



USO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS NA PRODUÇÃO DE ISOLANTE TÉRMICO E ACÚSTICO PARA EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS: UMA RELAÇÃO SIMBIÓTICA ENTRE AS EMPRESAS ENVOLVIDAS

Genyr Kappler¹ (genyrkappler@gmail.com), Juliana Damasio Waschevicz¹ (damasio.arq@gmail.com), Sueli Leandro de Sousa² (sulasousa@gmail.com), Carlos A. M. Moraes¹ (cmoraes@unisinis.br), João Batista Dias¹ (joaobd@unisinis.br) e Paulo Roberto Wander¹ (prwander@unisinis.br)

1 UNISINOS

2 FEEVALE

RESUMO

Algumas das principais características das aglomerações urbanas são a crescente demanda por recursos naturais, por energia e a geração de resíduos industriais. Atualmente uma das maiores barreiras para minimizar a geração de resíduos é econômica. O custo elevado para um empreendimento abranger toda estrutura operacional e na melhoria dos processos as levam muitas vezes à inércia. Por milênios, os organismos vivos coevoluem em um processo de interação onde utilizam energia solar para processar toda a matéria infinitamente, não deixando resíduos. A simbiose industrial busca retomar essa relação mais íntima entre as atividades antrópicas e o ecossistema fazendo uso da tecnologia moderna. Assim, essa nova relação entre Homem e natureza pode ser um caminho que viabilize a redução do grau de depleção que a atividade industrial impõe sobre o meio ambiente. Com o intuito de criar esta relação simbiótica entre alguns setores produtivos e o mercado de consumo, é sugerido o reaproveitamento de alguns resíduos dos setores gráfico e moveleiro. Adicionou-se os resíduos de pó e serragem de MDF e MDP ao tradicional isolamento, que já faz uso do papel jornal, produzindo-se uma amostra de parede tipo “dry-wall” pelo modo de insuflação livre. Após um período submetido a agitação por trepidação moderada, a amostra não apresentou compactação ou segregação do material. Com base no volume de MDF mencionado neste artigo, estima-se uma economia de 3,9 milhões de reais por ano.

Palavras-chave: Simbiose industrial, Isolamento de celulose, MDF.

Use of industrial waste on thermal and acoustic insulation production for sustainable buildings: a symbiotic relationship between the companies involved

ABSTRACT

Some key features of urban clusters are the growing demand for natural resources, energy and the generation of industrial waste. Currently, the economic aspect is one of the biggest barriers to minimize waste generation. The high cost for enterprises in absorb the entire operational structure and improving the processes often induce them to the inertia. For millennia, living organisms co-evolve in a process of interactions that use solar energy to process all matter infinitely, leaving no waste. Industrial symbiosis pursue the resurgence of this closer relationship between human activities and the ecosystem making use of modern technology. Thus, this new relationship between man and nature can be a way of enabling the reduction of the depletion degree that industrial activities impose to the environment. In order to foster this symbiotic relationship between some productive sectors and the consumer market it is suggested reusing the waste of graphic and furniture sectors. MDF's waste powder and sawdust was added to the traditional cellulose insulation, which already makes use of newsprint, producing a prototype wall made of “dry-wall” by free blowing mode. After a period subjected to agitation by mild trepidation, the sample showed no

Realização



Apoio Acadêmico

ESCOLA
Politécnica





compression or segregation of the materials. Based on the volume of MDF estimated in this paper, it is estimated savings of R\$ 3,9 million per year.

Keywords: Industrial symbiosis, Cellulose insulation, MDF.

1. INTRODUÇÃO

Durante milênios a espécie humana dependeu dos recursos naturais locais para suprir as necessidades de subsistência e de desenvolvimento, pois tudo que o Homem necessitava para sua manutenção, era obtido diretamente daquilo que o meio circundante lhe proporcionava.

Porém, com o crescimento populacional urbano no período pós-industrial, ocorre um aumento no consumo de recursos, ocasionado por um mercado de produção e consumo que exige crescentes transformações tecnológicas visando suprir a demanda por bens e serviços, evidenciando a escassez de bens primários como a água, alimento e energia.

“Se a Força Bruta não resolver, é porque você não está usando o suficiente dela”. É assim que Braungart e McDonough (2008) fazem uma referência irônica à primeira revolução industrial em seu livro *Cradle to Cradle*. Esta referência é uma analogia feita à crença histórica desenvolvida pelo homem de domínio sobre da Natureza, onde passa a fazer uso predatório em detrimento do uso sustentável.

Nos centros urbanos está a maior componente no consumo de bens primários, pela maior produção de esgotos e da geração de resíduos (VLIET *et al*, 2005) e (SCHUETZE *et al*, 2013). Com o passar do tempo foram sendo percebidos os efeitos negativos resultantes da composição dos sistemas de infraestrutura produtiva e edificações urbanas, ambos consequentes do imenso consumo de bens econômicos e ambientais, cujo ônus recai sobre a sociedade.

Atualmente são percebidas, com grande frequência e intensidade, as implicações socioambientais do modelo de produção e consumo adotado. No século XVIII, o homem passa a produzir substâncias de natureza sintética que, somado ao crescimento demográfico, potencializou a degradação do meio ambiente. Portanto, a concentração de poluentes sólidos, líquidos e gasosos se intensificou a ponto de exceder a capacidade de suporte dos ecossistemas para determinadas substâncias (SEIFFERT, 2010).

Autores como Vliet (2005), Schuetze (2013) e Seifert (2010) têm buscado advertir a sociedade, seus gestores e a classe empresarial sobre a forma como as atividades industriais e a expansão urbana vêm se desenvolvendo e da necessidade da adoção de modelos de menor impacto ambiental. Neste sentido, Meadows (1992) alerta da necessidade em minimizar o uso dos recursos não renováveis, cuidar dos renováveis, incrementar a eficiência do uso dos recursos e reduzir ou parar o crescimento exagerado da população e do capital físico.

Na busca por maior competitividade, o setor produtivo tem ainda se mostrado reticente quanto à adoção de processos mais eficientes, principalmente devido ao custo e mudanças estruturais, optando por manter o modelo do qual detém domínio em detrimento do mais eficiente, fazendo-se necessária a adoção de regulamentações por parte do Estado. Assim, entre a busca de um resultado ótimo e o simples cumprimento de normas restritivas, a adoção de novos processos, produtos, formas de descarte e reincorporação de resíduos na cadeia produtiva é uma alternativa que traz bons resultados econômicos e ambientais. McDonough (2008) acrescenta que, se existe uma solução ela reside no design do sistema produtivo e de produtos. Portanto, deve-se repensar todo o sistema do produzir para descartar, para um processo de ganho contínuo de produção em ciclo fechado, no lugar de apenas externalizar os impactos negativos.

O sistema industrial tradicional apresenta um fluxo linear de matéria, ou seja, os recursos são extraídos, processados e no fim retornam ao ambiente na forma de resíduos (Branco, 2009). Frosch (1996) afirma que os resíduos gerados pelas indústrias deveriam ser vistos mais como subprodutos do que como perdas indesejáveis, pois ao reprocessar a matéria se reduz a demanda por novos recursos naturais. Essa ideia busca reordenar o fluxo produtivo, de linear para

Realização



Apoio Acadêmico

ESCOLA
Politécnica



Universidade de Brasília





cíclico, mimetizando o que acontece na natureza. Assim como na biologia, onde simbiose descreve relações mutuamente vantajosas entre dois organismos, na indústria a simbiose busca integrar a circulação de materiais, informações e, ou, serviços entre duas ou mais indústrias, de forma que torne a relação benéfica para ambas. Lowe (2001) destaca esta analogia entre ambas, colocando a simbiose como uma ferramenta da ecologia industrial.

De acordo com Despeisse (2012), uma das formas mais efetivas e adequadas de fechar o ciclo produtivo é a aplicação desse conceito de ecologia industrial, onde se estabelece uma associação ecológica entre diferentes setores industriais. Esta associação depende da adequação entre as saídas e entradas. Em circunstâncias adequadas estes fluxos secundários de energia e materiais surgem espontaneamente entre setores industriais, estabelecendo as nominadas indústrias simbióticas. Esta condição traz diferentes níveis de benefícios aos entes envolvidos no processo e, de modo geral, a sociedade se beneficia como um todo (ARAGÃO, 2001).

Simbiose industrial é definida pelo *Business Council for Sustainable Development* (BCSD, 1997) como a integração e cooperação entre indústrias de diferentes setores produtivos e a comunidade na qual resíduos produzidos por uma indústria são utilizados como matéria prima por outra, resultando em ganhos econômicos, sociais e ambientais.

Assim, o setor industrial, impulsionado pela gestão mais eficiente de energia e materiais busca reduzir, reusar e reciclar, visando estabelecer um fluxo secundário de materiais em seus processos produtivos, o que acaba trazendo reflexos positivos às esferas sociais e ambientais (EHRENFELD, 2000).

A adoção do fluxo secundário de energia e materiais traz um novo significado ao que era considerado resíduo ao estender o ciclo de vida destes materiais, permitindo ainda, conforme Erkman (1997), vantagem competitiva ao promover que eventuais resíduos se tornem coprodutos comercializáveis.

Neste trabalho é realizado estudo sobre a reutilização dos resíduos que são gerados pela indústria moveleira e pela indústria gráfica - sendo o primeiro o pó de MDF resultante do processo produtivo do corte e de lixação; e o segundo o papel jornal proveniente das aparas do processo produtivo e do descarte pós-consumo respectivamente.

Os resíduos gerados, durante o processo produtivo e mesmo os pós consumo (que são recolhidos pelas empresa produtora) são redirecionados para uma nova empresa que produzirá um material com características de isolamento térmico e acústico para ser utilizado na construção civil.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Materiais isolantes à base de celulose já são conhecidos, por suas propriedades de isolamento térmico e acústico, e amplamente utilizados em construções leves no hemisfério norte desde 1920, porém seu uso se popularizou após a II Guerra Mundial e da crise de 80 (NATIONALFIBER, 2014).

2.1 Características isolantes do produto

Alguns materiais têm a propriedade de dificultar a dissipação de calor devido à sua alta resistência térmica, sendo então utilizados na construção civil para evitar perda ou ganho de calor. Os materiais isolantes térmicos e acústicos estabelecem uma barreira à passagem de calor entre dois meios, evitando que as suas temperaturas se igualem.

Existem diversos materiais isolantes disponíveis no mercado para uso em edificações, sendo os mais comuns a lã de vidro, a lã de rocha e a fibra cerâmica. Outros materiais com propriedades de isolamento térmico e acústico são: o PU expandido, o Poliestireno expandido (EPS), a fibra de PET, a celulose reciclada e etc. A Figura 1 faz um comparativo de qualidade de isolamento térmico, ilustrando o atraso de fase para três materiais utilizados na construção.

Realização



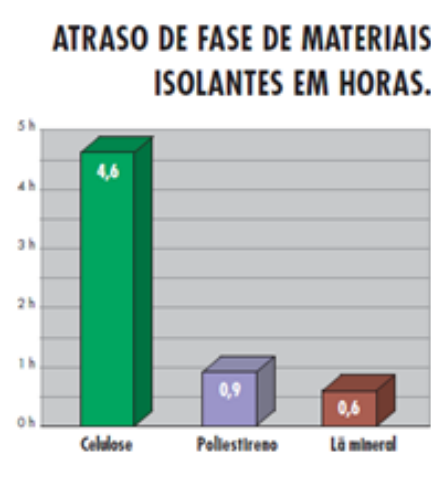
Apoio Acadêmico

ESCOLA
Politécnica





Figura 1: Comparativo da qualidade de isolamentos térmicos
Fonte: AEL



De acordo com Fardim (2002), as fibras celulósicas são células vegetais extraídas da madeira, portanto após processados ambos resíduos; papel jornal, MDF e MDP têm características e comportamento físicos similares. As fibras de celulose apresentam excelentes propriedades isolantes comparadas a isolantes comerciais comuns.

2.2 Aplicação do produto

O processo de aplicação fez uso de uma técnica bem desenvolvida e difundida pelo mercado de isolamento térmico e acústico de celulose tradicional. Assim, a mesma pode ser aplicada manualmente ou por equipamentos específicos disponíveis no mercado, dependendo do tipo e estágio da obra, assim como o local da aplicação.

Modo de aplicação

O material isolante pode ser aplicado manualmente (espalhamento), insuflação livre, injeção e projeção úmida. Para ilustrar os métodos acima citados, as Figuras 2 a 5 mostram imagens de equipamentos e alguns dos métodos que podem ser aplicados.

Figura 2: Aplicador – ISO blow Standard Plus
Fonte: AEL



Figura 3: Insuflação livre no sótão
Fonte: AEL



Figura 4: Projeção úmida na parede
Realização

Figura 5: Parede revestida com celulose
Apoio Acadêmico



Fonte: AEL



Fonte: AEL



3. OBJETIVOS

Busca-se com este estudo avaliar o uso de resíduos do setor gráfico e moveleiro, por uma nova empresa em um processo simbiótico com as geradoras, fazendo uso deste como matéria-prima para o desenvolvimento de um produto com características de isolamento térmico e acústico. O material resultante passa a ser utilizado como um componente importante para a construção de edificações sustentáveis.

4. MATERIAL E MÉTODOS

No estudo foram avaliados os resíduos dos setores moveleiro e gráfico. Estes resíduos serviram como matéria prima a um ciclo secundário que produz um isolante térmico para ser utilizado no setor da construção civil, conforme representado na Figura 6.

A alternativa avaliada para o uso destes resíduos, papel jornal e pó de MDF, foi de utilizar estes na confecção de um novo produto pelo desenvolvimento de uma empresa que opera em ciclo com as demais. Esta nova empresa produz um material com características de isolamento térmico e acústico com vistas a ser aplicado na construção civil. De modo a demonstrar a relevância da quantidade destes materiais na geração de resíduos, segue abaixo uma breve explanação do que é gerado nos dois setores industriais, na região metropolitana.

Realização



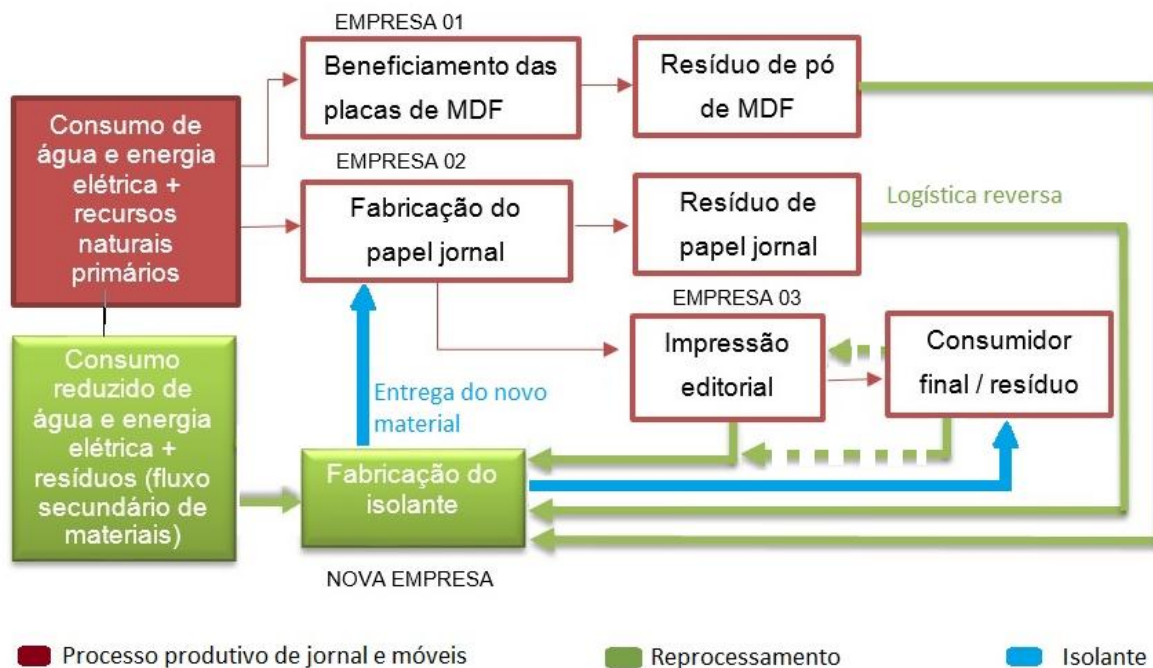
Apoio Acadêmico

ESCOLA
Politécnica





Figura 6: Estrutura do Processo de Simbiose



O papel de imprensa, ou “papel jornal” é um produto à base de pasta mecânica de alto rendimento, com opacidade e alvuras adequadas. O mesmo é fabricado em rolos para serem usados em prensas rotativas ou em folhas lisas para a impressão comum em prensas planas. Suas aplicações são em tiragens de jornais, folhetos, livros, revistas, material promocional, blocos e talões em geral. Somente no Grupo Sinos, empresa editorial da região metropolitana de Porto Alegre, onde são consumidas 280 toneladas por mês deste material (Grupo Sinos, 2015). Estes produtos logo depois de consumidos geram o mesmo volume em resíduos, os quais podem ser recolocados no ciclo industrial. Este resíduo, apesar de ser orgânico, não pode ser utilizado como carga em compostagem devido à composição do pigmento das tintas de impressão. Sua classificação na norma ABNT NBR 10004:2004 é classe II B, não perigoso não inerte.

Já o pó de MDF é proveniente do lixamento e corte de placas deste material; estas são produzidas a partir da madeira de pinus ou de eucalipto e são utilizadas na fabricação de móveis residenciais, comerciais e corporativos (Sindimov, 2007). Também, o MDP tem as mesmas características do MDF e pode ser incorporado neste processo. Na fabricação das placas, a maioria dos fabricantes agrega ao processo a resina ureia-formaldeído, a qual é um polímero termofixo e a queima desse material pode proporcionar a liberação do formaldeído, caracterizado como cancerígeno. Somem-se ainda diversos produtos químicos utilizados nos processos de produção de móveis como adesivos, tintas, vernizes, pigmentos, entre outros que podem contaminar o meio ambiente quando é feito descarte inadequado deste material. Por isso, este resíduo é classificado como perigoso, classe I, pela norma ABNT NBR 10004:2004.

Conforme levantamento feito em empresas do pólo moveleiro da cidade de Bento Gonçalves (UNIVATES, 2014), durante o processo de corte e lixamento das chapas é estimada a geração de em média um volume equivalente a 33.979 m³/ano de resíduo de MDF em pó.



Processamento

O papel jornal, assim como os resíduos do setor moveleiro após cuidadosamente segregados nas fontes geradoras, para que não estejam contaminados com compostos indesejados, são encaminhados para a empresa que irá beneficiar este material. Primeiramente, o papel jornal é triturado para se obter fibras grosseiras, que mais tarde serão misturadas com borato para serem novamente trituradas em um moinho, obtendo fibras finas. Desta forma seu ponto de ignição será alterado, tornando o material à prova de fogo. É nesta segunda etapa do processo de moagem que é adicionado o resíduo do setor moveleiro, gerando um compósito que pode ser aplicada de diversas maneiras como isolante térmico.

Produto

Foram produzidas pequenas amostras do isolante (Figura 9), a partir dos resíduos de jornal (Figura 7), e pó de MDF (Figura 8), para verificar se o comportamento físico do produto resultante possibilitaria o uso do mesmo para o fim planejado. É importante que o material resultante seja um compósito uniforme, que mantenha o ar preso em seu interior e que não segregue facilmente.

Após a mistura dos ingredientes, o material foi inserido em um modelo de parede fabricado com fibrocimento de um lado e dry-wall do outro, com vão de 10 cm para verificar experimentalmente o comportamento do composto no local aplicado. O material deve se manter coeso sem perder sua estrutura aerada. O material foi submetido a aproximadamente 100 horas de agitação moderada pelo tempo de duas horas por dia e manteve sua estrutura original.

Figura 7: Papel jornal
Fonte: Autor



Figura 8: Pó de MDF
Fonte: Autor



Figura 9: Material Isolante
Fonte: Autor



Consumo do isolante

Com o processamento o material sofre um grande aumento de volume devido ao espaçamento criado entre as partículas. Isso faz com que o material praticamente dobre seu volume devido à nova consistência.

Uma casa simples, com medidas de 8x10 m e pé direito de 2,7 m, com paredes com vão para aplicação de 10 cm, e aplicação de uma camada de 30 cm no sótão, consome aproximadamente 33 m³ de isolante.

Assim, fazendo uma estimativa somente à partir do MDF gerado em Bento Gonçalves, adicionado de volume semelhante de jornal, após processado, poderia suprir aproximadamente 4 mil residências com isolamento térmico por ano.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram avaliados os resíduos do setor gráfico e do setor moveleiro, dando ao primeiro um destino orientado a sustentabilidade, onde pode haver a participação de diferentes atores sociais

Realização

Apoio Acadêmico



(coleta e encaminhamento de resíduos ao gerador ou à nova empresa), e o segundo resíduo passa a ter um uso, pois anteriormente era visto como um problema pelas indústrias e pelos órgãos de fiscalização, sendo que em muitos casos, os mesmos ainda são destinados de forma inadequada.

A sociedade se beneficia com a ampliação do mercado de trabalho, por ter acesso a um isolamento eficiente e de baixo custo. O isolante ainda proporciona diversos benefícios, como: maior conforto com menor consumo de energia, menor exploração de recursos naturais, redução do descarte inadequado e dos custos com a destinação dos resíduos, e as indústrias sofrem menos pressão dos órgãos fiscalizadores pois eliminam este passivo ambiental.

Os testes preliminares do produto feito a partir dos resíduos de papel jornal e de pó de lixamento e serra do MDF e MDP trouxeram resultados satisfatórios. As amostras mantiveram boa estrutura física, formando um compósito uniforme de consistência similar às amostras do isolante de celulose de papel jornal tradicional. O material foi inserido em uma amostra de parede de 50X50x10 cm de dry-wall, no modo de aplicação de insuflação livre, sendo submetido a ação de agitação por trepidação moderada por um período de 100 horas intercaladas de 2 horas por dia. Após esse período verificou-se que não houve compactação significativa ou segregação do material. Assim, o material isolante se mostrou fisicamente apto para o uso proposto.

Considerações Econômicas

Pode-se estimar somente a economia anual obtida pelo não descarte dos resíduos. Os ganhos econômicos e ambientais pela fabricação, instalação e uso do isolante requer um estudo específico mais aprimorado.

Considerando que o custo do m³ para destinar o resíduo em um Aterro de Resíduos Industriais Perigosos (ARIP) é de R\$120,00 (WEBER, 2010) e também, levando em conta as estimativas do volume de resíduos de MDF mencionados neste trabalho, é possível afirmar que com a adoção do material apresentado pode-se obter uma economia direta de aproximadamente R\$ 3,9 milhões por ano (33.000 m³ x R\$120).

Processo simbiótico

As indústrias do setor gráfico, ao promoverem a gestão interna de seus resíduos, podem tornar o seu processo produtivo mais eficiente. Todos os seus resíduos de papel jornal podem ser encaminhados a um parceiro, e/ou, atuar junto a grupos de interesse social que já fazem coleta de parte do material pós-consumo, adequando o setor à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Nº 12305/2010, ao promover a logística reversa.

Da mesma forma, as indústrias do setor moveleiro, ao aplicarem medidas de P+L terão, além dos conhecidos benefícios deste modelo de gestão, uma forma legal, ambientalmente correta, tecnicamente viável e economicamente interessante de destinar os seus resíduos como coprodutos para outras aplicações.

A indústria responsável pelo recebimento e beneficiamento dos materiais descartados por aquelas empresas pode operar de duas maneiras. Numa ela pode fazer apenas o beneficiamento dos resíduos e confeccionar o material isolante, repassando este para outra empresa responsável por comercializar e instalar o produto nas edificações. Noutra ela própria pode absorver todo processo mencionado. Desta maneira existe um benefício mútuo entre os agentes que, ao evitarem o descarte de parte de sua matéria prima na forma de resíduos, fornecem material de boa qualidade para que uma nova empresa possa beneficiar este na forma de um isolante térmico e acústico de excelente desempenho. Isso amplia o ciclo de vida destes materiais e ainda proporciona conforto térmico e redução do uso de energia elétrica nas edificações, onde o isolamento é aplicado.

Realização



Apoio Acadêmico

ESCOLA
Politécnica





6. CONCLUSÃO

Neste trabalho buscou-se avaliar o uso de resíduos industriais para gerar um coproduto com características de isolamento térmico e acústico possibilitado pela relação simbiótica entre diversos setores da indústria, possibilitando ainda o seu aproveitamento na construção de edificações sustentáveis.

Além disso, ao avaliar uma nova relação entre as empresas, o estudo sugere mudanças no comportamento de empreendedores e da sociedade através da adoção do processo de simbiose industrial, o qual introduz um modelo de mercado não linear, que mimetiza o ciclo orgânico de organismos do ecossistema natural, trazendo mais harmonia com o ambiente e menor custo aos processos produtivos.

Neste viés, a adoção do processo simbiótico na indústria permite que diferentes setores industriais trabalhem em conjunto, com perspectiva de ganhos econômicos e redução do passivo ambiental, ao mesmo tempo em que reduzirá os danos ao meio-ambiente e à saúde humana, promovendo o desenvolvimento sustentável.

A fabricação deste material se mostra promissor, não apenas pela economia gerada para as empresas ao eliminar o passivo ambiental, mas pelo surgimento de novas organizações industriais e comerciais, e também pela possibilidade de gerar melhoria na qualidade de vida aos usuários finais devido ao conforto térmico e acústico oferecido.

REFERÊNCIAS

- AEL. <http://www.aelsolucoes.pt/produtodetalhe.php?contentid=4>. Acessado em 01/12/2014.
- ARAGÃO, MARIA ALEXANDRA. Industrial Symbiosis: No Time to Waste. International Society for Industrial Ecology: The Science & Culture of Industrial Ecology - Abstracts from the inaugural meeting. Neatherlands, 2001.
- BRANCO, R. C.(2009). *Polo industrial ecológico de Manaus: uma proposta para o alcance da sustentabilidade*. São Paulo: Universidade Católica de São Paulo.
- DESPEISSE, M. et al. Industrial ecology at industrial level: a conceptual model. *Journal of Cleaner production*. (S.l.), v. 31, p. 30-39, 2012
- ERKMAN, S. Industrial ecology: a historical view. *Journal of Cleaner Production*, (S.L.), v.5, n. 1-2, p. 1-10, 1997.
- Ehrenfeld, John R. Industrial Ecology: paradigm shift or normal science? *American Behavioral Scientist*, (S.l.), v. 44, n. 2, p. 229-244, 2000.
- FARDIM, P. Papel e química de superfície – Parte I – A superfície da fibra e a química da parte úmida. *O Papel*, 2002. Disponível em:
<http://www.tappi.org/content%5CJournal%5C2002%5CTJ%5C09sep02%5CFardim1_Port.pdf>. Acesso em: nov. 2014.
- FOKAIDES, P. A., PAPAPOULOS, A. M. Cost-optimal insulation thikness in dry and mesothermal climates: Existing models and their improvement. Nova Iorque: Energy and Buildings, 2013.
- FROSC R.A, GALLOPOULOS, N.E. “Strategies for manufacturing”, *Scientific American*, 26, 1989
- KIPERSTOK, A. Prevenção da Poluição. *Tecnologias e Gestão Ambiental*. Asher Kiperstok, Arlinda Coelho, Ednildo Torres, Clarissa C. Meira, Sean P. Bradley, Marc Rosen. Brasília. Senai/DN, 2002.
- LOWE, E. A. *Eco-Industrial Park Handbook for Asian Developing Countries*. 2001. Disponível em:< <http://www.indigodev.com>>. Acesso em: maio 2015.
- MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. *Cradle to Cradle: remaking the way we make things*. London, UK: Vintage, 2008. 199 p.
- MEADOWS D. H. *Beyond the Limits: Confronting Global Collapse, Envisioning a Sustainable Future*. Vermont: Chelsea Green, 1992.

Realização



Apoio Acadêmico

ESCOLA
Politécnica





NATIONALFIBER. <http://www.nationalfiber.com/genInterest.htm>. Acessado em 25/11/2014.

SCHUETZE, T. et al, 2013) Sustainable Urban (re-)Development with building integrated energy, water and waste system.

SEIFERT, M. E. B. **Gestão ambiental:** instrumentos, esferas de ação e educação ambiental. 1. ed. São Paulo, Brasil: Atalas, S/A, 2010. 328 p.

SHEN, THOMAS T. Industrial Pollution Prevention. Berlin: Springer, 1995.

SINDIMOV. MDF, MDP - <http://www.abipa.org.br/MdpOuMdf.htm>. (Matéria publicada na Revista Sindimov- Edição nº 32 - Janeiro/2007). Acessado em 01/12/2014.

UNIVATES Gestão de Resíduos Sólidos de uma Empresa de Aglomerados -um Olhar para Sustentabilidade. http://www.rbciamb.com.br/images/online/Materia_6_artigos391.pdf. Acessado em 29/01/2015.

VLIET, B. V.; CHAPPELLS, H.; SHOVE, E. **Infrastructures of consumption:** environmental innovation in the utility industries. Oxford, UK: Earthscan, 2005. 130 p.

WEBER, M. H. A importância do armazenador no manejo de resíduos industriais – O caso da Utesa. Monografia. Porto Alegre: UFRGS, p.70. 2010

Realização



Apoio Acadêmico

ESCOLA
Politécnica

