



5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

## Construção de Indicadores Ambientais Industriais como Estratégia de Política Ambiental: Um Estudo de Caso em Ambiente Virtual

Milton Augusto Barbosa<sup>1</sup>, Débora Zumkeller Sabonaro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Sorocaba/ Mestrado em Processos Tecnológicos e Ambientais  
(milton.barbosa@facens.br)

<sup>2</sup>Universidade de Sorocaba/ Mestrado em Processos Tecnológicos e Ambientais  
(debora.sabonaro@prof.uniso.br)

### Resumo

Este artigo apresenta a construção de Indicadores Ambientais Industriais frente à política ambiental utilizada hoje nas indústrias Brasileiras como forma de trazer valor agregado aos produtos industrializados que respeitam o modo sustentável de manufatura de seus produtos através de Indicadores Ambientais Industriais de uma forma generalista e enfoque mais preciso às suas políticas de Gestão. O Objetivo deste trabalho foi o levantamento e construção de Indicadores Ambientais Industriais, frente a necessidade da implementação de um modelo de gestão ambiental sustentável acessível para Industriais poderem colocar em prática. É uma pesquisa exploratória em literatura já sedimentada e um estudo de caso em ambiente virtual do sistema de gestão ambiental de quatro Indústrias de atividades diversas para obter uma coletânea de indicadores industriais, fazendo uma correlação entre eles para a verificação nos pontos em que se tocam e se repetem. As empresas apresentaram seus indicadores que compilamos em requisitos ambientais como consumo de energias, consumo e tratamento de Água, tratamento de resíduos sólidos, quantidade de emissões e substâncias e investimentos por área para minimização de impactos.

**Palavras Chave:** Indicadores ambientais, Gestão Ambiental, Indústrias.

Área Temática: Gestão

## Construction of Industrial Environmental Indicators and Environmental Policy Strategy: A Case Study in Virtual Environment

### Abstract

*This paper presents the construction of Environmental opposite environmental policy used today in industries as a way to bring added value to industrial products that respect the sustainable mode of manufacture of its products through Industrial Environmental Indicators of a generalist and more accurate approach to Industrial Indicators Management policies . It is an exploratory research literature already sedimented and a case study in virtual environment of the environmental management system of four various Industries for a collection of indicators industrial activities, making a correlation between them for verification at the points where they touch and recur. The Goal is the survey and construction of Industrial Environmental Indicators, against the need to implement a model of sustainable environmental management accessible for Industrial can put into practice. The companies submitted their indicators compiled in environmental requirements for the consumption of energy consumption and water treatment, solid waste treatment, amount of emissions and substances and investments area to minimize impacts.*

**Keywords:** Environmental indicators, Environmental Management, Industries.

Thematic area: Management

## 1 Introdução

Não é de hoje que as indústrias vêm se preocupando com o meio ambiente no qual estão inseridas, já que através da necessidade de fontes e recursos para manter seu capital produtivo, as organizações visam manter suas operações.

Verifica-se hoje, que as empresas no seu setor produtivo, vêm desenvolvendo ferramentas através de vários indicadores ambientais, que visam incorporar em seus processos questões ambientais, quer na tomada de decisões, quer na produção mais limpa de seus produtos, através da eco-eficiência e ainda, da gestão ambiental, através, por exemplo, das certificações com ISO 14001, a remanufatura, a avaliação do ciclo de vida dos produtos, entre outros.

Segundo Slack *et al.* (2002), a magnitude do impacto ambiental possui uma relação direta entre a parcela consumidora da população, os processos produtivos e os produtos que consomem. Esta relação de cumplicidade da sociedade com a empresa, que em um primeiro momento agride o meio ambiente com a extração de recursos naturais, em um segundo momento agride novamente a natureza com os efeitos colaterais de seus processos produtivos e, finalmente, incentiva o descarte dos produtos pelos usuários por meio de novos produtos, a fim de atender seu crescimento econômico. Tal ciclo está sendo questionada pela sociedade, que entendendo os males decorrentes deste cenário, demanda das empresas uma nova abordagem, a abordagem ecológica. Dessa forma as empresas se deparam com uma nova exigência de seus clientes, os fatores ecológicos tendem a ser determinantes no momento da compra de um produto ou serviço.

O Objetivo desta pesquisa foi o levantamento e construção de Indicadores Ambientais Industriais, frente à necessidade da implementação de um modelo de gestão ambiental sustentável acessível para Industriais poderem colocar em prática.

## 2 Metodologia

Esta pesquisa visa a construção de indicadores Ambientais industriais para auxiliar na obtenção de um modelo de Gestão Ambiental nas práticas industriais. Sua relevância está apoiada no conceito de sustentabilidade e Construção de Indicadores. Ocorre que não possuímos na atualidade, modelos práticos e accessíveis de gestão Ambiental Sustentável, uma vez que apenas grandes multinacionais com grande poder aquisitivo conseguem investir na produção de seus produtos de forma mais limpa. É uma pesquisa exploratória em literatura já sedimentada e um estudo de caso em ambiente virtual do sistema de gestão ambiental de 4 (quatro) Industrias de atividades diversas para obter uma coletânea de indicadores industriais, fazendo uma correlação entre eles para a verificação nos pontos em que se tocam e se repetem.

### Dos Indicadores

Os indicadores de sustentabilidade são importantes ferramentas de mensuração e avaliação do progresso rumo ao desenvolvimento sustentável, sendo necessários para subsidiar a elaboração de políticas públicas e a tomadas de decisões (Veiga, 2013).

Assim, colecionamos informações Ambientais Industriais via virtual das Indústrias Fibria (Indústria de Fabricação de Celulose), Duratex (produtora de painéis de madeira industrializada e pisos, louças e metais sanitários do Hemisfério Sul. Produz ainda aquecedores solares e chuveiros eletrônicos. É líder no mercado brasileiro com as marcas Durafloor, Duratex, Deca e Hydra), FIAT (Automobilística) e Malwee (Têxtil).

### **3 Resultados**

#### **ESTUDOS DE CASOS – AMBIENTE VIRTUAL**

##### **1<sup>a</sup>. - Fibria**

###### **Energia**

A produção de celulose na Fibria é baseada em uma matriz energética sustentável, que utiliza recurso natural renovável (madeira e biomassa líquida) e combustível menos intensivo em carbono, como o gás natural. Quase toda a energia produzida na Fibria vem de subprodutos do processo produtivo.

Em Jacareí, parte da energia é gerada por gás natural, com baixo impacto ambiental. Buscando melhorias contínuas, a Unidade trabalha num projeto de reaproveitamento do lodo biológico. Esse lodo, resíduo do tratamento de efluentes do processo produtivo, pode ser aproveitado para a geração de energia.

A característica sustentável dessa energia produzida pela Fibria traz um ganho extra para as Unidades que geram excedentes e comercializam energia elétrica na rede pública nacional, como é o caso de Aracruz e Três Lagoas.

###### **Água**

Otimizar o consumo de água no processo de fabricação de celulose é um dos principais desafios ambientais da Fibria. As três Unidades de produção de celulose consomem volumes inferiores às referências de melhores práticas e tecnologias disponíveis.

A Unidade Jacareí (SP) é referência mundial, com uma média de 20 metros cúbicos de água por tonelada de celulose produzida. A Unidade Três Lagoas (MS), por sua vez, atinge uma média de 31,97 metros cúbicos de água por tonelada de celulose. Já a Unidade Aracruz (ES), formada por três fábricas, consome 35,6 metros cúbicos de água para cada tonelada de celulose que fabrica.

A captação de água para abastecimento das fábricas é realizada a partir de outorgas e obedece à legislação ambiental de cada localidade e às licenças de operação das Unidades.

###### **Emissões**

Pela própria natureza de seu negócio, baseado em plantios florestais comerciais associados a áreas de restauração e conservação de vegetação nativa, a Fibria apresenta um balanço positivo entre a emissão e o sequestro de carbono da atmosfera.

Além de buscar reduzir e controlar as fontes (equipamentos e processos) geradoras de odor, a empresa mantém a Rede de Percepção de Odor (RPO), formada por voluntários das comunidades vizinhas que são treinados para identificar o odor e comunicar a empresa ao detectarem a ocorrência de odor nas proximidades das fábricas.

###### **Resíduos**

A Fibria vem fazendo esforços para utilizar resíduos da fabricação de celulose que são coprocessados e transformados em produtos para aplicação na área florestal. Em torno de 47 mil toneladas anuais de dregs, grits, lama de cal e cinza de caldeira produzidos na Unidade Aracruz são aproveitadas na correção da acidez dos solos onde a empresa mantém plantios de eucalipto. Essa prática proporcionará ganhos ambientais e econômicos com a redução da disposição dos resíduos em aterros e com a substituição de matéria-prima comprada pelos resíduos reaproveitados nas operações de silvicultura.

##### **2<sup>a</sup>. – Duratex**

###### **Energia**

A Duratex investe no uso de fontes de energia com menor impacto ambiental, como, por exemplo, a biomassa, fonte renovável mais utilizada pela empresa. O acompanhamento desse indicador é realizado em todas as unidades, permitindo o estabelecimento de metas e

programas de redução de consumo. Essas práticas reforçam a gestão estratégica da Duratex e a busca constante pela melhoria de seus processos industriais.

## **Água**

A água é utilizada nos processos industriais da Duratex de diversas formas, e seu consumo é medido em cada uma das unidades, permitindo maior controle e gestão sobre esse recurso. Além disso, a empresa tem concentrado esforços na redução da quantidade total de água utilizada em seus processos por meio do estabelecimento de metas e programas de reciclagem e reuso.

A Duratex realiza o tratamento dos efluentes de seus processos produtivos em estações (ETE - Estação de tratamento de efluentes), localizadas em suas unidades, possibilitando a melhoria na qualidade da água e o seu descarte adequado, de acordo com a legislação ambiental. A geração de efluentes é medida pelas unidades, e integra o programa de metas de redução da Companhia.

## **Emissões**

Para quantificar e classificar as emissões provenientes de seus processos e atividades, a Duratex elabora seu Inventário de emissões de gases de efeito estufa (GEE) desde 2007, utilizando o GHG Protocol como metodologia para cálculo.

As informações coletadas são auditadas por empresa independente desde 2011, o que permite o aprimoramento dos dados e a credibilidade da base histórica. Essa atividade é fundamental para conhecer os impactos da operação da empresa, identificar oportunidades e estabelecer metas de redução dessas emissões.

## **Resíduos**

A Duratex realiza a gestão dos resíduos sólidos resultantes de seus processos industriais e florestais, desde a etapa de geração até a destinação final. Diversas ações são realizadas para minimizar a sua geração e buscar novas tecnologias que permitam reciclar ou reutilizar esses materiais em outros processos produtivos. A destinação de resíduos é acompanhada pelas unidades e integra o programa de metas de redução da Companhia. Também envolve a sua cadeia de valor, de maneira preventiva, realizando a homologação e o acompanhamento de seus fornecedores, para garantir a destinação ambientalmente adequada de seus resíduos.

## **3<sup>a</sup>. FIAT**

Nos últimos cinco anos, os investimentos diretos em gestão ambiental ultrapassaram R\$ 40 milhões – recursos que sinalizam a aposta da Fiat em tecnologias mais eficientes e eficazes para prevenir e reduzir os impactos ambientais.

A Fiat Automóveis foi a primeira fábrica do setor automotivo do país a destinar 100% dos resíduos que gera para a reciclagem e a reutilização, eliminando o envio para aterros. Para que a meta do Aterro Zero seja diariamente alcançada, todos os empregados participam com ações fundamentadas na hierarquia da pirâmide dos 5Rs: Recuse, Reduza, Reutilize, Recicle e Recupere. Por meio dos 5Rs, a Fiat busca, primeiramente, eliminar e reduzir a geração de resíduos nos processos e termina por reaproveitar, reciclar e recuperar os materiais.

O trabalho da equipe ambiental da Fiat é intenso na análise dos resíduos e no desenvolvimento de estudos para ampliar, cada vez, os índices de reciclagem e reaproveitamento. Na busca por soluções inovadoras, a empresa foi pioneira no setor na implantação de um sistema para a reciclagem de isopor, que reduz em 50 vezes o volume do material.

Uma das diversas formas que a Fiat utiliza para reaproveitar materiais também está diretamente ligada à preocupação com o bem-estar e o desenvolvimento econômico da comunidade do entorno da fábrica. Alguns materiais, como fivelas, calotas e aparas de cinto

de segurança, são enviados para a cooperativa social que faz parte do programa Árvore da Vida – Jardim Teresópolis

Diariamente, a Fiat monitora os parâmetros do efluente tratado em um laboratório próprio, acreditado de acordo com as normas da ISO 17025, que faz o controle de todo o processo de tratamento para verificar sua eficiência e qualidade.

#### **4ª. - MALWEE**

##### ***Carbono Livre***

Preocupação com o meio ambiente e as gerações futuras não é novidade na Malwee, uma empresa que mantém áreas de preservação ecológica desde sua fundação e que já no ano 2000, trocava o óleo BPF por gás natural. De forma espontânea e inovadora, a Malwee foi pioneira no segmento têxtil a neutralizar os gases do efeito estufa, recebendo o selo Carbono Livre.

O resultado desse inventário foi comparado com o do inventário florestal da empresa, e apontou que o volume de árvores existentes plantadas e preservadas pela Malwee oferecia à empresa um superávit em neutralização de carbono. O estudo foi baseado nos parâmetros de avaliação do IPCC - Intergovernamental Panel on Climate Change.

Para ser Carbono Livre a empresa apostou não somente em seu atual inventário florestal e no plantio de novas árvores. A Malwee investe continuamente em um grande conjunto de ações efetivas, buscando sempre tecnologias mais limpas e processos que reduzam o impacto ambiental.

##### ***Produção x Sustentabilidade***

A utilização de vários processos não agressivos ao meio ambiente refletem a filosofia da Malwee e de seus fundadores, que trabalham permanentemente na preservação dos recursos naturais. Mais do que isso, a empresa tem a responsabilidade de investir constantemente na melhoria dos processos produtivos e, consequentemente, preservar a saúde, o bem-estar e a qualidade de vida desta e das futuras gerações.

##### ***Lavação com ozônio é diferencial sustentável***

Sempre abraçando causas que envolvem a preservação da natureza, a Malwee optou pela utilização do ozônio nos processos de lavação de algumas peças de sua coleção em jeans. O uso do ozônio reduz a utilização de produtos químicos, dando importância aos processos manuais e dispensa o uso da água. Além disso, os efeitos são conseguidos em um tempo menor, o que possibilita uma economia de energia. Outra vantagem é que, pelo fato de não desgastar muito o tecido, os resultados permanecem por muito mais tempo, aumentando o ciclo de vida do produto.

##### ***Tratamento de Efluentes e Reutilização da água***

###### **Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) - TECNOBIO**

Depois de utilizada na fábrica para fazer tingimentos, lavações de tecidos e estampas e, ainda, para o uso geral (jardim, banheiros, lavação de pisos), a água contaminada volta para um tanque chamado tanque de equalização. A partir deste ponto, a água é chamada de efluente.

No tanque de equalização todos os efluentes se misturam com a ajuda de ar comprimido. Este processo fará com que o efluente tenha um pH constante em seu interior apresentando uma cor homogênea com uma quantidade de poluentes bem distribuída.

##### ***A Recuperação da água***

A Malwee recupera 50.000 litros/hora de água que opera de acordo com as necessidades da empresa através de um moderno sistema de filtração composto por filtros a quartzo e filtros a resina, que deixam a água em perfeito estado para ser reutilizada no processo industrial. Esta água é utilizada principalmente no setor de tinturaria, nos processos de tingimento e lavação. Com este projeto, a Malwee deixa de captar do rio Jaraguá mais de

200 milhões de litros de água por ano, provando, assim, que a empresa trabalha em prol do desenvolvimento sustentável.

### **Construção dos Indicadores Ambientais Industriais**

A partir deste levantamento do estudo de caso das empresas, coletamos os Indicadores divididos em 5 (cinco) grupos: Emissão de Gases, Utilização de Água, Utilização de Energia, Descarte de Resíduos, Reutilização/Reciclagem (Tabela 1), podemos observar que alguns indicadores não se repetem nos sistemas de Gestão Ambiental de todas as empresas. O motivo pode ser pela complexidade ambiental diferenciada em cada empresa ou mesmo não encontrado na metodologia de pesquisa no modo virtual.

Tabela 1 – Grupo de Indicadores por Empresa e área Ambiental

<b>1ª. FIBRIA</b>	<b>2ª. DURATEX</b>	<b>3ª. FIAT</b>	<b>4ª. MALWEE</b>
<b>Energia</b>	<b>Energia</b>	<b>Energia</b>	<b>Energia</b>
Consumo Total	Consumo Total	Consumo Total	
Direta	Direta		
Indireta	Indireta		
Fontes	Fontes		
<b>Água</b>	<b>Água</b>	<b>Água</b>	<b>Água</b>
Volume Total	Volume Total	Volume Total	Volume Total
Fonte Captação	Fonte Captação		
Reciclagem / Reuso	Reciclagem / Reuso	Reciclagem / Reuso	Reciclagem / Reuso
Efluentes/Descarte	Efluentes/Descarte	Efluentes/Descarte	Efluentes/Descarte
<b>Emissões</b>	<b>Emissões</b>	<b>Emissões</b>	<b>Emissões</b>
Quantidade Total	Fontes		
Substâncias	Substâncias		
Camada Ozonio	Emissão Direta		Emissão Direta
	Emissão Indireta		Emissão Indireta
			Carbono Livre
<b>Resíduos</b>	<b>Resíduos</b>	<b>Resíduos</b>	<b>Resíduos</b>
Quantidade Total	Quantidade Total		Quantidade Total
Tipos	Tipos		
Perigosos			
Não Perigosos			
tratamento			
disposição	disposição		Aterro
	Reciclagem/Reutilização	Reciclagem/Reutilização	
<b>Investimento</b>	<b>Investimento</b>	<b>Investimento</b>	<b>Investimento</b>
Área Ambiental		Área Ambiental	

Para gerar a construção dos indicadores Ambientais Industriais com base nas quatro empresas do estudo, vamos classificar em indicadores principais e secundários.

Os Indicadores principais serão eleitos conforme regra quando se repetir nas quatro empresas e tiver obrigatoriedade ambiental da norma ISO 14001 ou legislação vigente. Foram considerados como indicadores principais o Consumo de Energia, Consumo de Água (Reciclagem/Reuso e, Tratamento de Efluentes/Descarte), as Emissões e Resíduos (Quantidade e Tipos) (Tabela 2).

Os secundários serão classificados de acordo com mínimo de duas repetições nas empresas (Tabela 3).

Tabela 2 – Grupo de Indicadores Primários por área Ambiental

<b>Indicadores Principais</b>				
<b>Energia</b>	<b>Água</b>	<b>Emissões</b>	<b>Resíduos</b>	<b>Investimentos</b>
Consumo Total	Volume Total	Quantidade Total	Quantidade Total	
	Reciclagem / Reuso	Substâncias	Tipos	
	Efluentes/Descarte			

Tabela 3 – Grupo de Indicadores Secundários por área Ambiental

<b>Indicadores Secundários</b>				
<b>Energia</b>	<b>Água</b>	<b>Emissões</b>	<b>Resíduos</b>	<b>Investimentos</b>
Direta	Fonte Captação	Emissão Direta	Tipos	Área Ambiental
Indireta		Emissão Indireta	Disposição	
Fontes		Camada Ozônio	Reciclagem	
		'	Reutilização	

Para indicadores secundários foi considerado também mesmo sem repetir duas vezes, a quantidade que afeta a camada de ozônio, por sua importância ao Planeta e aquecimento global. Assim, o grupo totaliza (20) vinte indicadores ambientais Industriais, divididos em 5 grupos e classificados em principal e secundários.

Esses indicadores são referenciados e escolhidos em um formato simples, porém com objetivo de construir um modelo gestão ambiental industrial.

#### 4 Considerações Finais

A construção e conceitos de indicadores industriais estão bem definidos e explorados nas pesquisas acadêmicas. Os pesquisadores definem que é o primeiro passo para obter um sistema de gestão ambiental, definindo os indicadores chaves de performance. É fundamental para o setor industrial implementar políticas de desenvolvimento sustentável. Assim, mesmo não sendo uma pesquisa exploratória de campo que seria mais apurada, podemos considerar que as empresas do estudo de caso revelam seus sistemas de gestão ambiental.

Os Sistemas de Gestão das empresas demonstram e quantificam seus indicadores estabelecidos para que as atividades de gerenciamento possa medir, analisar, implementar ações e verificar a eficiência de minimizar impactos ambientais.

Portanto, as empresas do estudo de caso apresentaram seus indicadores que compilamos em requisitos ambientais como consumo de energias, consumo e tratamento de Água, tratamento de resíduos sólidos, quantidade de emissões e substâncias e investimentos por área para minimização de impactos.

Foi observado que duas empresas, a FIBRIA e a DURATEX apresentaram um número maior de indicadores em seu sistema de gestão ambiental. Tal fato pode ser em função da severidade ambiental que seus processos geram ou em função das outras duas empresas, a FIAT e a MALWEE não apresentaram o conjunto completo no site de pesquisa.

Essa condição não causou inconsistência na construção do grupo de indicadores ambientais industriais. Considerou para construção de indicadores dois grupos, sendo os principais que todas as empresas utilizam e os secundários que se repetiam em duas das empresas estudadas.

Os indicadores principais foram escolhidos também em função de exigência da ISO 14001 ou legislação vigente, que considera necessário controle de consumos de recursos naturais e tratamentos de resíduos.

Esses indicadores principais são de grande importância para o aspecto ambiental como também para melhorar a produtividade das empresas, uma vez que esses recursos tem custo de utilização e tratamento. Dessa forma foi possível verificar vários projetos de minimização de impacto ambiental sendo aplicados por ter dois fatores em questão na sustentabilidade, o ambiental e o econômico. O fator social gera em torno de pessoas envolvidas conscientes e a qualidade de vida por um meio ambiente em condições susutentáveis.

As minimizações de impactos ambientais revelam redução de consumo de energias, substituição e troca para gerar menos impacto, utilização de energias alternativas que não geram emissões proibidas que afetam a atmosfera.

Já no aspecto utilização e tratamento da água as minimizações de impactos ambientais apresentam redução de consumo em função de reuso, várias fontes de captação e tratamento de efluentes para não gerar impactos destrutivos a natureza.

Quanto as emissões são controlados as quantidades das emissões diretas e indiretas e as quantidade por substâncias e seus impactos.

No caso dos resíduos sólidos surge de forma bastante positiva os programas para reduzir consumos desnecessários, o controle das quantidades consumidas e as reciclagens.

Pode observar que para obter as minimizações as empresas fazem um investimento e esperam um retorno de economia. Outros casos ficam claro que pelo impacto gerado é mandatório por leis ambientais, a exemplo do controle para não afetar camada de ozônio, controle de resíduos e gases perigosos ao ser humano.

Considera um artigo desenvolvido com base em sustentabilidade e criação de indicadores com perspectiva de que outras empresas possam obter um Sistema de Gestão Ambiental. Com SGA, espera que essas empresas possam medir e implementar ações para minimização de impactos ambientais, melhorar sua produtividade industrial e cumprir legislação vigente no país.

## 5 Referências

ABNT NBR ISO 14001. *Sistemas de Gestão Ambiental: requisitos com orientações para uso.* 2a. ed., 2004.

ASSOSIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaios e calibração: NBR ISO/IEC 17025. Rio de Janeiro, 2001. 19p

SEIFFERT, M. E. B. *ISO 14001: Sistemas de gestão ambiental.* São Paulo: Atlas, 2005.  
SLACK, N. et al. *Administração da produção.* São Paulo: Atlas, 2002.

VEIGA, T. B., Aplicação da Técnica Delphi na Construção de Indicadores de Sustentabilidade. *Periódico Eletrônico do Forum Ambiental da Alta Paulista*, v.9, n.1, p.20-29, 2013.