

Análise da Sustentabilidade de Empresas de Papel e Celulose do Brasil

Mirella De Paola Padovani

Engenharia Química, Pontifícia Universidade Católica de
Campinas
Campinas-SP, Brasil
mirelladpp@gmail.com

Denise Helena Lombardo Ferreira

Grupo de Pesquisa: Modelagem Matemática
CEATEC, Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Campinas-SP, Brasil
lombardo@puc-campinas.edu.br

Resumo— *Frente à temática do Desenvolvimento Sustentável e a importância de avaliar a eficiência de empresas no que diz respeito à produtividade e à geração de resíduos, a seguinte pesquisa teve por objetivo avaliar a eficiência das principais empresas de papel e celulose no Brasil a partir de Indicadores de Sustentabilidade, uma vez que esse setor possui grande importância para a economia do país. Os Indicadores foram selecionados a partir de uma lista sugerida pela Global Reporting Initiative (GRI) e dos dados divulgados pelas empresas em seus Relatórios de Sustentabilidade para o ano de 2016. A ferramenta utilizada para análise da eficiência foi a Análise Envolvória de Dados (DEA) auxiliando na formulação de um ranking das empresas de papel e celulose mais sustentáveis e na avaliação dos Indicadores de Sustentabilidade propostos pela organização. Os resultados obtidos mostraram coerência na aplicação do modelo para o propósito do trabalho.*

Palavras-Chave— *Desenvolvimento Sustentável, Indicadores de Sustentabilidade, Resíduos Industriais*

Abstract— *Faced with the theme of Sustainable Development and the importance of evaluating the efficiency of companies with respect to productivity and waste generation, the following research had the objective of evaluating the efficiency of the main paper and pulp companies in Brazil from Indicators of Sustainability, since this sector has great importance for the economy of the country. Indicators were selected from a list suggested by the Global Reporting Initiative (GRI) and data released by companies in their Sustainability Reports for the year 2016. The tool used for efficiency analysis was Data Envelopment Analysis (DEA) helping in the formulation of a ranking of the most sustainable pulp and paper companies and in the evaluation of the Sustainability Indicators proposed by the organization. The obtained results showed coherence in the application of the model to the purpose of the work.*

KeyWords— *Sustainable Development, Sustainability Indicators, Industrial Waste*

I. INTRODUÇÃO

Com a Revolução Industrial um grande avanço no desenvolvimento de técnicas acelerou os processos produtivos como um todo. Contudo, na busca por matérias primas, muitos biomas foram significativamente afetados e animais foram extintos, e essa devastação ambiental continua sendo uma grande preocupação até hoje.

Além disso, com a falta de conhecimento sobre as consequências ocasionadas por essas mudanças nos processos produtivos, as indústrias alteraram o equilíbrio natural do planeta, na medida em que se tornaram altamente poluidoras e geradoras de resíduos. A partir dessa degradação ambiental e do aumento da poluição houve uma queda na qualidade de vida das pessoas [1].

Nesse sentido, representantes de todo o mundo, pesquisadores e as Nações Unidas, se reuniram a fim de encontrar uma solução para esse problema, culminando no conceito do Desenvolvimento Sustentável. A proposta desse novo conceito é melhorar a eficiência dos processos produtivos a partir da redução do uso de matérias primas e da geração de resíduos sem interferir na quantidade ou na qualidade dos bens produzidos [2].

Para atingir esse objetivo, diversos países ao redor do mundo passaram a desenvolver leis que obrigam as empresas a reduzirem suas emissões de carbono, a preservarem pelo meio ambiente, além de iniciarem políticas de educação ambiental com incentivo à reciclagem, por exemplo. As empresas por sua vez, perceberam que uma melhoria na eficiência de seus processos produtivos resultaria em aumento dos ganhos a longo prazo, a reciclagem de seus materiais significaria redução nos gastos com insumos e o desenvolvimento de novos métodos de produção que utilizassem recursos naturais reduziria a possibilidade de levar a empresa à falência, em caso de esgotamento dos recursos não renováveis [3].

Nessa busca pelo Desenvolvimento Sustentável, as corporações vêm superando seus recordes de produção sem aumentar, na mesma proporção, os níveis de insumos consumidos. Uma das alternativas que viabiliza essa melhoria no desempenho é o reaproveitamento dos resíduos industriais. Isso, somado a outros Indicadores de Sustentabilidade, pode possibilitar a criação de um modelo para medir os níveis de eficiência e sustentabilidade na esfera empresarial.

No Brasil, o setor de papel e celulose é um grande poluidor e gerador de resíduos, mas com uma importância significativa para o crescimento e desenvolvimento do país como um todo. O país é o segundo maior produtor de celulose no mundo, exportando aproximadamente 70% de toda a sua produção. Além disso, o setor de plantio de árvores contribuiu em 2016 em 6,2% no Produto Interno Bruto industrial no qual o

segmento de produção de papel e celulose é o maior dentre os demais [4].

Por isso, faz-se necessário o estudo da eficiência produtiva nos conceitos do Desenvolvimento Sustentável dessas indústrias para que elas diminuam o impacto sobre o meio ambiente, sem que deixem de contribuir para o crescimento econômico do país.

Esse trabalho foi de encontro a esses conceitos, objetivando a aplicação de um modelo matemático para medir a eficiência produtiva e de geração de resíduos das empresas frente a sustentabilidade e, a partir da análise dos resultados obtidos, avaliar e/ou propor novos Indicadores.

II. METODOLOGIA

Após a contextualização do cenário mundial e da apresentação do conceito do Desenvolvimento Sustentável foi pesquisado sobre o processo de produtivo da celulose e do papel a fim de identificar os principais resíduos gerados por essas indústrias. Por fim, selecionou-se o modelo matemático utilizado no cálculo das eficiências a fim de analisar os resultados obtidos.

A. Processo Produtivo e Resíduos Gerados

O processo produtivo mais empregado na fabricação da celulose é o Kraft que consiste em sete etapas principais: preparação da madeira, cozimento, lavagem, deslignificação, branqueamento e secagem.

Na preparação da madeira, ela é picada e peneirada e segue para um tanque de cozimento no qual a partir da adição do licor branco são separadas a celulose, as hemiceluloses e a lignina. Terminada essa etapa, essa mistura é lavada diversas vezes para que a celulose seja isolada dos demais produtos do cozimento. Por fim, essa celulose é branqueada – no caso de papéis do tipo imprimir e escrever – para que possa ser prensada, cortada e distribuída na forma de papel.

Os resíduos gerados nesse processo são em sua maioria classificados como perigosos, segundo a norma da ABNT NBR 10004. Dentre eles, podem ser citados: sulfeto de hidrogênio, metil mercaptanas, dimetil sulfeto, dimetil dissulfeto, alguns metais pesados, dióxido de enxofre, carbonato de sódio, TRS e dióxido de nitrogênio [5].

B. Modelo Análise Envoltória de Dados

O modelo matemático selecionado nesta pesquisa foi a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*), um método não paramétrico que se baseia em técnicas de programação linear. Seu emprego é muito utilizado na medição da eficiência de unidades de tomada de decisão (*Decision Making Units – DMU's*) a partir da seleção de variáveis a serem minimizadas (*inputs*) e maximizadas (*outputs*). Para aplicar o modelo DEA foi utilizado o programa SIAD [6].

C. Critério de Seleção das Empresas

Foram utilizados dois critérios de seleção. Primeiramente definiu-se as empresas de estudo: empresas produtoras de

celulose e as fábricas integradas de papel, isto é, aquelas que produzem a celulose e a processam para gerar o papel na mesma unidade fabril. Também como critério de seleção, foram selecionadas empresas que produzem papéis do tipo imprimir e escrever ou para fins de embalagem. Estes são os dois maiores mercados do país. Como segundo critério foi definido apenas as empresas que divulgaram Relatórios de Sustentabilidade no ano de 2016 seriam utilizadas, pois a partir desses informativos foram retirados os dados a serem aplicados no modelo DEA.

A partir disso, obteve-se uma lista de nove empresas divididas entre as fábricas integradas de papel: Suzano, Klabin, Irani, Smurfit Kappa (Smurfit) e International Paper (IP); e as produtoras de celulose: Veracel, Fibria, Eldorado e Cenibra.

Devido ao emprego do modelo DEA, é necessário ter cautela na comparação entre os dois tipos de indústrias, uma vez que fatores como total de energia consumida, peso da produção e geração de resíduos seguem proporções diferentes entre as empresas. Essa divergência entre elas pode alterar os valores das eficiências obtidas a partir do modelo.

D. Indicadores de Sustentabilidade Selecionados

Os dados encontrados nos Relatórios de Sustentabilidade após serem compilados foi possível perceber semelhanças entre as informações divulgadas pelas empresas. Todas utilizaram o Índice GRI. Esse índice é formulado pela *Global Reporting Initiative* (GRI), uma organização internacional que trabalha desenvolvendo Indicadores de Sustentabilidade para Relatórios de Sustentabilidade divulgados ao redor do mundo. A estrutura desses informativos propostos pela GRI divide-se seguindo as três dimensões principais do Desenvolvimento Sustentável: Social, Econômica e Ambiental. Contudo, para esta pesquisa, utilizou-se apenas os indicadores referentes à dimensão ambiental.

Com base nos Indicadores divulgados pelas empresas, foram selecionados aqueles divulgados por todas ou por pelos menos oito dentre as nove empresas selecionadas.

Com isso, chegou-se a seguinte lista de Indicadores:

- 1) *Resíduos (ton)*: Soma do peso dos resíduos perigosos e não perigosos gerados;
- 2) *Resíduos perigosos (ton)*: Peso total de resíduos perigosos gerados;
- 3) *Resíduos não perigosos (ton)*: Peso total de resíduos não perigosos gerados;
- 4) *Água (m3)*: Total de água retirada;
- 5) *Efluentes (m3)*: Total de água descartada;
- 6) *Escopo 1 (ton de CO2)*: Total de emissões diretas de Gases do Efeito Estufa;
- 7) *Escopo 2 (ton de CO2)*: Total de emissões indiretas de Gases do Efeito Estufa;
- 8) *Escopo 1+2 (ton de CO2)*: Soma das emissões de Gases do Efeito Estufa dos escopos 1 e 2;
- 9) *Energia (GJ)*: Total de energia elétrica requerida na produção;
- 10) *Fontes não renováveis (GJ)*: Total de energia elétrica obtida por fontes não renováveis;

11) *Fontes renováveis (GJ)*: Total de energia elétrica obtida por fontes renováveis;

12) *Plantio (ha)*: Área total destinada ao plantio de árvores;

13) *Produção (ton)*: Toneladas de papel e/ou celulose produzidos;

14) *Reciclagem (ton)*: Peso total de resíduos reciclados;

15) *Preservação (ha)*: Área total destinada à pre-servação de biomassas naturais: Área de preservação (Área de Preservação Permanente e Reserva Legal) e Reserva Particular do Patrimônio Natural.

E. Aplicação do modelo DEA

Os indicadores selecionados foram divididos em duas categorias: Matérias-Primas e Resíduos. A primeira utiliza os *inputs*: água, energia, fontes não renováveis e plantio; e os *outputs*: fontes renováveis, produção e preservação. Já a segunda usa os *inputs*: resíduos, resíduos não perigosos, resíduos perigosos, efluentes, escopo 1, escopo 2 e escopo 1+2; e os *outputs*: produção e reciclagem.

As DMU's consistem nas empresas avaliadas. Foram rodadas as duas categorias com todas as empresas selecionadas, fábricas integradas de papel e de celulose, e individualmente.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para as categorias Matérias-Primas e Resíduos, foram realizadas, respectivamente, 11 e 18 rodadas diferentes, alternando as variáveis utilizadas em cada uma delas. Elas foram organizadas em ordem crescente, permitindo que fosse identificado a partir de quantas variáveis os valores das eficiências deixam de variar. Além disso, foram realizadas as rodadas para ambas as orientações: *input* e *output*, porém não houve variação dos resultados obtidos entre elas. Também foi realizada uma média das eficiências obtidas por rodada e por empresa. As médias das rodadas podem ser observadas a partir da Tabela I.

Com base nesses valores percebe-se que as rodadas com todas as empresas selecionadas apresentam valores menores quando comparadas separadamente por segmento. Ao contrário do predito pelo modelo, o aumento do número de variáveis não provocou um crescimento progressivo dos valores das eficiências. Além disso, também se observa eficiências mais altas para as empresas de celulose, comparado aos valores das fábricas integradas de papel. Essa diferença deve-se dar principalmente pelas características produtivas diferentes entre as empresas.

Por fim, a partir do cálculo da média das eficiências das empresas é possível classificá-las em ordem decrescente de eficiência quanto ao aspecto sustentabilidade. Esse ranking foi organizado na Tabela II. Uma simples análise da tabela permite observar que mesmo com as diferenças da produção, os segmentos não se posicionaram seguidos uns dos outros. Algumas fábricas de celulose mostraram-se mais e menos eficientes comparadas às empresas de papel. Pode-se concluir assim que, apesar das fábricas integradas de papel terem gastos maiores com energia e água, enquanto as empresas de celulose

possuem menores toneladas produzidas devido a menor presença de aditivos, os segmentos são similares e possíveis de serem comparados como iguais pelo modelo DEA.

TABELA I. MÉDIAS DAS EFICIÊNCIAS POR RODADA PARA AS EMPRESAS DE CELULOSE, FÁBRICAS INTEGRADAS DE PAPEL E TODAS AS ANALISADAS

Categorias	Todas as Empresas	Papel	Celulose
Matérias-Primas	0,128	0,562	0,260
	0,149	0,210	0,663
	0,490	0,578	0,978
	0,452	0,531	0,901
	0,719	0,984	0,669
	0,657	0,718	0,978
	0,698	0,803	1,000
	0,744	1,000	0,845
	0,747	0,984	0,727
	0,884	0,979	1,000
0,894	1,000	0,901	
Médias	0,597	0,759	0,811
Resíduos	0,279	0,542	0,366
	0,411	0,541	0,650
	0,527	0,384	0,876
	0,319	0,267	0,569
	0,722	0,779	0,946
	0,542	0,542	0,856
	0,693	0,809	0,929
	0,560	0,530	0,876
	0,998	1,000	1,000
	0,745	0,771	0,921
0,722	0,879	0,946	
Médias	0,593	0,640	0,812

TABELA II. RANKING DAS EMPRESAS DE MAIS SUSTENTÁVEIS ENTRE TODAS AS AVALIADAS

Categorias	Matérias-Primas		Resíduos	
	Ranking	Eficiência	Ranking	Eficiência
Todas as Empresas	1º Irani	0,913	1º Cenibra	0,847
	2º Fibria	0,704	2º Eldorado	0,815
	3º IP	0,645	3º Fibria	0,811
	4º Veracel	0,611	4º IP	0,737
	5º Smurfit	0,550	5º Smurfit	0,723
	6º Klabin	0,500	6º Veracel	0,722
	7º Suzano	0,449	7º Suzano	0,696
	8º Cenibra	0,442	8º Irani	0,691
	9º Eldorado	0,262	9º Klabin	0,614
Fabricas de Papel	1º Irani	0,995	1º Klabin	0,653
	2º Smurfit	0,804	2º IP	0,641
	3º IP	0,686	3º Smurfit	0,604
	4º Suzano	0,629	4º Suzano	0,590
	5º Klabin	0,605	5º Irani	0,535
Fabricas de Celulose	1º Veracel	0,873	1º Veracel	0,945
	2º Cenibra	0,824	2º Cenibra	0,781
	3º Fibria	0,778	3º Eldorado	0,750
	4º Eldorado	0,666	4º Fibria	0,712

A. Novos Indicadores de Sustentabilidade

Apesar da maioria das empresas não divulgar alguns dados específicos como proposto pela GRI, é de grande importância divulgar os aspectos referentes aos resíduos específicos desse segmento industrial, além de outros indicadores da dimensão ambiental, como: materiais reciclados usados na produção; água reciclada e reutilizada; emissão de substâncias destruidoras da camada de ozônio; emissão de NO_x, SO_x e outras emissões significativas.

Desse modo, a análise torna-se mais caracterizada para o setor de papel e celulose. Para que possa haver um maior engajamento das empresas na formulação desses relatórios, é necessária uma seleção mais fina dos indicadores a serem utilizados, para que os custos e a demanda não se tornem exaustivos para a empresa, desencorajando-as a realizarem essa autoanálise sobre o impacto de suas atividades no clima e no bem-estar da população além de demonstrarem sua preocupação ambiental.

Como contribuição para seleção de novos indicadores específicos para a análise dos resíduos do segmento de papel e celulose, é válido comparar a qualidade dos efluentes descartados pelas empresas. Ao reutilizar a água de processo e tratá-la, há um acúmulo de substâncias orgânicas que contribuem para o aumento dos níveis dos indicadores de qualidade de água, como: Demanda Química de Oxigênio, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Nitrogênio, Fósforo e Sólidos em suspensão por exemplo, os quais foram publicados por algumas das empresas avaliadas. Estes tópicos poderiam ser especificados na descrição dos indicadores do GRI, uma vez que outras empresas também possuem esses compostos em seus efluentes.

Também poderia ser adicionado um indicador no qual deveriam ser descritos os principais resíduos gerados pelas indústrias em seus processos fabris, bem como sua classificação conforme a norma ABNT NBR 10004, as respectivas toneladas e os métodos de destinação, como são descritos para os materiais utilizados e as quantidades consumidas na produção.

IV. CONCLUSÃO

Devido a Revolução Industrial e a mudança nos processos produtivos, houve uma aceleração das linhas de produção, porém com perda de qualidade de vida e degradação ambiental. Neste contexto, representantes de diversos países do mundo juntamente com a Organização das Nações Unidas (ONU), e após uma série de encontros, comprometeram-se com o conceito do Desenvolvimento Sustentável.

Após conhecer e entender o processo de fabricação da celulose e do papel, percebeu-se os perigos envolvidos no processo pelo uso de matérias-primas e pela geração de resíduos perigosos, fazendo-se necessária uma análise e um controle mais minucioso do ciclo de vida dos produtos de indústrias desse segmento.

Ao mesmo tempo, verificou-se a necessidade de um método de análise de eficiência para que pudessem ser eleitas as empresas mais sustentáveis.

A técnica do DEA mostrou-se eficiente na análise de sustentabilidade para a dimensão ambiental do desenvolvimento sustentável para as empresas de papel e celulose, mesmo apresentando ligeiras variações no processo produtivo, principalmente no quesito dos insumos necessários. Esse estudo possibilitou a abertura de novas frentes de pesquisa como a complementação da análise a partir da adição das demais dimensões da sustentabilidade e também a proposição de novos indicadores de sustentabilidade para que o estudo tanto sobre a eficiência quanto a geração de resíduos fosse mais

completo, além da incorporação de indicadores qualitativos como certificações, seja utilizando o modelo DEA ou outro que se julgue adequado.

Também é necessário tomar consciência de que para que haja uma maior adesão das empresas em realizar esses estudos organizacionais, devem ser selecionados apenas alguns indicadores. Desse modo, os gastos e o tempo demandado na confecção dos Relatórios de Sustentabilidade não se tornam muito altos e, portanto, mais atrativos para as corporações.

Apesar de haverem muitas críticas referentes sobre a real preocupação das empresas com o Desenvolvimento Sustentável a partir da publicação desses Relatórios, pode-se afirmar que a disponibilidade da empresa em arcar com gastos adicionais para a realização desses informativos mostra também a ciência da empresa quanto a um compromisso social com a comunidade, demonstrando sua preocupação em preservar a integridade, a qualidade e o bem-estar de todos os seres vivos.

REFERÊNCIAS

- [1] Boff, L. "Sustentabilidade: o que é, o que não é". Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.
- [2] Maciel, H. M.; Khan, A. S. "O Índice de Ecoeficiência em âmbito internacional: uma análise comparativa do desempenho de 51 países entre os anos de 1991 e 2012". *Sustentabilidade em Debate*, v. 8, n. 1, pp. 125-140, 2017.
- [3] Jappur, R. F.; Campos, L. M. S.; Hoffmann, V. E.; Selig, P. M. "A visão de especialistas sobre a sustentabilidade corporativa frente às diversas formações de cadeias produtivas". *Revista Produção Online*, v. 8, n. 3, 2008.
- [4] Indústria Brasileira de Árvores. Relatório Anual, 2017. Disponível em: <<http://iba.org/pt/biblioteca-iba/publicacoes>>. Acesso em: 05 ago. 2018.
- [5] Piotto, Z. C. "Ecoeficiência na Indústria de Celulose e Papel - Estudo de Caso". Tese (Doutorado), 279 fls. Faculdade de Engenharia Hidráulica e Sanitária. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2003.
- [6] Ângulo-Meza, L.; Biondi Neto, L.; Mello, J. C. B. S. De; Gomes, E. G. "ISYDS-Integrated System for Decision Support (SIAD - Sistema Integrado de Apoio à Decisão): a software package for data envelopment analysis model". *Pesquisa Operacional*, v. 25, n. 3, pp. 493-503, 2005.