



Conceitos, Princípios e Ferramentas para um Ambiente Urbano-Industrial Mais Sustentável

T. S. Dalbello ^a, R. A. Freire ^b, E. W. Rutkowski ^c, E. Z. Monteiro ^d

a. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, thadalbello@yahoo.com.br

b. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, rodrigo.a.freire@gmail.com

c. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, emilia@fec.unicamp.br

d. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, evandrozig@fec.unicamp.br

Resumo

O principal objetivo do presente artigo é compreender como os conceitos de Ecologia Industrial, os princípios das certificações de edifícios e as ferramentas dos indicadores de sustentabilidade podem se relacionar de forma a atingir uma arquitetura industrial mais sustentável, que se integra e beneficia o meio urbano. Tal busca, é feita a partir do levantamento das aplicações dos sistemas de certificação ambiental em edifícios industriais e também dos principais conceitos relacionados aos Indicadores de performance ambiental em edifícios e Ecologia Industrial. Propõe-se uma análise comparativa entre os principais conceitos e verifica-se a correlação entre as certificações e a Ecologia Industrial.

Palavras-chave: Ecologia Industrial, Certificação de Edifícios, Indicadores de Sustentabilidade e Indústria

1 Introdução

Após a Segunda Guerra Mundial foi iniciado o processo de reconstrução de cidades que incluiu, entre outras diretrizes, a implantação de fábricas em áreas afastadas dos centros urbanos e das áreas rurais, em substituição de indústrias instaladas em locais inadequados nas cidades, que poderiam causar poluição atmosférica e sonora. Surgiram então os distritos ou parques industriais localizados nas periferias das grandes cidades européias (MILLS, 1951). Este modelo de implantação passou a ser adotado como padrão nas cidades ocidentais. Com o passar do tempo este modelo mostrou ser insustentável por ser não só poluente, mas também consumidor de recursos naturais e energia. O Nosso Futuro Comum (BRUNTLAND, 1986) propõe o desenvolvimento de tecnologias, regulamentações e novos processos de produção, criando também uma definição de desenvolvimento sustentável:

Desenvolvimento Sustentável não é um estado permanente de harmonia, mas um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão de acordo com as necessidades atuais e futuras. (BRUNDTLAND, 1986). O relatório também menciona o setor industrial como responsável por grandes impactos no meio ambiente, e.g., extração de recursos naturais, consumo de energia e geração de poluição, (BRUNDTLAND,

1986). Como possível solução para os impactos gerados pela indústria, propõe-se o desenvolvimento de tecnologias, regulamentações e novos processos de produção.

A indústria da construção civil, por sua vez, é também a causa de grande parte dos impactos ambientais no planeta, responsável por cerca de 50% das emissões de CO₂ para a atmosfera e consumo de até 60% dos recursos naturais (WORLDWATCH INSTITUTE, 2005 *apud* SAN-JOSE, 2006).

A partir das necessidades de cumprimento de metas de desempenho ambiental local da CMMAD, seja por questões mercadológicas, sociais ou ambientais, e com o objetivo de avaliar os edifícios e auxiliar no processo de projeto, surgem indicadores de performance ambiental (COLE, 2003) e sistemas de certificação ambiental de edifícios. Essa avaliação leva em conta os impactos ambientais da construção de um edifício em todas as suas etapas, i.e. concepção, construção e vida útil. Tais impactos devem, também, ser avaliados conforme a tipologia do edifício e tipo de atividade exercida nele, e.g, indústria.

Os sistemas de certificação ambiental para a construção civil surgem no início da década de 90, na Europa através do *Building Establishment Environmental* - BREEAM (COLE, 2003), sendo seguido por outros sistemas, e.g., nos EUA com a criação do *Leadership in Energy and Environmental Design* - LEED em 1999 (SILVA, et al., 2003), na França e no Canadá com o *Haute Qualité Environnementale* (HQE) em 2005.

Em relação a empreendimentos industriais, no entanto, poucas certificações possuem indicadores de desempenho para estes edifícios; entre as mais difundidas, apenas o BREEAM, possui certificação específica para edifícios industriais. Porém a relação indústria versus ecossistema urbano está cada vez mais degradada.

A ecologia industrial se propõe a avaliar as possibilidades de inter-relações em um território de modo a permitir intercâmbios de benefícios mútuos entre empreendimentos variados. O presente artigo objetiva analisar o ambiente industrial, em face da ecologia industrial sob os critérios escolhidos pelas certificações ambientais de modo a construir as premissas de um protocolo de sustentabilidade industrial.

2 Ecologia Industrial

O conceito de Ecologia Industrial teve seus princípios desenvolvidos a partir de diferentes áreas que evoluíram em termos de significância durante o século XIX. Entre elas, as que mais contribuíram para a conceituação foram a Ecologia, a Engenharia e a Economia.

Os autores que iniciaram a discussão sobre a relação entre indústria e ecologia eram economistas do século XIX que pesquisavam sobre economia ecológica, fluxo de energia e viam o sistema econômico como um sistema físico e biológico. Entre eles, se destacaram os artigos de Patrick Geddes, Frederick Soddy e S.A. Podolinsky.

A economia ecológica, resumidamente, tem a visão de que o sistema econômico está contido na Terra e que, por isso, depende do capital natural global. Como a Terra e seus recursos naturais possuem capacidade limite, a economia passa também a ser limitada por condicionantes biofísicas e ecológicas. Assim, a indústria pode entrar como gestora do capital natural e, portanto, a ecologia industrial surge como uma alternativa que conserva a capacidade de geração de serviços de suporte e que aumenta a produtividade dos elementos do capital natural.

Os economistas K. Boulding (1966), G. Roegen (1971), W. Kapp (1978), H. Daly (1972, 1980), P. Erlich (1970), R. Noogard (1984) e R. Constanza (1999) pesquisaram as relações entre os ecossistemas naturais e econômicos de forma equitativa e se valeram da insistência de que a "*economia deveria ser vista com um sistema aberto a entrada de energia e fechado a entrada de materiais e a saída de resíduos*". (GONZÁLEZ, 2009)

Levando em consideração a definição de ecologia dada por Odum: "*o estudo do ambiente da casa inclui todos os organismos contidos nela e todos os processos funcionais que a tornam habitável*" (ODUM, 1985) e a complexidade do funcionamento urbano, autores da áreas de economia e ecologia da década de 70 passaram a ver o sistema industrial como um subsistema da biosfera.

A partir desta visão, a indústria passou a ser vista como um ecossistema – "*qualquer unidade (biosistema) que abranja todos os organismos que funcionam em conjunto (a comunidade biótica) numa dada área, interagindo com o ambiente físico de tal forma que um fluxo de energia produza estruturas bióticas claramente definidas e uma ciclagem de materiais entre as partes vivas e não vivas*" (ODUM, 1985) – e deixou de ser apenas uma grande consumidora de energia para estabelecer uma relação benéfica com o meio em que está inserida.

Essas pesquisas deram suporte para que a ecologia alcançasse a área da engenharia e para que surgisse o termo Ecologia Industrial, em 1989, quando o relatório Brudtland já havia sido publicado – 1987 – e as discussões sobre o meio ambiente e o comportamento humano na Terra estavam começando a ganhar seriedade no contexto internacional. Os engenheiros e pesquisadores norte americanos, Frosh e Gallopoulos, assim denominaram o sistema complexo de interação entre indústrias para alcançar a sustentabilidade, com eficiência energética e fechamento do ciclo de vida no âmbito da produção de forma a melhorar a cadeia produtiva industrial. A primeira definição para o termo foi:

Um ecossistema industrial é a transformação do modelo tradicional de atividade industrial, no qual cada fábrica, individualmente, demanda matérias-primas e gera produtos a serem vendidos e resíduos a serem depositados, para um sistema mais integrado, no qual o consumo de energia e materiais é otimizado e os efluentes de um processo servem como matéria-prima de outro." (FROSH & GALLOPOULOS, 1989).

De acordo com Chertow (1999), existem três possibilidades para o intercâmbio industrial de recursos primários: 1) reutilização de produtos - a troca de materiais para uso como substitutos de produtos comerciais ou como matéria-prima através da troca de resíduos ou da reciclagem industrial. 2) compartilhamento de infraestrutura - a utilização combinada e gestão de recursos comumente utilizados, tais como energia, água e esgoto. 3) prestação de serviços comuns - a satisfação das necessidades comuns entre as empresas para atividades auxiliares, tais como combate a incêndios, transporte e fornecimento de alimentos. Um parque eco-industrial pode incluir muitos objetivos ecologicamente desejáveis, como mecanismos para reduzir o impacto ambiental global, conservação de materiais e energia e promoção de cooperativas para a eficiência da gestão dos recursos ambientais.

A Ecologia Industrial é vista por Peck (2000), como uma das maneiras mais eficientes de utilização de materiais e de energia no meio industrial, pois sua implantação possibilita um ciclo de resíduos em que não há desperdício. A comparação com o ecossistema natural é a premissa básica que diferencia a Ecologia Industrial das abordagens tradicionais que se concentram em processos industriais de setores específicos da economia e que funcionam de forma isolada.

Assim como o ecossistema natural, o sistema industrial consiste fundamentalmente em fluxos de materiais, energia e informação, além de depender de recursos e serviços fornecidos pela Biosfera. É importante ressaltar logo no início que, no contexto da Ecologia Industrial, a palavra "industrial" alude a todas as atividades humanas que têm lugar na moderna sociedade tecnológica. Daí que turismo, habitação, serviços de saúde, transporte e agricultura também fazem parte do sistema industrial (ERKMAN, FRANCIS & RAMASWAMY, 2005).

Apesar de muitas diferentes definições de ecologia Industrial, os autores convergem para os pontos que tratam o conceito como integralizado entre a economia industrial e a Biosfera, levando em consideração as relações sociais e seus conseqüentes padrões de fluxo de materiais e energia e a evolução das tecnologias sustentáveis. A forma como eles materializam este conceito é feita, basicamente, através dos seguintes pontos-chave:

i) visão sistêmica das interações entre sistemas industriais e o meio; ii) estudo do fluxo e transformação da matéria e energia; iii) abordagem multidisciplinar; iv) reorientação do processo industrial; v) mudanças dos processos lineares de produção para processos cíclicos; vi) eficiência industrial; e vii) promoção de sinergias. Dentro do atual modelo econômico hegemônico, que não admite nenhum princípio de auto-limitação, a EI procura tecer as redes e fluxos que interligam as atividades de produção e produtos aos ciclos naturais. (PEREIRA, et al)

Considerando os produtos manufaturados, a Ecologia Industrial pode ser focada no estudo de produtos individuais e seus impactos ambientais nos diferentes estágios de seu ciclo de vida, um foco complementar é a instalação onde os produtos são feitos. Em tais instalações, matérias-primas, materiais processados, produtos e componentes finalizados por terceiros são os fluxos de entrada, juntamente com a energia. Os emergentes fluxos são do próprio produto; resíduos de terra, água e ar; e resíduos de energia transformada na forma de calor e ruído.

Desta forma, o objetivo principal da Ecologia Industrial é o fornecimento de soluções que possam colocar em prática o conceito de desenvolvimento sustentável aplicado a indústrias e de forma economicamente viável. Essas soluções podem ser viabilizadas através da arquitetura do edifício industrial, levando em consideração as premissas de sustentabilidade aplicadas a ele.

3 Seleção de Certificação Ambiental de Edifícios Aplicável à Indústria

A seleção de indicadores para avaliação de edifícios requer um procedimento específico que garanta que todos os requisitos necessários sejam compreendidos e atendidos em um projeto arquitetônico. A ecologia industrial, i.e., sua definição e seus conceitos, pode contribuir para a separação dos indicadores em itens específicos de aplicação.

É proposta inicialmente a divisão em critérios a partir do sistema de certificação BREEAM Industrial. O motivo da escolha em se trabalhar a partir desse sistema justifica-se pelo fato de ser o sistema pioneiro de avaliação e também por possuir um módulo específico de avaliação para edifícios industriais.

Atualmente existem dez critérios de avaliação BREEAM: Gestão; Saúde e Conforto; Energia; Transporte; Água; Materiais; Resíduos; Uso do Solo e Ecologia; Poluição e Inovação. (BREEAM,2008)

Os critérios são subdivididos em itens de avaliação específicos para edifícios industriais e distribuídos conforme a tabela:

Tab. 1. Tabela dos itens avaliados pelo sistema de certificação BREEAM Industrial.

Crítérios de Avaliação	Crítérios de Avaliação
1- Gestão	5- Água
Comissionamento	Consumo de água
Construtores	Medidor de consumo de água
Impactos da construção no lote	Detectar vazamentos
Guia do usuário	Desligamento de fornecimento de água aos sanitários
Segurança	6- Materiais
2- Saúde e Conforto	Especificação de Materiais (principais)
Iluminação Natural	Paisagismo e Proteção de Bordas
Vista para o exterior	Reutilização de Fachada existente
Controle de Brilho	Reutilização de Estrutura existente
Iluminação de alta frequência	Fornecimento Responsável de materiais
Níveis de iluminação interna e externa	Isolamento
Zonas de Iluminação e controle	Projetando para Robustez
Potencial para ventilação Natural	7- Resíduos
Qualidade interna de ar	Gestão de Resíduos da construção
Componentes Orgânicos Voláteis(COV)	Agregados Reciclados
Conforto térmico	Armazenamento de resíduos recicláveis
Zona Térmica	Prensa / Compactador
Contaminação microbiótica	8- Uso do Solo e Ecologia
Performance Acústica	Reutilização de terreno
Área de escritórios	Terreno Contaminado
3- Energia	Valor ecológico do terreno e proteção das qualidades ecológicas
Redução da emissão de CO2	Mitigação dos Impactos Ecológicos
Medidores do uso de energia substanciais	Reforço da Ecologia do terreno
Medidores do uso de energia pelo usuário final	Impacto de longo prazo na biodiversidade
Iluminação externa	9- Poluição
Tecnologias de baixo ou Zero Carbono	Refrigeradores (GWP) Potencial de aquecimento global – serviços
Performance dos fechamentos e infiltração do ar	Prevenção de vazamento de refrigeradores
Câmaras refrigeradas	Refrigeradores- Câmaras frias
Elevadores	Emissão de NO _x por uma fonte de aquecimento
4- Transporte	Risco de Inundação
Fornecimento de Transporte Público	Redução de Poluição nos corpos d'água
Proximidade a comércio e serviços	Redução de Poluição luminosa noturna
Facilidades para ciclistas	Redução de ruídos
Segurança do pedestre e ciclista	10- Inovação
Planos de viagem	Inovação
Nº Máximo de vagas de estacionamento	
Entregas e Manobras	

4 Indicadores de Sustentabilidade e Especificidades projetuais em

“CLEANER PRODUCTION INITIATIVES AND CHALLENGES FOR A SUSTAINABLE WORLD”

São Paulo – Brazil – May 18th-20th - 2011

edifícios industriais

Os indicadores são definidos como um modelo quantitativo e forma de informação que deixam perceptíveis certos fenômenos que não são imediatamente detectados. (HAMMOND *et al.*, 1997). Dessa maneira, os indicadores permitem uma visualização simplificada de dados e estatísticas através de unidades quantitativas ou qualitativa, i.e. podem ser visualizados tanto de forma métrica como em graus de satisfação por determinado evento.

Os indicadores são necessários por quatro motivos práticos (HAKKINEN, 2001). São eles:

- A necessidade de tomar decisões ainda em estágios iniciais do projeto.
- A escala de complexidade em projetos ou processos extensos.
- A especificidade de cada projeto demanda a existência de indicadores simplificados
- Os indicadores também são necessários quando as atividades apresentam efeitos indiretos no desenvolvimento sustentável.

Atualmente, com o surgimento de inúmeros sistemas de certificação ambiental, existe um grande número de indicadores ambientais. O levantamento realizado pelo *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* (CSTB) através do projeto *City-related Sustainability Indicators* (CRISP) em 2003, resultou na existência de cerca de 500 indicadores distribuídos em 40 sistemas.

Entretanto, muitos dos indicadores encontrados na literatura são restritivos. Ou seja, não se aplicam em sua totalidade a todos os edifícios. Eles dependem do local de implantação, tipologia, uso e contexto, e.x. os galpões industriais.

Uma fábrica ou edifício industrial pode ser definido como um espaço onde a produção industrial e tarefas de armazenamento acontecem (SAN JOSE, 2006). Tal definição remete à existência de construções. Estas, consomem recursos durante sua construção e vida-útil, determinam as ações e medidas tomadas em seu interior, e.g. um edifício com poucas aberturas requer um uso maior de iluminação artificial, e ainda presenciam as relações entre os ocupantes.

Existem ainda, algumas diferenças claras que permitem verificar certas especificidades de uma construção industrial em comparação a outra, e.g. residencial. Algumas diferenças podem ser mencionadas (SAN JOSE, 2006):

- Diferentes possibilidades de implantação, forma e tipologia uma vez que sua solução depende do tipo de atividade exercida.
- O sistema estrutural sofre, normalmente, grandes forças devido aos equipamentos necessários para o funcionamento da fábrica ou galpão.
- As indústrias sofrem atualmente grandes mudanças tecnológicas que exigem uma flexibilidade e rápida adaptação de seus espaços físicos
- Os acessos e fluxos da construção devem levar em conta, além da acessibilidade dos ocupantes, o percurso da matéria-prima até o produto final.
- O consumo de energia depende menos do tipo ou tamanho da construção, como no setor residencial por exemplo, e mais no tipo de equipamento utilizado, e.g. alguns equipamentos necessitam de constante refrigeração

- Do ponto de vista social, uma indústria gera riqueza, empregos, atividades comerciais e desenvolvimento regional.

- Em alguns casos, uma construção industrial deve possuir uma grande qualidade estética de forma a representar a imagem da empresa e melhorar o seu entorno próximo.

A concepção de um edifício industrial deve levar em consideração certos critérios de projeto e desempenho a fim de promover o desenvolvimento sustentável. Para isso, é necessário elencar os indicadores, que permitam uma avaliação desse desempenho e classificá-los em critérios específicos, i.e. agrupa-los a partir de semelhanças em sua aplicação. Essa classificação pode ser realizada a partir da proposta dos pontos-chave da Ecologia Industrial.

Incluem-se ainda nesses critérios de desempenho, os aspectos sociais e econômicos.

5 Conexões: Ecologia Industrial, Certificação Ambiental de Edifícios e Indicadores de Sustentabilidade

A partir do estabelecimento dos critérios específicos de projeto e funcionamento de uma edificação industrial, da escolha de um sistema de certificação ambiental e dos conceitos de Ecologia Industrial, é proposta uma ligação entre os itens que se correlacionam, i.e., que apresentam a mesma natureza ou mesma intenção. Em seguida, é proposto um sistema de relações apresentado pela Fig. 1.

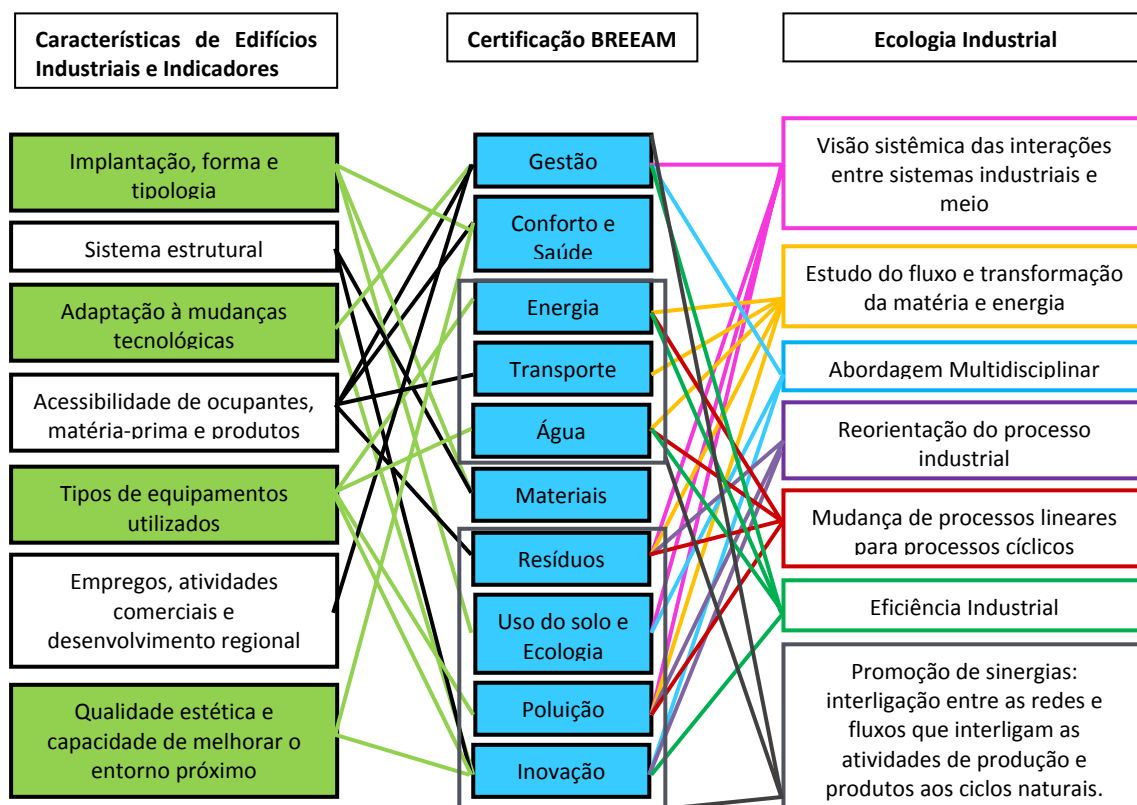


Fig. 1. Características específicas de Edifícios Industriais a serem consideradas nos indicadores de sustentabilidade, conexões entre princípios do BREEAM e conceitos da ecologia industrial

A coluna final enumera os conceitos da ecologia industrial, relacionando-os aos princípios de construção sustentável avaliados pelo sistema de certificação BREEAM Industrial que se ligam às características específicas de um edifício industrial. O papel do sistema BREEAM Industrial é funcionar como uma base central dessa

ligação, possibilitando o agrupamento dos itens referentes ao edifício industrial mais sustentável.

Ainda assim, existem algumas considerações a serem feitas. Os critérios "Materiais" e "Saúde e Conforto" do sistema de certificação BREEAM não possuem relação direta aos conceitos de Ecologia Industrial, pois esta não se relaciona diretamente à relação entre trabalho e trabalhador e às especificações de materiais do BREEAM se relacionam apenas aos materiais de construção, não aos materiais usados nos processos industriais.

Enquanto isso, o item "Promoção de sinergias" na coluna da Ecologia Industrial relaciona-se com praticamente todos os itens do sistema BREEAM, uma vez que esta certificação leva em consideração as relações do edifício com o meio ambiente e seus possíveis impactos. É possível notar, também, que conforme se caminha da coluna 1 → 3, alguns critérios referentes aos aspectos sociais perdem importância e deixam de ser avaliados.

O item "Inovação", apesar do pequeno grau de importância no sistema de classificação BREEAM, é importante na promoção da Ecologia Industrial em especial nos itens que se referem a mudanças no processo produtivo.

6 Conclusão

Através do estudo das conexões entre as áreas abordadas, foi possível observar que o projeto do edifício contribui no aprimoramento das atividades industriais no sentido de alcançar a ecologia industrial. E este aprimoramento só é possível se associado a métodos de avaliação ou ferramentas que podem ser utilizadas na concepção, elaboração e desenvolvimento do projeto e da obra para medir seu impacto ambiental com o objetivo de reduzi-lo ao máximo e de incorporar a sustentabilidade no processo.

As conexões entre os conceitos, princípios e ferramentas da ecologia industrial, da certificação de edifícios e dos indicadores ambientais, respectivamente, podem tornar o ambiente urbano-industrial mais sustentável. Elas reduzem os impactos ambientais das indústrias nas cidades, aumentando a qualidade de vida da população, diminuindo a poluição, aumentando o ciclo de vida do produto e a qualidade geral do meio.

No entanto deve-se considerar que algumas especificidades da Ecologia Industrial e do sistema de certificação não estão em perfeita correlação. Nem todos os itens do sistema BREEAM aplicam-se a EI. A questão referente aos aspectos sociais também deve ser mencionada, pois apesar de presente nos indicadores encontrados, a preocupação não se mostra aparente nos conceitos da Ecologia Industrial. No sistema BREEAM, no entanto, os itens "Gestão", "Saúde e Conforto" e "Transportes" apresenta em seus sub-critérios alguma preocupação social.

Além disso, enquanto o sistema BREEAM trata do edifício e da sua relação com o meio inserido; a EI trata também da relação com as demais indústrias de uma região, enfatizando a importância das trocas materiais no processo de produção; o insumo de uma indústria pode ser o resíduo de outra. O conceito, os princípios e as ferramentas se completam, gerando as premissas de um protocolo de sustentabilidade.

Porém, se por lado essas premissas permitem que uma escolha adequada de indicadores e de um sistema de certificação direcione corretamente as decisões projetuais e de gestão da indústria, otimizando seus processos e atingindo a

ecologia industrial, por outro lado, é necessária a construção de um novo padrão que integre e unifique todos os sistemas mencionados.

7 Agradecimentos

Este artigo faz parte do Projeto de Pesquisa Plataforma Logística Sustentável de Campinas – PLC - desenvolvido em parceria com os laboratórios da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC/Unicamp) FLUXUS - Laboratório de Estudos em Sustentabilidade Socioambiental e Redes Técnicas – e LALT - Laboratório de Aprendizado em Logística e Transporte com a empresa H2MK Logística Aeroportuária. Agradecemos a todos estes pela oportunidade.

8 Referências

Bruntland Commission, 1986. World Commission on Environment and Development (WCED). Our common future. Nova Iorque; p. 66.

Building Research Establishment Ltd. Retrieved, 2008. BREEAM Industrial 2008 Assessor Manual.

http://www.breeam.org/filelibrary/SD5052_4_0_BREEAM_Industrial_2008.pdf
acessado em Março / 2011

Chertow, Marian R., 1999. Industrial symbiosis: A multi-firm approach to sustainability. Greening of Industry Network Conference.

Cole, R. J., 2003. Building Environmental Assessment Methods: A Measure of Success. International e-Journal of Construction. <http://www.bcn.ufl.edu/iejc/pindex/62/cole.pdf> acessado em Março / 2011

Hakkinen, T., 2001. City-related Sustainability Indicators: State-of-the-art. <http://cic.vtt.fi/eco/crisp/state-of-the-art2.pdf> acessado em Março / 2011

Hammond, A; Adriaanse, A; Rodenburg, E; Bryant, D.; Woodward, R., 1995 Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development. World Resources Institute, Washington, D.C. pp. 1-5.

González, Graciella Carrillo, 2009. Una revisión de los principios de La Ecología Industrial. Revista Nueva Epoca, nº 59, México.

Graedel, T. E.; Allenby, B. R., 1995. Industrial Ecology. 1. ed .New Jersey: Prentice-Hall, 412 p.

Frosh R. & Gallopoulos N., 1989. Strategies for Manufacturing. Scientific American.

Lowe, Ernest A. e Evans, Laurence K., 1995. Industrial ecology and industrial ecosystems. Journal of Cleaner Production, volume 3, nº 1-2.

Peck, J. S. W., 2000. Industrial Ecology: from theories to practice. Peck & Associates. Ontario, Canada.

Pereira, A. S.; Lima, J. C. F.; Rutkowski, E. W., 2007. Ecologia Industrial no Brasil: uma discussão sobre as abordagens brasileiras de simbiose industrial. In: IX Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 2007, Curitiba/PR. Anais do IX Encontro Nacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente.

San-Jose, J. T.; Losada, R.; Cuadrado, J.; Garrucho, I., 2007. Approach to the quantification of the sustainable value in industrial buildings. *Building and Environment*. 42, 3916-3923.

Silva, V.G.; Silva, M.G.; Agopyan, V., 2003. Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade. *Ambiente Construído*. 3, 7-18.