgU>. Acesso em: 20 maio 2020.

POKHREL, D.; VIRARAGHAVAN, T. **Treatment of pulp and paper mill wastewater – A review**. *Science of the Total Environment*, v. 333, n. 1–3, p. 37–58, 2004.

RIBEIRO, M. S. et al. Responsabilidade socioambiental no setor de papel e celulose. *In*: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 33., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2009.

ROCHA, Carla; MAÇANEIRO, Marlete. Interface entre a legislação ambiental e as estratégias de inovações organizacionais: o caso de duas empresas do setor de papel e celulose. **Journal of Environmental Management and Sustainability – JEMS**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 165-178, 1 ago. 2014. Disponível em: <https://cutt.ly/gdmCycZ>. Acesso em: 3 ago. 2020.

SANTIN, M.; ALVIM, A.; NUNES, B. Responsabilidade ambiental das empresas de papel e celulose brasileiras participantes do carbon disclosure project. *Ingepro – Inovação, Gestão e Produção*, v. 1, n. 4, p. 147-159, 2009. Disponível em: <https://cutt.ly/idmXKbA>. Acesso em: 30 maio 2020

SENAI. *In*: **Reduzindo, reutilizando, reciclando: a indústria ecoeficiente.** [S. l.], 3 jan. 2020. Disponível em: <https://www.worldcat.org/title/reduzindo-reutilizando-reciclando-a-industria-ecoefficiente/oclc/50010893>. Acesso em: 12 maio 2020.

SUZANO. **Relatório de Sustentabilidade 2014**. Disponível em: <https://cutt.ly/pdmXBjU>. Acesso em: 20 de abril 2020.

SUZANO. **Relatório de Sustentabilidade 2015**. Disponível em: <https://cutt.ly/pdmXBjU>. Acesso em: 20 de abril 2020.

SUZANO. **Relatório de Sustentabilidade 2016**. Disponível em: <https://cutt.ly/pdmXBjU>. Acesso em: 20 de abril 2020.

SUZANO. **Relatório de Sustentabilidade 2017**. Disponível em: <https://cutt.ly/pdmXBjU>. Acesso em: 20 de abril 2020.

SUZANO. **Relatório de Sustentabilidade 2018**. Disponível em: <https://cutt.ly/pdmXBjU>. Acesso em: 20 de abril 2020.

THOMPSON, G.; SWAIN, J.; KAY, M.; FORSTER, C.F. (2001). **The treatment of pulp and paper mill effluent: a review**. *Bioresource Technology*, 77, 275-286.

TOCZYŁOWSKA-MAMIŃSKA, R. **Limits and perspectives of pulp and paper industry wastewater treatment – A review**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 78, n. November 2016, p. 764–772, 2017.

VIEIRA, N. R. **Poluição do Ar: indicadores ambientais**. Editora Saraiva, 2009. Disponível em: <https://cutt.ly/ydmX5Vy>. Acesso em 10 jul. 2020.