

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO ESPECIALIZAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

LEANDRO GASPARELLO DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA: UMA FERRAMENTA AMBIENTAL
SUSTENTÁVEL UTILIZADA NA ESFERA INDUSTRIAL**

MONOGRAFIA

PONTA GROSSA

2015

LEANDRO GASPARELLO DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA: UMA FERRAMETA AMBIENTAL
SUSTENTÁVEL UTILIZADA NA ESFERA INDUSTRIAL**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de

Produção, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos de Francisco

PONTA GROSSA

2015

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido mediante muito estudo e dedicação. Agradeço aos meus pais Roberto e Rosana, pelo incentivo e apoio.

À minha namorada Rubia, pela cobrança na dedicação e pela confiança em alcançar os objetivos.

Ao meu orientador Antonio Carlos de Francisco (Tico), por depositar sua confiança, paciência e compartilhar seus conhecimentos.

Aos amigos e companheiros do curso de especialização por compartilhar de alegrias e sorrisos nas aulas de finais de semana.

À UTFPR por oferecer a estrutura necessária para desenvolver os estudos.



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS PONTA GROSSA
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Curso de Especialização em Engenharia de Produção



FOLHA DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA: UMA FERRAMENTA AMBIENTAL SUSTENTÁVEL NA ESFERA INDUSTRIAL.

por

Leandro Gasparello de Oliveira

Esta monografia foi apresentada às nove horas do dia 12 de dezembro de 2015, como requisito parcial para a obtenção do título de ESPECIALISTA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profª. Drª. Joseane Pontes (UTFPR)
Banca

**Prof. Dr. Antonio Carlos de Francisco
(UTFPR)**
Orientador

Visto do Coordenador:

**Prof. Dr. Luis Mauricio Martins de
Resende**
Coordenador
UTFPR – Câmpus Ponta Grossa

RESUMO

OLIVEIRA, Leandro Gasparello. **Avaliação do Ciclo de Vida: Uma ferramenta ambiental sustentável utilizada na esfera industrial.** 2015. 33 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2015.

Nos últimos anos, as questões ambientais têm se tornado fator determinante para a melhoria do desenvolvimento sustentável na indústria. Os impactos ambientais causados pela natureza dos processos e produtos, agravaram nosso meio ambiente, trazendo preocupações nestes aspectos. Para contribuir de forma positiva nesta perspectiva ambiental, a avaliação do ciclo de vida é uma ferramenta que tem como objetivo identificar e avaliar os impactos ambientais, através das quatro etapas que correspondem à definição do objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impacto e interpretação. Este estudo teórico objetivou-se em apresentar conceitos sobre sustentabilidade, *triple bottom line*, ACV e suas fases e os aspectos ambientais relacionados, com base nas normas NBR ISO 14040 e 14044. Neste contexto, o principal desafio das indústrias é desenvolver ações e práticas sustentáveis e manter os recursos naturais sem comprometer o meio ambiente.

Palavras-chave: Avaliação do Ciclo de Vida, Sustentabilidade, Impacto ambiental.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Leandro Gasparello. **Life Cycle Assessment: a sustainable environmental tool used in the industrial sphere.** 2015. 33 s. Monograph (Specialization in Production Engineering), Federal Technology University – Paraná. Ponta Grossa, 2015.

In recent years, environmental issues have become a determinant factor for the improvement of sustainable development in industry. The environmental impacts caused by the nature of the processes and products have worsened our environment, bringing concerns in these aspects. To contribute positively in this environmental perspective, the evaluation of the life cycle is a tool that has as objective to identify and assess the environmental impacts through the four steps that correspond to the definition of the objective and scope, inventory analysis, impact assessment and interpretation. This theoretical study aimed to present concepts about sustainability, triple bottom line, LCA and its phases and the environmental aspects, on the basis of norms NBR ISO 14040 and 14044. In this context, the main challenge os industries is to develop actions and sustainable practices and maintain natural resources without compromising the environment.

Keywords: Life Cycle Assessment, Sustainability, Environmental impact.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Triple Bottom Line.....	14
Figura 2 - Estrutura da ACV	22

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Categorias de Impactos e possíveis indicadores.....	26
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 OBJETIVOS	10
1.1.1 Objetivo Geral.....	10
1.1.2 Objetivos Específicos	10
1.2 JUSTIFICATIVA	10
1.3 METODOLOGIA.....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Sustentabilidade	12
2.2 TBL (<i>Triple Bottom Line</i>).....	13
2.2.1 Sustentabilidade ambiental	14
2.2.2 Sustentabilidade social	18
2.2.3 Sustentabilidade econômica	19
3 Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)	20
3.1 Estrutura Metodológica da ACV	21
3.1.1 Definição de objetivo e escopo.....	22
3.1.2 Análise de Inventário de Ciclo de Vida (ICV)	23
3.1.3 Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida (AICV).....	24
3.1.4 Interpretação.....	24
4 CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

Atualmente vivemos num alto índice de consumismo de produtos e, conseqüentemente, há uma grande preocupação com o meio ambiente, pois, a produção industrial nos conduz a um agravamento ecológico futuramente. Para contribuir de forma positiva com a gestão ambiental moderna, utiliza-se a metodologia ACV (Avaliação do Ciclo de Vida), que corresponde a uma ferramenta da área ambiental que permite avaliar e mensurar os impactos causados pelos produtos e processos no meio ambiente.

Löfgren, Tillman e Rinde (2011) categorizam a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) como a metodologia mais importante na gestão ambiental industrial moderna.

A ACV vem sendo aplicada em diversos setores e ramos da indústria mundial e tornou-se elemento-chave para desenvolver ações na esfera ambiental (GUINÉE, 2011).

Nos setores de produtos de origem florestais, em especial o de painéis de madeira, os estudos da ACV são relativamente novos e arquetam um importante campo da ciência onde a aplicação da ACV permite avaliar impactos, propor alternativas para a melhoria do desempenho ambiental de diferentes sistemas de produção ou fases do ciclo de vida, conhecer informações ambientais ainda desconhecidas, e voltar estudos científicos para áreas mais impactantes (GONZÁLEZ-GARCIA *et al.*, 2009a; JEFFERIES *et al.*, 2012).

O principal desafio das empresas no século XXI é extinguir a poluição, ou seja, explorar e identificar os principais problemas ambientais e buscar soluções para que estes não causem impactos negativos para o nosso meio ambiente. A questão de gerar um processo industrial mais sustentável vai muito além de respeitar a legislação, pois, trata-se de se manter competitivo no mercado.

Neste contexto, define-se o seguinte problema de pesquisa: **Quais medidas teóricas, reduzem potenciais impactos que contribuem para a melhora do desempenho ambiental?**

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Identificar, teoricamente, medidas que reduzam potenciais impactos e contribuam para a melhora do desempenho ambiental, levando em consideração os indicadores obtidos através da metodologia da ACV.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Descrever a estrutura metodológica da ACV (Avaliação do ciclo de vida).
- Identificar teoricamente possíveis impactos ambientais, através da metodologia ACV.
- Avaliar, teoricamente, a relevância da aplicação da ACV no ambiente produtivo.

1.2 JUSTIFICATIVA

Destaca-se teoricamente, vários benefícios que podem ser identificados e utilizados pelas empresas no ambiente produtivo, através da aplicação da ACV, contribuindo positivamente para o contexto sustentável e os aspectos ambientais.

Guinée (2001) complementa que a utilização da ACV promove ainda benefícios como: possibilitar a escolha entre uma série de produtos comparáveis, promover a concepção de novos produtos, analisar as origens dos problemas relacionados a um determinado produto; possibilitar melhorias por meio da comparação de variantes de um determinado produto.

A perspectiva da ACV identifica e quantifica impactos ambientais de forma a analisar e elencar quais fases do ciclo de vida do produto possui impacto ambiental

mais considerável (CAMBRIA e PIERANGELI, 2012).

No Brasil, encontra-se poucos estudos publicados sobre a ACV, pois, ainda se trata de uma ferramenta relativamente nova, porém o tema é de grande relevância onde a produção moderna está mais consciente e preocupada com as questões ambientais, buscando melhorias no desempenho ambiental.

Piekarski (2013) desenvolveu um importante estudo sobre a ACV, onde tituló sua dissertação de mestrado como “Proposta de Melhoria do Desempenho Ambiental Associado ao Ciclo de Vida da Produção do Painele de Madeira MDF”.

Luz (2011) escreveu sua dissertação de mestrado sobre “Proposta de Modelo para Avaliar a Contribuição dos Indicadores Obtidos na Análise do Ciclo de Vida Sobre a Geração de inovação na Indústria” ampliando os conhecimentos e as pesquisas sobre o tema.

1.3 METODOLOGIA

Este estudo tem uma natureza básica, com seus procedimentos técnicos bibliográficos, pois objetiva-se gerar conhecimentos na área da sustentabilidade e meio ambiente, contribuindo para o avanço da ciência e das pesquisas acadêmicas.

Os documentos utilizados como referência para o desenvolvimento do estudo foram periódicos especializados, através das bases NBR ISO, que trata das questões ambientais, *Journal of Cleaner Production*, livros, artigos, dissertações e teses que contemplam os conceitos sobre o assunto.

Quanto à abordagem do problema: qualitativa, pois caracteriza-se pelo enfoque interpretativo e seus objetivos são descritivos, pois conceitua-se as questões da sustentabilidade e a relação entre a indústria e o meio ambiente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, fundamenta-se os assuntos pesquisados que correspondem ao embasamento do estudo, tais como, sustentabilidade, sustentabilidade ambiental, sustentabilidade social, sustentabilidade econômica, desempenho ambiental, *Triple Bottom Line (TBL)*, Avaliação do ciclo de vida (ACV).

2.1 Sustentabilidade

Para Siche *et al.* (2007), “a origem latina “*sustentare*” significa sustener, sustentar, suportar, conservar em bom estado, manter, resistir. Logo, sustentável quer dizer a capacidade de ser mantido ou suportado”.

A sustentabilidade é multidimensional, ou seja, as dimensões estão entrelaçadas, de modo que, não é logicamente possível falar de sustentabilidade ambiental sem falar das outras dimensões e assim reciprocamente. A ideia de sustentabilidade está associada a manutenção do equilíbrio entre a esfera ambiental, social e econômica, que se reflete com atitudes e iniciativas positivas individuais e cotidianas.

Giacometi (2008) considera que “a sustentabilidade é um objetivo que deve permear as ações das sociedades contemporâneas, diminuindo o uso insensato dos recursos renováveis e não renováveis”.

A sustentabilidade seria o fruto de um movimento histórico recente que passa a questionar a sociedade industrial enquanto modo de desenvolvimento. Seria o conceito síntese desta sociedade cujo modelo se mostra esgotado. A sustentabilidade pode ser considerada um conceito importado da ecologia, mas cuja operacionalidade ainda precisa ser provada nas sociedades humanas. (ROSA, 2007).

Fialho *et al* (2008) traz o enfoque da “gestão da sustentabilidade na era do conhecimento enfatizando a sustentabilidade como viabilizadora da própria raça humana, não apenas como diferencial competitivo das organizações e, sim, como profundo requisito para a sobrevivência sistêmica do planeta”.

Araújo *et al.* (2006) diz que “o conceito de sustentabilidade está ligado às três

dimensões e que para uma empresa ser considerada sustentável é necessário ter ações eficientes nessas três dimensões”.

Nesta perspectiva, vincula-se o *Triple Bottom Line*, composto pelo tripé da sustentabilidade, que contribui para que as empresas se tornem mais competitivas no mercado, visando a melhoria da gestão dos processos, produtos e serviços e o bem-estar da sociedade. Para Barbieri, (2010) “Esta gestão sustentável tem como objetivo reduzir os impactos ambientais, gerar riqueza, valor e atender os anseios sociais que compõem o TBL (*Triple Bottom Line*) ou tripé da sustentabilidade – social, ambiental e econômica”.

2.2 TBL (*Triple Bottom Line*)

A ótica da sustentabilidade está apoiada no conceito do *Triple Bottom Line*, onde a interseção das dimensões ambientais, sociais e econômicas compõem a sustentabilidade. (UNEP, 2007). Diante de diversos problemas distribuídos nas três esferas anteriormente mencionado, a sustentabilidade torna-se extremamente importante principalmente para que as organizações desenvolvam estratégias e ações sustentáveis, que buscam a proteção do meio ambiente e o bem-estar da sociedade.

Segundo Barbosa (2007) “Os componentes fundamentais para o desenvolvimento sustentável consistem em: crescimento econômico, proteção ao meio ambiente e igualdade social. Esses fundamentos aliados à mudança do paradigma das empresas, que tinham como único foco o lucro, passaram por uma concepção de desenvolvimento sustentável, dando origem ao TBL ou *Triple Bottom Line* da sustentabilidade”.

Para Nascimento (2011, p. 9), “as diversas possibilidades de reaproveitamento do resíduo estão relacionadas ao TBL da sustentabilidade, pois abrangem o fator econômico (possibilidades de ganho com um produto de representatividade no mercado atual e obter a produção com uma matéria-prima de baixo custo); o fator social (fonte de geração de emprego e renda para todos os atuantes da cadeia reversa) e, o fator ambiental (os óleos e gorduras vegetal e animal saturados, quando descartados de maneira incorreta como em ralos de pia e vasos sanitários, geram entupimentos na rede de esgoto. Quando em contato com o meio ambiente

impermeabiliza solos propiciando enchentes e deslizamentos e, em contato com a água, além da poluição, o óleo fica na superfície impossibilitando a respiração dos seres desta fauna) ”.

O *Triple Bottom Line* tem a combinação das três dimensões em seu núcleo: Ambiental, social e econômica, chamado de tripé da sustentabilidade.



Figura 1 - Triple Bottom Line

Fonte: Invepar (2013)

Na perspectiva da sustentabilidade empresarial, cada vez mais se percebe que há melhorias a serem implantadas, através de grupos de pessoas, de forma estruturada e organizada, envolvendo uma comunicação permanente com vários públicos, não somente o externo, mas principalmente as pessoas internas das empresas, com o objetivo de transformar as organizações ainda mais sustentáveis.

2.2.1 Sustentabilidade ambiental

Dentro da perspectiva ambiental, o principal desafio do homem é conservar os recursos naturais sem comprometer o meio ambiente e as futuras gerações. A

palavra sustentabilidade tem diversos conceitos, porém, está consolidada em três esferas: ambiental, social e econômica. As empresas sustentáveis desempenham um papel importante para que tenhamos uma sociedade saudável, pois o tema reflete na sobrevivência das organizações, do planeta e do próprio ser humano. Para Bellen, (2004, p. 73), “sustentabilidade requer um padrão de vida dentro dos limites impostos pela natureza”.

A indústria de um modo geral produz bens e oferece serviços que proporcionam conforto e atende as necessidades do homem, porém, as preocupações com as questões ambientais passaram a fazer parte da gestão das grandes empresas nos últimos anos. No âmbito organizacional, a sustentabilidade ambiental tem como principal objetivo preservar o meio ambiente e minimizar os impactos associados aos produtos e processos. Neste sentido, “a ideia de desenvolvimento sustentável carrega um forte conteúdo ambiental e um apelo claro à preservação e à recuperação dos ecossistemas e dos recursos naturais”. (BUAINAIN, 2006, p. 47).

Para que isto ocorra, conforme Glavic e Lukman (2007) “é necessário que por parte das empresas, sejam considerados os princípios ambientais, para minimizar a utilização de substâncias perigosas, recursos e energia também denominados como: recursos renováveis, minimização de recursos, redução na fonte, reciclagem, reutilização, reparação, regeneração, recuperação, reconstrução, purificação e degradação”.

Necessita-se que as empresas desenvolvam e apliquem em seus processos de produção, de extração de matérias-primas e principalmente em seus produtos, uma cultura sustentável e uma prática de recursos renováveis que contribua de forma positiva para a saúde do meio ambiente.

Em tempos atuais, vive-se num alto índice de consumismo de produtos, e conseqüentemente, há uma grande preocupação da população com o meio ambiente, pois, a produção industrial nos conduz a um agravamento ecológico futuramente. Sob esta perspectiva, BOFF (2012), considera que “a sustentabilidade se mede pela capacidade de conservar o capital natural, permitir que se recupere, refaça e, ainda, por meio da inteligência humana, possa ser melhorada para entregarmos às gerações futuras não uma Terra depauperada, mas enriquecida e ainda aberta a co-evoluir, já que vem evoluindo há milhões de anos”.

As empresas de um modo geral tinham um único objetivo até pouco tempo atrás que era gerar lucro. Com o passar dos anos, esse pensamento mudou, pois, acrescentou-se uma preocupação maior com o espaço que estas organizações estão inseridas e o seu papel perante a sociedade e o meio ambiente. As grandes cidades estão menos sustentáveis, pois, a produção de veículos automotores aumentou, tornando-as mais poluídas através da emissão de CO², o descarte dos resíduos de maneira incorreta também se agravou, contaminando o solo, entre outras inúmeras questões relacionadas ao contexto ambiental.

Atualmente, vivemos uma crise ambiental planetária que atinge o globo como um todo, sendo da nossa civilização, ou seja, do modo como a nossa sociedade se relaciona com o meio ambiente. Considerando que a realidade é uma crise ambiental na história da humanidade, que lições e desafios isso nos traz?

Acerca desta perspectiva, LEFF (2003, p. 15) ressalta que “a crise ambiental é a crise do nosso tempo. O risco ecológico questiona o conhecimento do mundo. Esta crise se apresenta a nós como um limite no real que se re-significa e se re-orienta o curso da história: limite do crescimento econômico e populacional; limite dos desequilíbrios ecológicos e das capacidades de sustentação da vida; limite da pobreza e da desigualdade social”.

Atualmente, os produtos fabricados têm sua vida útil reduzida, pois, as tendências de mercado fazem com que as pessoas estejam sempre buscando o que há de mais moderno, alimentando o consumo desenfreado de produtos. Conseqüentemente, o resíduo gerado pela produção aumenta, sendo descartado na maioria das vezes de forma incorreta que remete a um problema ambiental gravíssimo.

Para que estes e outros problemas ambientais não ocorram, BELLEN (2002), considera “de grande importância é a redução dos combustíveis fósseis, na diminuição de poluentes emitidos em nosso ar, bem como, a adoção da conservação de energia por meio de políticas cujos recursos sejam substituídos mesmo os não renováveis, aumentando a eficácia da relação entre cada recurso usufruído”.

Na visão de Barcelos (2012) “Não se pode correr o risco de testar até onde o planeta poderá resistir, pois as conseqüências podem ser irreversíveis. Deve-se ampliar a percepção sobre a complexidade dos sistemas que regem a natureza e as

estruturas socioeconômicas e refletir sobre a atual relação existente entre os seres humanos e o ambiente que os cerca”.

2.2.1.1 Desempenho Ambiental

Muitas empresas buscam a implementação dos sistemas de gestão ambiental, onde se tem como objetivo, demonstrar, praticar e melhorar o desempenho ambiental. Define-se desempenho ambiental como sendo “os resultados da gestão de uma organização sobre os aspectos ambientais”. NBR ISO 14031:2004.

A visão das organizações não deve ser apenas para respeitar a legislação e manter-se competitiva no mercado, mas incorporar em suas estratégias gerenciais, novos parâmetros e ferramentas que auxiliem no controle e na melhoria dos processos produtivos e dos produtos. A autora Maimom (1996, p. 22), classificou as empresas que abordam a gestão ambiental como fator condicionante de sua competitividade de organizações possuidoras do “comportamento ético ambiental”. Ainda na visão da autora, este modelo passa a tratar o meio ambiente como uma nova oportunidade de negócio tanto do ponto de vista tecnológico quanto organizacional.

Os cuidados com o meio ambiente tornaram-se uma questão de sobrevivência no mercado e isto não é exclusividade nas empresas, pois trata-se da conscientização ambiental, onde se busca o contágio das pessoas, iniciando pelos próprios funcionários, que por sua vez, contagiam seus familiares, amigos e os próprios clientes e fornecedores e assim sucessivamente.

Acerca desta perspectiva, JABBOUR e SANTOS (2005) consideram “O tratamento da questão ambiental por um sistema fornece para a organização uma estrutura procedimental capaz de levar efetividade a suas ações ecológicas, assegurando a melhoria contínua da performance ambiental da empresa. Portanto, a elaboração e implementação de um SGA se constitui como ferramental estratégico para que a empresa, de forma contínua, reduza os impactos de suas atividades sobre o meio ambiente, e possa usufruir das vantagens competitivas.”

Para Werbach (2010) “antes mesmo de uma organização realizar sua análise situacional e planejar ações futuras, ela deve repensar e pôr a prova as suas

próprias convicções e implicações frente aos seus impactos econômicos, sociais e ambientais”.

Donaire (1994) afirma que “a proteção ao meio ambiente se inscreve em um quadro de ameaças e oportunidades, em que as consequências passam a poder significar posições na concorrência e a própria permanência ou saída do mercado. Neste quadro, firma-se o conceito de excelência ambiental, que avalia a indústria não só por seu desempenho produtivo e econômico, mas também por sua performance em relação ao meio ambiente”.

Lemme (2010) afirma que “embora não haja uma definição única ou consensual para sustentabilidade corporativa, têm-se a ideia básica de que a atividade das empresas se desenvolve em um contexto socioambiental que condiciona a qualidade e a disponibilidade de dois tipos fundamentais de capital, o natural e o humano”.

2.2.2 Sustentabilidade social

A sustentabilidade social busca melhorar a qualidade de vida do ser humano e pode ser entendida como um conjunto de ações que visa a melhoria das relações da sociedade e o bem-estar da população. Para Sachs (1993), “O objetivo desta dimensão, portanto, é o de construir uma civilização do “ser”, em que exista maior equidade na distribuição do “ter” e da renda, de modo a melhorar substancialmente os direitos e as condições de amplas massas de população e a reduzir a distância entre os padrões de vida de abastados e não-abastados”.

Na visão de Bellen (2002), “considerando uma preocupação emergente baseada no bem-estar humano para que seja aumentada essa qualidade de vida, tal mecanismo converge com raciocínio ecológico em que o capital social deve ser preservado. O processo que visa o desenvolvimento sustentável na visão social vem obtendo estabilidade em sua ascensão dentro da igualdade de renda, que na atualidade diminui a diferença entre os níveis sociais e melhora o estilo de vida social”.

A sustentabilidade social é um processo de mudança que depende em grande parte do empenho político, de todos os governos e cidadãos, para que os objetivos de humanizar as relações sejam alcançados. Há vários programas e ações que

favorecem a sociedade, como, por exemplo, a geração de empregos, a oferta de um ambiente profissional seguro e saudável, etc.

Neste contexto, Barbieri e Cajazeira, (2009, p. 67), consideram que “a sustentabilidade social trata da consolidação de processos que promovem a equidade na distribuição dos bens e da renda para melhorar substancialmente os direitos e condições de amplas massas da população e reduzir as distâncias entre os padrões de vida das pessoas”.

No âmbito organizacional, a responsabilidade social das empresas é a atitude de assumir um compromisso em proteger e elevar o futuro onde a comunidade se coloca. Esta responsabilidade, não deve ocorrer de forma isolada, como por exemplo, somente em um determinado setor da empresa, mas sim em todos os setores e todos os envolvidos de uma forma geral, pois, trata-se da melhoria das relações entre as empresas e a sociedade.

Sen (2000, p. 18) considera que para tanto, “requer que se removam as principais fontes de privação de liberdade: pobreza e tirania, carência de oportunidades econômicas e destituição social sistemática, negligência dos serviços públicos e intolerância ou interferência excessiva de Estados repressivos”.

Diante da perspectiva organizacional, as questões sociais estão diretamente interligadas com os recursos humanos internos, pois, envolvem fatores como emprego, saúde e segurança. Neste contexto, Labuschagne e Brent (2005) consideram que “as questões pertinentes à sustentabilidade social e à gestão das pessoas na organização relacionam-se à sua força de trabalho e consistem em quatro subcritérios: estabilidade no emprego, práticas de emprego, saúde, segurança e desenvolvimento de capacidades”.

2.2.3 Sustentabilidade econômica

Esta dimensão está relacionada com as demais esferas da sustentabilidade, visando gerar riqueza, contribuindo para o desenvolvimento e o crescimento econômico dos países.

Para Rattner (1999) “o argumento de economistas a favor da sustentabilidade gira em torno de saber usar os recursos do planeta, com alocação eficiente de

recursos naturais em um mercado competitivo, no qual haveria distorções no mercado que poderiam ser corrigidas pela internacionalização de custos ambientais e/ou reformas fiscais. Assim, a sustentabilidade seria alcançada pela racionalização econômica local, nacional e planetária”.

Partindo do raciocínio de que a sustentabilidade econômica deve estar adaptada aos níveis de produtividade com a conservação dos recursos naturais e a consequente preservação da biodiversidade, obtêm a variável ambiental, como uma preocupação das pequenas empresas. (VIEIRA, 1999, p.169).

A sustentabilidade econômica engloba medidas que visam o desenvolvimento estável de um determinado empreendimento que não seja caro e que gere frutos com rapidez. Além disso, conta-se com fatores essenciais: boa gestão dos recursos naturais, como, por exemplo, a geração de energia, uso de fontes renováveis, etc.

Na visão de Barbieri e Cajazeira (2009, p. 67), “a sustentabilidade econômica possibilita a alocação e gestão eficiente dos recursos produtivos, bem como o fluxo regular de investimentos públicos e privados”.

Elkington (2012) diz que “o entendimento do pilar econômico passa pelos conceitos de capital físico, capital financeiro, capital humano e capital intelectual”. Elkington (2012) complementa que “a longo prazo, outros conceitos, como capital social e capital natural, serão integrados ao capital econômico”.

Segundo Pereira (2009), “O pilar econômico deve ser avaliado mais em termos macrossociais do que apenas por meio de critérios pontuais de lucratividade empresarial, com o intuito de promover mudanças estruturais que atuem como estimuladores do desenvolvimento humano sem comprometer o meio ambiente natural. Assim, conseguir-se a agir de forma consciente, promovendo um novo modelo de desenvolvimento baseado na economia da permanência, reduzindo a poluição e aumentando a qualidade de vida de todos”.

3 Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta moderna que permite avaliar e mensurar os impactos causados pelos produtos e processos no meio ambiente e vem se destacando no cenário mundial. Esta técnica busca melhorias no

desempenho ambiental através de uma visão sistêmica incluindo a análise de todas as etapas do ciclo de vida, desde a extração da matéria-prima até a disposição final do produto.

No Brasil, a ACV é relativamente nova e teve seu início na década de 90 com a criação de um subcomitê do Grupo de Apoio à Normalização (GANAN) destinado especificamente à Avaliação do Ciclo de Vida. Esta metodologia está se desenvolvendo cada vez mais, pois as empresas estão preocupadas com as questões ambientais buscando aplicar a ferramenta. O autor Caldeira-Pires *et al.* (2005, p. 337) afirma que “durante muitos anos importantes organizações científicas e industriais têm trabalhado no desenvolvimento da ACV, empreendendo esforços na aplicação em diferentes tipos de setores industriais e de serviços”.

O objetivo da aplicação deste instrumento é reduzir ou eliminar os impactos ambientais identificados, contribuindo para a tomada de decisões gerenciais nas organizações. Para Chehebe (1997, p.10), a ACV se define como sendo “Uma técnica para avaliação dos aspectos ambientais e dos impactos potenciais associados a um produto, compreendendo as etapas que vão desde a retirada da natureza das matérias-primas elementares que entram no sistema produtivo à disposição do produto final”.

Piekarski (2013) considera que “a utilização de metodologias, técnicas e ferramentas que promovam a sustentabilidade no ambiente corporativo vem se tornando, além de um desejo intrínseco de *stakeholders*, uma necessidade para a perenidade e competitividade da indústria moderna”.

3.1 Estrutura Metodológica da ACV

A estrutura metodológica da Avaliação do Ciclo de Vida de acordo com a ISO 14040 e ISO 14044 (ABNT, 2001), compõe-se de quatro fases: Definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impactos e interpretação de resultados. As fases e a interação entre as mesmas podem ser observadas na figura 1.

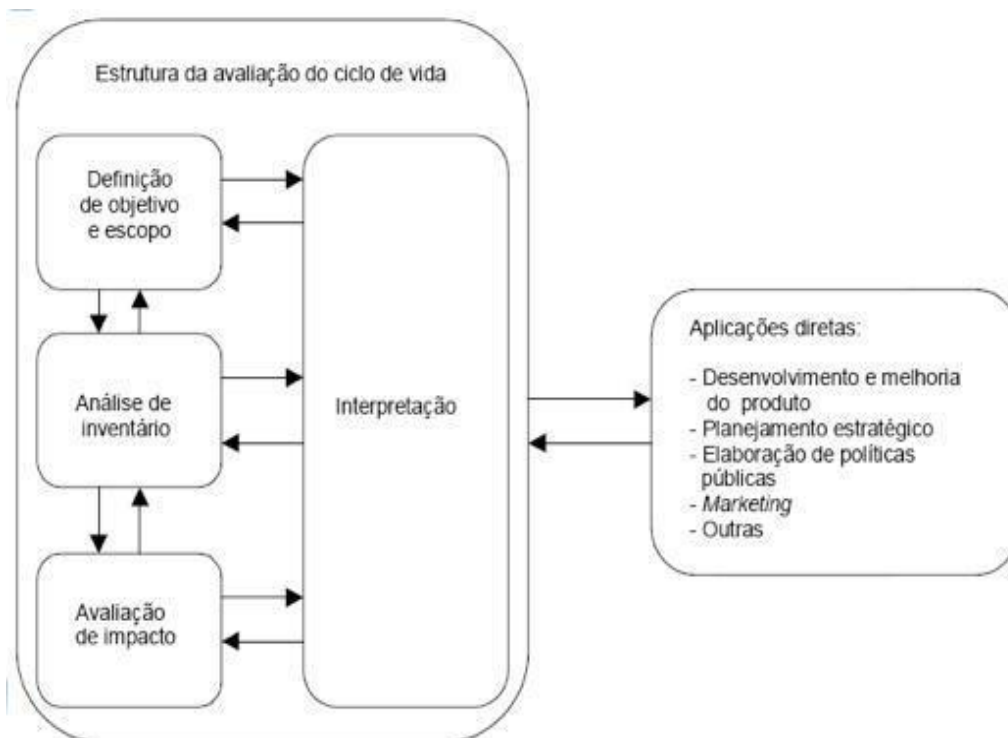


Figura 2 - Estrutura da ACV

Fonte: ABNT (2001)

A seguir serão apresentadas as etapas da ACV, explicando como funciona cada fase correspondente.

3.1.1 Definição de objetivo e escopo

A primeira fase da definição de objetivo e escopo compreende na determinação das fronteiras do estudo, o propósito do estudo e suas dimensões, a quem se destina os resultados, na clareza e consistência da aplicação em que se pretende aplicar.

Para a ABNT (2001) o objetivo e escopo devem declarar de forma muito clara a aplicação pretendida, as razões para conduzir o estudo e o público-alvo e ainda devem ser consistentes com a aplicação pretendida. Assim, neste momento do estudo deve ser definida a função do sistema estudado, a unidade funcional, as unidades de processo e as fronteiras do sistema (PEREIRA, 2008). Cada um destes

itens é definido pela ABNT (2001) como:

- Sistema de produto: Conjunto de unidades de processo, conectadas ao material e energeticamente, que realiza uma ou mais funções definidas. Assim, a função do sistema é a finalidade de uso do produto.

- Unidade funcional: Desempenho quantificado de um sistema de produto para uso como uma unidade de referência num estudo de avaliação do ciclo de vida.

- Unidades de processo: Menor porção de um sistema de produto para a qual são coletados dados quando é realizada uma avaliação do ciclo de vida.

- Fronteiras do sistema: Interface entre um sistema de produto e o meio ambiente ou outros sistemas de produto.

3.1.2 Análise de Inventário de Ciclo de Vida (ICV)

A análise de inventário do ciclo de vida está relacionada com a coleta dos dados e procedimento de cálculo que tem como objetivo quantificar as entradas e saídas dos contornos do sistema do produto. Estes dados vão constituir a base para a avaliação do impacto do ciclo de vida do produto incluindo o uso de recursos e liberações no ar, na água e no solo, relacionado ao sistema do produto (ABNT, 2001).

Nesta fase da ACV são identificadas todas as entradas e saídas de cada unidade de processo a fim de avaliar quais são as mais significativas para a modelagem dos dados (COSTA, 2007). De acordo com Passuelo (2007), a análise de inventário deve incluir: preparação para coleta dos dados, coleta, validação e agregação dos dados.

De acordo com Pereira (2008), os limites estabelecidos na fase anterior norteiam e dão condição para a coleta de dados para o sistema do produto. O produto do inventário é uma lista envolvendo os volumes consumidos de energia, de materiais e as quantidades de emissões poluentes ao meio ambiente.

A ISO 14040 (ABNT 2001, p.14) justifica o refinamento das fronteiras do sistema pelo fato que “à medida que os dados são coletados e se amplia o conhecimento sobre o sistema, novos requisitos ou limitações dos dados podem ser identificados, requerendo mudança nos procedimentos de coleta de dados”.

3.1.3 Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida (AICV)

Esta fase constitui o núcleo da ACV, onde é realizada de forma efetiva a avaliação da significância dos impactos ambientais potenciais (SILVA, 2010). De acordo com Chehebe (1997) “na etapa de seleção das categorias de impacto são identificados os grandes focos de preocupação ambiental, as categorias e os indicadores que o estudo utilizará”.

A avaliação do impacto do ciclo de vida é conduzida utilizando dados do ICV para calcular a significância dos impactos ambientais potenciais (OOTEHEM e XU, 2012).

Os elementos que constituem a fase da AICV de acordo com a ISO 14044 (ABNT, 2009b) correspondem em: elementos mandatórios compostos pela Seleção de categorias de impacto; indicadores de categoria e modelos de caracterização; Correlação de resultados do ICV; Cálculo de resultados dos indicadores de categoria (caracterização); Resultados dos indicadores de categoria, resultados da AICV.

Os elementos opcionais correspondem ao cálculo da magnitude dos resultados dos indicadores relativamente a informações de referência (normalização); Agrupamento e ponderação.

De acordo com a ISO 14042 nesta etapa se os dados do ICV não estiverem disponíveis ou se a qualidade dos dados não for suficiente para que a AICV alcance o objetivo e escopo estabelecido no início do estudo, torna-se necessário um ajustamento no objetivo e escopo do estudo.

Na caracterização, é feita a modelagem dos dados do inventário dentro das categorias de impacto, onde o efeito de cada item em cada categoria é quantificado utilizando fatores de equivalência ou fatores de caracterização (SANTOS, 2002).

3.1.4 Interpretação

A quarta fase da ACV é a interpretação. É nesta fase em que as constatações da análise do inventário e da avaliação de impacto são consideradas em conjunto, de forma consistente, com o objetivo e o escopo definidos, propondo fornecer

conclusões e recomendações para o estudo realizado (ABNT, 2009a).

Segundo Silva (2010), esta fase trata-se, basicamente, da conclusão do estudo ACV. É onde são apresentados os resultados de forma consistente com o objetivo e escopo previamente definidos.

A norma ISO 14040 (ABNT 2009a, p.17), afirma que “as constatações dessa interpretação podem tomar a forma de conclusões e recomendações aos tomadores de decisão, consistentes com o objetivo e escopo do estudo”.

Piekarski (2013) considera que “A fase de interpretação se relaciona com todas as outras fases da metodologia ACV e ainda fornece, através de seus resultados, aplicações diretas no desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos, planejamento estratégico, elaboração de políticas públicas, marketing e outras”.

As constatações do estudo são confrontadas com o objetivo e o escopo do estudo com a finalidade de analisar a qualidade da informação obtida e explicar as limitações do estudo realizado (COSTA, 2007). Desta forma, as constatações desta interpretação podem se transformar em conclusões e recomendações úteis para os gestores, de forma consistente com o objetivo e o escopo do estudo (ABNT, 2001).

No Brasil, existem vários trabalhos acadêmicos de mestrado e doutorado desenvolvidos pela academia que contribuem para o conhecimento e aplicação da ferramenta. Algumas empresas que usam a ACV são motivadas por fatores tais como, exigência de mercados externos, planejamento estratégico, melhoria do desempenho ambiental, melhoria na imagem do setor e da própria empresa.

Há diferentes categorias de impactos ambientais que trazem consequências tanto sobre o meio ambiente quanto ao bem-estar do ser humano. A UNEP (2003) apresenta algumas categorias de impacto relacionadas com possíveis indicadores que serão apresentados no quadro a seguir.

Categorias de impacto	Possível indicador
<i>Categorias relacionadas a Entrada</i>	
Extração de Recursos abióticos	Escassez de recursos
Extração de recursos bióticos	Escassez de recursos, considerando a taxa de reposição
<i>Categorias relacionadas a saída</i>	
Mudanças climáticas	Kg de CO ₂ como unidade de equivalência para o potencial de Aquecimento Global
Destruição do ozônio estratosférico	Kg de CFC-11 como unidade de equivalência para o potencial de destruição do ozônio
Toxicidade humana	Potencial de toxicidade humana
Eco-toxicidade	Potencial de Eco-toxicidade
Formação de foto-oxidantes	Kg de eteno como unidade de equivalência para potencial de criação fotoquímica de ozônio
Acidificação	Liberação de H ⁺ como unidade de equivalência para o potencial de acidificação
Nutrificação	Total de macro-nutrientes como unidade de equivalência para o Potencial de Nutrification

QUADRO 1 - Categorias de Impactos e possíveis indicadores

Fonte: UNEP (2003)

Piekarski (2013), desenvolveu um estudo de ACV em sua dissertação, aplicado à produção de painéis de madeira MDF e com base nas atividades identificadas com maiores potenciais de efeitos no desempenho ambiental, as medidas/ações através dos resultados alcançados foram:

- Extinção do consumo de gás natural na planta térmica;
- Redução proporcional de combustíveis de madeira que não receberam tratamento químico prévio;
- Realização de análise especializada para verificação de eficiência de combustão na planta térmica;
- Redução de consumo de energia elétrica;

- Redução no consumo de resina;
- Redução no consumo de madeira;
- Minimização de distância entre fornecedores de cavaco e indústria.

4 CONCLUSÃO

Conforme observado no referencial teórico, a ACV traz inúmeras vantagens tanto para a melhoria no desempenho ambiental da indústria, quanto para a contribuição no desenvolvimento de pesquisas na esfera acadêmica.

Em resposta ao primeiro objetivo específico, foi apresentado a estrutura metodológica e as etapas da ACV, explicando-as.

No que se refere ao segundo objetivo específico, foi identificado os possíveis impactos ambientais, através do quadro 3 que menciona as categorias de impactos e os possíveis indicadores.

O terceiro objetivo específico avalia, teoricamente, a relevância da aplicação da ACV no ambiente produtivo, onde as empresas e o próprio ser humano buscam no atual cenário produtivo, um ambiente mais sustentável.

Como referência foi utilizado a dissertação do Piekarski (2013) que apontam algumas medidas que reduzem potenciais impactos e que contribuem para a melhora do desempenho ambiental, onde trata-se do objetivo geral do estudo.

A ACV possibilita que as empresas tenham uma visão ampla com relação aos aspectos ambientais, auxiliando na tomada de decisões e permitindo melhorias em todo o ciclo de vida.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G. C. et al. **Sustentabilidade Empresarial**: conceitos e indicadores. In: congresso brasileiro virtual de administração, 3, 2006. Disponível em: <http://www.convibra.com.br/2006/artigos/61_pdf.pdf> Acesso em: 21 set. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR ISO 14040**: gestão ambiental: avaliação do ciclo de vida – princípios e estrutura. Rio de Janeiro: 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR ISO 14031**: gestão ambiental: avaliação de desempenho ambiental – Diretrizes, 1999.

BARBIERI, J. C.; CAJAZEIRA, J. E. R. **Responsabilidade Social Empresarial e Empresa Sustentável**: da teoria à prática. São Paulo: Saraiva, 2009.

BARBIERI, J. C.; VASCONCELOS, I. F.G.; ANDREASSI, T.; VASCONCELOS, F.C. **Inovação e Sustentabilidade**: novos modelos e proposições. RAE- Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 50, n. 2, p. 146-154, abr./jun. 2010.

BARBOSA, P. R. A. **Índice de Sustentabilidade Empresarial da Bolsa de Valores de São Paulo (ISE-BOVESPA)**: exame da adequação como referência para aperfeiçoamento da gestão sustentável das empresas e para formação de carteiras de investimento orientadas por princípios de sustentabilidade corporativa. 2007. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Instituto COPPEAD de Administração, 2007.

BARCELOS, S. M. B. D. **Indicadores de Sustentabilidade em Indústrias de Vestuário no APL de Maringá/ Cianorte** – PR, 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012.

BELLEN, H. M. V. **Indicadores de Sustentabilidade**: uma análise comparativa. Santa Catarina, nov. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

BELLEN, H. **Desenvolvimento Sustentável**: Uma Descrição das Principais Ferramentas de Avaliação. Revista Ambiente e Sociedade. v. 7, n. 1, p.67-88, 2004.

BOFF, L. **Sustentabilidade: O que é – O que não é**. Petrópolis: Vozes, 2012.

BUAINAIN, A. M. **Agricultura Familiar, Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**: questões para debate. Brasília: IICA, 2006.

CALDEIRA-PIRES, A; SOUZA-PAULA, M.C. de & VILLAS BÔAS, R.C. **A Avaliação do Ciclo de Vida**: a ISO 14040 na América Latina. Brasília: Abipti, 2005.

CAMBRIA, D.; PIERANGELI, D. **Application of a life cycle assessment to walnut tree high quality wood production**: a case study in southern Italy. Journal Of Cleaner Production, Amsterdam, v. 23, p.37-46, 2012.

CHEHEBE, J. R. B. **Análise do Ciclo de Vida de Produtos**: ferramenta gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

COSTA, Marília S. V. **O enfoque de ciclo de vida como estratégia para a gestão sustentável**: um estudo de caso sobre pneus. 2007. 158f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Produção) – Universidade federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

DONAIRE, D. **Consideração sobre a influência da variável ambiental na empresa**. Revista de Administração de Empresas (RAE), São Paulo: FGV, v.34, n.2, p.68-77, 1994.

ELKINGTON, J. **Sustentabilidade**: canibais com garfo e faca. São Paulo: M. Books do Brasil, 2012. FARINA, E. M. M. Q. Competitividade e coordenação de sistemas agroindustriais: um ensaio conceitual. Gestão & Produção, v. 6, n. 3, p.147-161, dez. 1999.

FIALHO, F. A. P.; FILHO, G. M.; MACEDO, M.; MITIDIERI, T. da C. **Gestão da Sustentabilidade na Era do Conhecimento**. Florianópolis: Visual Books, 2008.

GIACOMET, D. L. **Avaliação do Desempenho Ambiental do Processo Produtivo de uma Indústria Madeireira**. Dissertação de mestrado, Engenharia de produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

GLAVIC, Peter; LUKMAN, Rebeka. **Review of sustainability terms and their definitions.** Journal of Cleaner Production. v.15, 2007, 1875-1885. Disponível em: <<http://www.journals.elsevier.com/journal-of-cleaner-production>>. Acesso em: 25 nov. 2015.

GONZÁLEZ-GARCÍA, S. et al. **Combined application of LCA and eco-design for the sustainable production of wood boxes for wine bottles storage.** The International Journal of Life Cycle Assessment, Heidelberg, v. 16, p.224-237, 2011. Disponível em: <http://www.remade.com.br/revistadamadeira_materia.php?num=1157&subject=M%FAltiplos%20Usos&title=Painel%20de%20OSB%20oferece%20maior%20resist%EAncia%20para%20uso%20em%20estruturas> Acesso em: 12 de mai. De 2015.

GUINÉE J. B.; et al. **Life cycle assessment: An operational guide to the ISO standards - Characterisation and Normalisation Factors.** Holanda: Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment (VROM) and Centre of Environmental Science (CML), 2001a.

INVEPAR, **Preceitos para uma Atuação Empresarial Sustentável.** *Triple Bottom Line*, 2013. Disponível em: <http://extapps.mzir.com/rao/invepar/2013/interna.asp?i=0&pag=17&secao=1>

JABBOUR, C. J. C.; SANTOS, F. C. A. (2005). **Similaridades dos estágios evolutivos da gestão ambiental na empresa.** In: VIII Encontro Nacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente (ENGEMA). Anais, Rio de Janeiro.

LABUSCHAGNE, C.; BRENT, A. C.; CLAASEN, S. J. **Environmental and social impact considerations for sustainable project life cycle management in the process industry.** Corporate Social Responsibility and Environmental Management, n. 12, p. 38-54, 2005.

LEFF, Enrique. **Pensar a Complexidade Ambiental.** In: LEFF, Enrique (org). A Complexidade Ambiental. São Paulo: Cortez, 2003, pags. 15/64.

LEMME, L. **O valor Gerado pela Sustentabilidade Corporativa.** IN: ZYLBERSZTAJN, D.; LINS, C. Sustentabilidade e Geração de Valor: A Transição para o Século XXI. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. P.37-63.

LÖFGREN, B.; TILLMAN, A.; RINDE B. **Manufacturing Actor's LCA.** Journal of Cleaner Production, Amsterdam, v. 19, p. 2025-2033, 2011.

LUZ, L. M.; **Proposta de Modelo para Avaliar a Contribuição dos Indicadores Obtidos na Análise do Ciclo de Vida Sobre a Geração de Inovação na Indústria.** 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2011.

MAIMON, D. **Passaporte Verde: gestão ambiental e competitividade.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.

NASCIMENTO, A. C. et al. **A logística reversa do óleo de fritura usado como solução para problemas ambientais.** 2011 12p.

OOTEGHEM, Kevin Van; XU, Lei. **The life-cycle assessment of a single-storey retail building in Canada.** Building And Environment, London, v. 49, p.212-226, 2012.

PASSUELO, Ana C. B. **Aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida em Embalagens Descartáveis para Frutas: estudo de caso.** 2007. 148f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

PEREIRA, Consuelo L. F. **Avaliação da Sustentabilidade Ampliada de Produtos Agroindustriais: estudo de caso suco de laranja e etanol.** 2008. 290f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

PEREIRA, João V. I. **Sustentabilidade: diferentes perspectivas, um objetivo comum.** Economia Global e Gestão. 2009, vol.14, no.1, p.115-126. ISSN 0873-7444. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?pid=S0873-74442009000100008&script=sci_arttext> Acesso em: 25 nov. 2015.

PIEKARSKI, C. M. **Proposta de melhoria do desempenho ambiental associado ao ciclo de vida da produção do painel de madeira MDF.** 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2013.

RATTNER, Henrique. **Sustentabilidade: uma visão humanista.** In: Ambiente e Sociedade, jul/dec. 1999, n. 5, p. 233-240.

ROSA, A. **Rede de Governança Ambiental na Cidade de Curitiba e o Papel das Tecnologias de Informação e Comunicação**. Dissertação de mestrado. Gestão Urbana. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2007.

SACHS, Ignacy. **Estratégias de transição para o século XXI: Desenvolvimento e meio ambiente**. Tradução: Magda Lopes. São Paulo: Studio Nobel e Fundação do desenvolvimento administrativo, 1993.

SANTOS, Luciano M. M. dos. **Avaliação ambiental de processos industriais**. Ouro Preto: ETFOP, 2002.

SEN, Amartia. K. **Desenvolvimento Como Liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

SICHE, Raúl; et al. **Índices Versus Indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países**. Ambiente & Sociedade. Campinas, v.X, n.2, p.137148, jul.-dez. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v10n2/a09v10n2.pdf>> Acesso em: 12 set. 2015.

SILVA, A. L. R. T. **Desenvolvimento de Fatores de Normalização de Impactos Ambientais Regionais para Avaliação do Ciclo de Vida de Produtos no Estado de São Paulo**. 2010. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Life Cycle Management: A Business Guide to Sustainability**. Paris: United Nations Publication, 2007, 50 p.

UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Evaluation of Environmental Impacts in Life Cycle Assessment**. 2003.

WERBACH, A. **Estratégia para Sustentabilidade: Uma Nova Forma de Planejar sua Estratégia Empresarial**. São Paulo: Elsevier, 2010.