



AVALIAÇÃO AMBIENTAL COM BASE NOS CONCEITOS DE ECOEFICIÊNCIA E ECOEFETIVIDADE PARA A SUBSTITUIÇÃO DE GRAXA POR COMPÓSITO POLÍMERO-POLÍMERO À BASE DE TEFLON® COMO DESMOLDANTE NO PROCESSO DE DUBLAGEM

Carline Fabiane Stalter¹ (carlinestalter@gmail.com), Carlos Alberto Mendes Moraes¹ (cmoraes@unisinios.br)

¹ UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS

RESUMO

As atividades industriais vêm trazendo, cada vez mais, impactos negativos ao meio ambiente. Neste contexto, surge a importância da busca pelo desenvolvimento sustentável, que pode ser alcançado através da utilização das abordagens ecoefetivas e ecoeficientes aplicadas aos processos, por exemplo. Assim, este artigo tem por objetivo avaliar e comparar, do ponto de vista da ecoeficiência e da ecoefetividade, a substituição de materiais dentro de um mesmo processo, a fim de verificar qual deles contribui de forma favorável para o desenvolvimento sustentável. No processo de dublagem em estudo, houve a substituição da graxa pelo tecido de fibra de vidro com Teflon® como desmoldante, o que resultou em benefícios, como a troca da classificação do resíduo (Classe I – perigoso para Classe II A- não inerte), substituição de uma matéria prima tóxica por uma atóxica, além dos ganhos econômicos. Desta forma, foi constatado que a utilização do tecido de fibra de vidro com Teflon® trata-se da melhor alternativa por proporcionar uma abordagem ecoefetiva e assim favorecer um quadro de sustentabilidade.

Palavras-chave: Ecoeficiência, Ecoefetividade, Graxa.

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT BASED ON ECO-EFFICIENCY AND ECO EFFECTIVENESS CONCEPTS FOR REPLACEMENT OF GREASE BY A TEFLON® BASED POLYMER-POLYMER COMPOSED AS A RELEASE AGENT IN A DUBBING PROCESS

ABSTRACT

Industrial activities increasingly bring negative environmental impacts. This context raises the importance of the sustainable development search, that can be reached by using eco-efficiency and eco effectiveness approaches applied to the processes. Therefore, this article aims evaluate and compare, by eco-efficiency and eco effectiveness point of view, the materials replacement within the same process, checking which one has more contribution to sustainable development. In the dubbing process under study, there was the substitution of grease by fiberglass tissue with Teflon® as a release agent, which provided benefits as the residue classification switching (Class I – dangerous to Class II A – non-inert), substitution of a toxic raw material by a non-toxic raw material, besides the economic savings. By using this test, was proved that fiberglass tissue with Teflon® is the best alternative because it provides an eco-effective approach and favored posture to sustainable results.

Keywords: eco-efficiency; eco effectiveness; grease.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Filinkoski (2014), a preocupação com o meio ambiente faz com que cada vez mais o setor industrial busque alternativas para promover o desenvolvimento sustentável. Isso ocorre em razão das empresas estarem demonstrando maior preocupação com a degradação ambiental



causada pela disposição inadequada de resíduos (MORAIS et al., 2015). Contudo, segundo Hollveg et al. (2015), o desenvolvimento sustentável requer aceitação de mudanças, que em algumas situações exigem uma nova cultura e forma de pensar. Assim, a utilização de ferramentas de apoio como a Produção mais Limpa, Análise do Ciclo de Vida e as Abordagens Ecoefetivas e Ecoeficientes, auxiliam na execução de atitudes ambientalmente corretas.

As práticas ambientais mais encontradas nas empresas estão relacionadas à remediação e tratamento depois do resíduo já gerado (ecoeficiência). Contudo, o ideal é que se atue nas práticas focadas em melhorias do sistema com o objetivo de eliminar a geração de resíduos, otimizando processos e melhorando o aproveitamento de matérias primas e de energia (ecoefetividade) (MORAES et al., 2015).

A ecoeficiência busca reduzir o uso dos recursos naturais, melhorar o desempenho dos produtos ao longo do seu ciclo de vida e diminuir os impactos ambientais (WBCSD, 2015). Já a ecoefetividade tem seu foco no desperdício zero, desenvolve estratégias que visam aprimorar o ciclo de vida dos materiais (da matéria prima ao produto final) e busca eliminar a disposição de resíduos (MORAES et al. 2015).

Na Tabela 1, estão representadas algumas características da ecoeficiência e da ecoefetividade.

Tabela 1. Características da ecoeficiência e da ecoefetividade

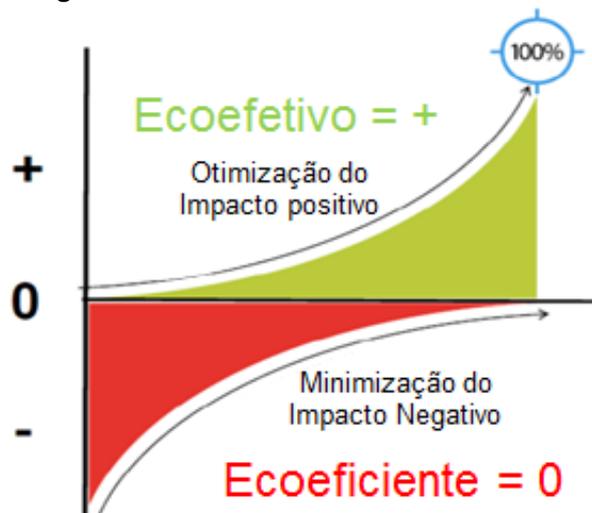
	ECOEFIICIENTE	ECOEFEFETIVO
ORIENTAÇÃO	Tende a promover ações com resultados de curto prazo	Tende a promover ações com resultados de longo prazo
PARADIGMA	Redução e minimização de resíduos (berço ao túmulo)	Resíduo = nutriente (berço ao berço)
PRESSUPOSTOS	Fluxo linear de materiais	Fluxo cíclico de materiais
INOVAÇÃO	Tende a ser incremental	Tende a ser radical
VISÃO DE NEGÓCIOS	Aumenta a longevidade do uso dos produtos (reparo, reuso, reciclagem)	Venda de atributos de desempenho e utilidade ao invés da simples venda do produto; novos modelos de negócio

Fonte: Lutkemeyer (2014).

Na Figura 1, pode-se observar que a ecoeficiência busca minimizar os impactos negativos com a remediação, ou seja, depois do resíduo já gerado. Enquanto a ecoefetividade busca aperfeiçoar os processos, a fim de otimizar a utilização de matérias primas e evitar a geração de resíduos. De uma forma genérica, pode-se afirmar que enquanto a ecoeficiência busca ser “menos ruim” a ecoefetividade busca ser sempre melhor.



Figura 1. Ecoeficiência versus ecoefetividade



Fonte: Cradle to Cradle Products (2013).

O processo de dublagem, também conhecido como colagem, tem a finalidade de unir dois substratos através de uma substância colante que neste caso é o adesivo de poliuretano. O sistema funciona com esteiras que “carregam” um dos substratos para dentro de uma cabine onde este receberá a aplicação do adesivo, assim, é possível trabalhar de modo contínuo e com paradas programadas.

No processo de dublagem de uma empresa localizada na região metropolitana de Porto Alegre, utilizava-se graxa à base de óleo mineral como desmoldante para o adesivo de poliuretano (substância colante). Como este processo é realizado dentro de uma cabine cúbica e o adesivo é aplicado por spray, ocorre a formação de camadas de adesivo nas paredes internas da cabine e estas camadas devem ser removidas em determinados períodos de tempo e descartadas. Para evitar a adesão definitiva, as paredes eram cobertas com graxa à base de óleo mineral, que acabava contaminando o resíduo gerado. Contudo, a partir de alguns estudos, a graxa foi substituída pelo tecido de fibra de vidro com Teflon®, que passou a agir como desmoldante, porém sem contaminar o resíduo. Entretanto, neste contexto, surge um questionamento: a substituição dos materiais neste processo pode ser enquadrada em um cenário de sustentabilidade?

A partir desta situação, o presente trabalho visa analisar e comparar a substituição da graxa no processo de dublagem, estudado por Stalter e Moraes (2015), pelo tecido de fibra de vidro com Teflon®, através de abordagens de ecoeficiência e ecoefetividade e identificar qual deles contribui de forma efetiva para o desenvolvimento sustentável.

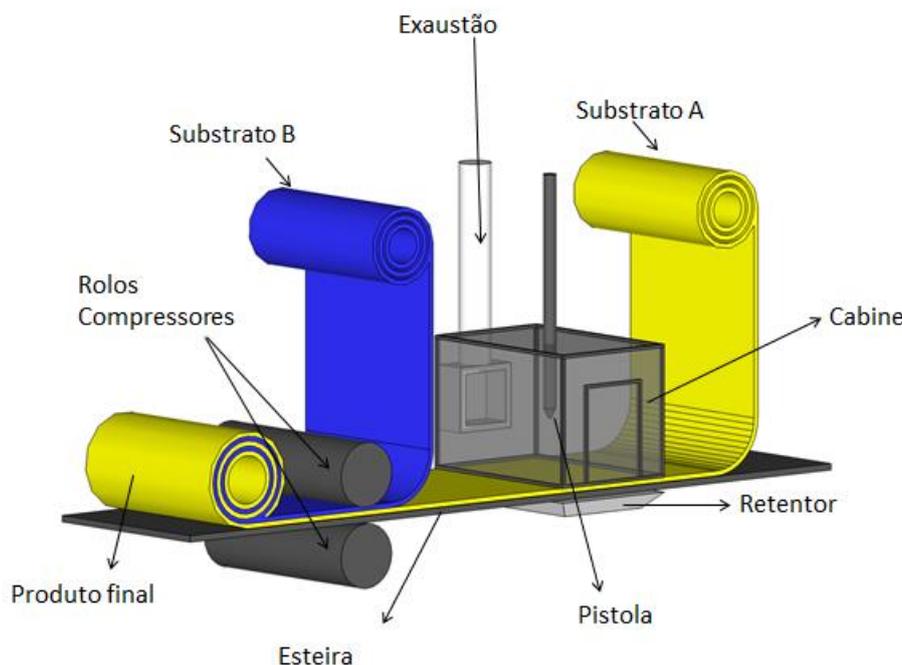
2. METODOLOGIA

Stalter e Moraes (2015) estudaram o processo de dublagem, também conhecido como colagem, de uma empresa localizada na região metropolitana de Porto Alegre. Neste processo, dois substratos são unidos através do adesivo de poliuretano, um polímero obtido através da reação de um polioliol com um isocianato. A aplicação deste adesivo sobre o substrato é realizada com uma pistola específica que libera um spray de adesivo, e para que esta aplicação fique homogênea, a pistola trabalha em processo vai e vem e perpendicular ao movimento da esteira.

Na figura 2, está representado o processo de dublagem, onde o substrato A é colocado sobre a esteira que o transportará para dentro da cabine onde receberá a aplicação do adesivo. Após, o substrato A é unido ao substrato B e os dois passam por rolos que promovem a compressão dos dois materiais a fim de garantir a colagem.



Figura 2. Processo de dublagem



Fonte: Stalter e Moraes (2015).

Como a aplicação do adesivo de poliuretano é feita por pistola, há a formação de névoas que se depositam nas paredes internas da cabine formando uma camada de adesivo, que deve ser removida e descartada em determinados períodos de tempo, para não prejudicar o processo. Para evitar a adesão definitiva deste adesivo às paredes internas da cabine, a empresa utilizava graxa à base de óleo mineral como desmoldante, porém, como consequência, provocava a contaminação do resíduo, alterando sua classificação de Classe II A – não inerte para Classe I perigoso (STALTER E MORAES, 2015).

Evidenciada esta problemática, Stalter e Moraes (2015), estudaram e aplicaram ações de Produção mais Limpa (P+L) que resultaram na substituição da graxa pelo tecido de fibra com Teflon®, um excelente antiaderente, que foi colado nas paredes internas da cabine. Este material, diferentemente da graxa, não contamina o resíduo gerado.

Além disso, a substituição dos materiais resultou em ganhos econômicos como a recuperação do valor investido em 1,1 meses de operação com a nova proposta. Houve também ganhos ambientais, como a não geração de 10m³ de resíduo perigoso, a eliminação da graxa do processo, além da possibilidade de reaproveitamento do resíduo não contaminado (STALTER E MORAES, 2015).

A partir deste estudo, foram identificadas as abordagens ecoefetivas e ecoeficientes de cada um dos materiais utilizados como desmoldante, para posterior identificação do método que contribui de forma positiva para o desenvolvimento sustentável.

Foram considerados dois métodos para a proteção das paredes internas da cabine de colagem no sentido de evitar a aderência do adesivo:

1. Utilização da graxa como desmoldante.
2. Utilização de compósito polimérico – tecido de fibra de vidro com Teflon® como desmoldante.

Com o objetivo de apresentar resumidamente as características de cada processo, foi criada a Tabela 2, onde os resíduos gerados foram classificados de acordo com a ABNT NBR 10004:2004.



Quando se utiliza o tecido de fibra de vidro com Teflon® como desmoldante, há três possibilidades (rotas) de destinação do resíduo gerado: disposição em aterro industrial Classe II, reaproveitamento do resíduo de poliuretano não contaminado em outro processo e reaproveitamento do resíduo de poliuretano dentro do próprio processo. Neste caso não há a contaminação do resíduo gerado, sendo então classificado como Classe II A – não inerte. Já no caso da utilização da graxa como desmoldante há apenas uma destinação para o resíduo gerado: aterro industrial Classe I, por se tratar de um resíduo perigoso.

Tabela 2. Dados referentes ao uso da graxa e do tecido de fibra de vidro com Teflon® como desmoldante.

Material utilizado como desmoldante	Rotas	Classificação do resíduo gerado (ABNT NBR 10004: 2004)	Destinação
Graxa	Disposição em aterro	Classe I - perigoso	Aterro Industrial Classe I
Tecido de fibra de vidro com Teflon®	Rota 1: Disposição em aterro	Classe II A – Não inerte	Aterro Industrial Classe II
	Rota 2: Reciclagem externa	Classe II A – Não inerte	Venda para indústrias de colchões (Conceição e Pacheco, 2009).
	Rota 3: Reciclagem interna	Classe II A – Não inerte	Reaproveitamento no próprio processo gerando um ciclo fechado

Fonte: Os autores (2016).

Para a classificação das ações como Ecoefetivas ou Ecoeficientes, foi utilizada a Tabela 1, onde Lutkemeyer (2014) traz as características destas duas abordagens, possibilitando assim a definição.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterizando cada uma das rotas a partir das características apresentadas por Lutkemeyer (2014), pode-se observar que na utilização da graxa como desmoldante, onde os resíduos são destinados ao aterro industrial Classe I, foi identificada uma prática ecoeficiente, uma vez que sua orientação promove ações de curto prazo além de se tratar de um fluxo linear de caráter incremental sem inovação e o resíduo não pode ser considerado um nutriente.

A utilização do tecido de fibra de vidro com Teflon® como desmoldante apresenta três rotas de destinações para o resíduo gerado nesta etapa: a destinação em aterro industrial Classe II, o reaproveitamento do resíduo de poliuretano em outro processo e o reaproveitamento do resíduo de poliuretano dentro do próprio processo.

Foi avaliada a substituição do material “graxa” pelo material “tecido de fibra de vidro com Teflon®” considerando as 3 rotas de destinação do material excedente (poliuretano). Já para o poliuretano



removido das paredes e contaminado com graxa, foi considerada apenas a rota destinação em aterro industrial Classe I.

Limitando a análise apenas na substituição de materiais, foi identificada uma abordagem ecoefetiva, uma vez que promove ações em longo prazo além de se tratar de uma inovação e possibilitar novos modelos de negócio. Porém, no que concerne a não promoção da minimização dos resíduos e ao fluxo linear dos materiais, a abordagem é caracterizada como ecoeficiente.

Na utilização do tecido de fibra de vidro com Teflon® como desmoldante, em substituição à graxa, considerando a Rota 1, ou seja, do descarte do resíduo de poliuretano em aterro industrial Classe II, tem-se uma abordagem ecoeficiente, visto que sua orientação promove ações de curto prazo, o resíduo não se torna um nutriente para outro processo, há um fluxo linear de materiais, trata-se de uma atitude incremental e sem inovação além de não haver um novo modelo de negócio.

Já o reaproveitamento do resíduo de poliuretano não contaminado em outro processo, Rota 2, foi identificada como uma abordagem ecoefetiva. Isso porque sua orientação promove ações de longo prazo, há um fluxo cíclico de materiais e o resíduo se transforma em um nutriente para outro processo. Porém, tem caráter incremental sem inovação, aumenta a longevidade do uso do produto com a reciclagem e não há novo modelo de negócio.

Quanto ao reaproveitamento do resíduo de poliuretano não contaminado dentro do próprio processo, Rota 3, foi evidenciada uma abordagem ecoefetiva, já que se trata de uma ação com resultados de longo prazo, promovendo o fluxo cíclico de materiais além de considerar o resíduo como um nutriente. Neste caso não há a simples venda do material, mas sim a presença de novos modelos de negócios já que o resíduo é inserido novamente no próprio processo produtivo, reduzindo custos com a utilização de matérias primas virgens. Por fim, pode-se afirmar também que esta abordagem é inovadora, pelo fator de exigir o estudo e o desenvolvimento de uma nova tecnologia para introduzir o resíduo no processo.

A partir das classificações realizadas, foi criada a Tabela 3 que apresenta, de forma resumida, a avaliação limitada à substituição dos materiais, enquanto que na Tabela 4 está representada, de forma resumida, a avaliação quanto às rotas de destinação.

Tabela 3. Avaliação dos desmoldantes limitada à substituição dos materiais

Material utilizado como desmoldante	Orientação	Paradigma	Pressupostos	Inovação	Visão de negócios
Graxa	Ecoeficiente	Ecoeficiente	Ecoeficiente	Ecoeficiente	-
Tecido de fibra de vidro com Teflon®	Ecoefetiva	Ecoeficiente	Ecoeficiente	Ecoefetiva	Ecoefetiva

Fonte: Os autores (2016).



Tabela 4. Avaliação dos desmoldantes quanto às rotas de destinação

Material utilizado como desmoldante	Rotas	Orientação	Paradigma	Pressupostos	Inovação	Visão de negócios
Graxa	Disposição em aterro industrial Classe I	Ecoeficiente	Ecoeficiente	Ecoeficiente	Ecoeficiente	Ecoeficiente
Tecido de fibra de vidro com Teflon®	Rota 1: Disposição em aterro industrial Classe II	Ecoeficiente	Ecoeficiente	Ecoeficiente	Ecoeficiente	Ecoeficiente
	Rota 2: Reaproveitamento do resíduo de poliuretano não contaminado em outro processo	Ecoefetiva	Ecoefetiva	Ecoefetiva	Ecoeficiente	Ecoeficiente
	Rota 3: Reaproveitamento do resíduo de poliuretano não contaminado dentro do próprio processo	Ecoefetiva	Ecoefetiva	Ecoefetiva	Ecoefetiva	Ecoefetiva

Fonte: Os autores (2016).

4. CONCLUSÃO

A utilização da graxa como desmoldante promove ações ecoeficientes, como a destinação correta dos resíduos gerados, porém esta ação isolada não é suficiente para se caracterizar um quadro de sustentabilidade. Entretanto, sua substituição pelo tecido de fibra de vidro com Teflon® como desmoldante, caracteriza de forma clara uma abordagem ecoefetiva, uma vez que houve a transformação da classe do resíduo gerado, deixando de ser Classe I – perigoso para se tornar Classe II A- não inerte, contribuindo de forma clara para o desenvolvimento sustentável.

Quanto à destinação dos resíduos gerados após a substituição dos materiais, fica evidente que a destinação em aterro é a última alternativa a ser colocada em prática, uma vez que o resíduo de poliuretano pode ser reaproveitado de forma simples como na indústria de colchões, por exemplo. Contudo, a melhor destinação é sem dúvida a reciclagem interna, pois promove o fluxo cíclico de materiais sem a geração de resíduos. Esta ação reduz tanto os custos com a utilização de matérias primas virgens como os impactos ambientais negativos para obtenção destas matérias primas. Outro ponto positivo é o fato do resíduo ser conhecido pela empresa, ou seja, sua concentração, seus contaminantes e demais características, o que favorece sua reintrodução no processo.

Mesmo que as abordagens ecoeficientes promovam ações com resultados de curto prazo ou aumentem a longevidade do uso dos produtos, não são capazes de produzir um cenário sustentável, por isso é importante que sejam conhecidas e aplicadas às abordagens ecoefetivas, que mesmo promovendo ações com resultados de longo prazo, são as que contribuem efetivamente com desenvolvimento sustentável. Neste contexto, pode-se concluir que a



substituição de materiais no processo foi favorável, ou seja, o tecido de fibra de vidro com Teflon® é capaz de atuar positivamente no desenvolvimento sustentável, quando comparado à graxa, que não apresentou fundamentos suficientes para construção de um cenário de sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10004: Resíduos Sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.

CONCEIÇÃO, Roberta D. P. & PACHECO, Elen B.A.V.. Aplicação da logística reversa para colchões de espumas de poliuretano: um estudo de caso de uma fábrica de colchões no rio de janeiro. CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS, 10., 2009, Foz do Iguaçu.

FILINKOSKI, V. P. Produção de espuma rígida de poliuretano para isolamento térmico a partir da adição de poliol reciclado. CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS PARA O MEIO AMBIENTE, 4., 2014, Bento Gonçalves. Congresso Internacional de Tecnologias Para o Meio Ambiente. Bento Gonçalves: UNIP, 2015. Disponível em: <<http://www.proamb.com.br/downloads/4snjkd.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2016.

HOLLVEG, S. D. S., ADAMY, A. P. A., ROSA, L. C. Avaliação da Produção Mais Limpa no Setor Metal Mecânico da Região Central do Rio Grande do Sul. INTEGRATING CLEANER PRODUCTION INTO SUSTAINABILITY STRATEGIES, 5., 2015, São Paulo. Integrating Cleaner Production Into Sustainability Strategies. São Paulo: UNIP, 2015. Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/6A/1/hollveg_et_al_academic.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2016.

LUTKEMEYER FILHO, M.G. Avaliação da aderência aos princípios de sustentabilidade em desenvolvimento de produto à luz de abordagens ecoeficientes e ecoefetivas: uma aplicação no setor automotivo, Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas/UNISINOS, São Leopoldo, RS, Brasil, 2014.

MORAES, C. A. M., SIMON, L., VARGAS, M. Análise de Métodos de Reaproveitamento de Cavaco Metálico Contaminado Considerando Abordagens de Ecoeficiência e Ecoefetividade. INTEGRATING CLEANER PRODUCTION INTO SUSTAINABILITY STRATEGIES, 5., 2015, São Paulo. Integrating Cleaner Production Into Sustainability Strategies. São Paulo: UNIP, 2015. p. 1-8. Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/4B/6/moraes_cam_et_al_academic.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2016.

MORAIS, M.M., GOMES, C. A., PAZ, Y. M., JERONIMO, R. A. S., HOLANDA, R. M. Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais e a Produção Mais Limpa, Estudo de Caso em Indústria de Cerâmica Vermelha. INTEGRATING CLEANER PRODUCTION INTO SUSTAINABILITY STRATEGIES, 5., 2015, São Paulo. Integrating Cleaner Production Into Sustainability Strategies. São Paulo: UNIP, 2015. p. 1-10. Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/5A/1/morais_mm_et_al_academic.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2016.

STALTER, C. F., MORAES, C. A. M. Avaliação Ambiental e Econômica da Substituição da Graxa à Base de Óleo Mineral por Tecido de Fibra de Vidro com Teflon® como Desmoldante no Processo de Dublagem. INTEGRATING CLEANER PRODUCTION INTO SUSTAINABILITY STRATEGIES, 5., 2015, São Paulo. Integrating Cleaner Production Into Sustainability Strategies. São Paulo: UNIP, 2015. p. 1-7. Disponível em:

RESÍDUOS SÓLIDOS E MUDANÇAS CLIMÁTICAS



15 a 17
junho de 2016
Porto Alegre, RS



Realização:

INSTITUTO VENTURI
para Estudos Ambientais

<http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/5A/3/stalter_and_moraes_academic.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2016.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD). 2000. Disponível em: <http://oldwww.wbcsd.org/web/publications/measuring-eco-efficiency-portugese.pdf>. Acesso em: Acesso em: 12 mar. 2016.

Apoio acadêmico

ESCOLA
POLITÉCNICA
UNISINOS

 UNISINOS

 Universidade de Brasília

 ilacis | Lab. de Ambiente Construído
Inclusão e Sustentabilidade
FAU | CDS | FGA | UnB

 BIMTECH
BIRLA INSTITUTE
OF MANAGEMENT TECHNOLOGY