

Aplicação do Conceito de Energia na Contabilidade de Gestão Ambiental

Miguel Juan Bacic (UNICAMP) - bacic@eco.unicamp.br

Enrique Ortega (UNICAMP) - ortega@fea.unicamp.br

José Roberto Kassai (FEA/USP) - jrkassai@usp.br

Resumo:

O trabalho discute a qualidade das informações ambientais, tal como entendidas na Contabilidade Ambiental e as informações apresentadas no Relatório de Sustentabilidade, dentro da perspectiva de sustentabilidade de desenvolvimento econômico tal como definida no Relatório Bruntland: da ONU “Nosso Futuro Comum”. Conclui-se que as informações são incompletas e não mostram o impacto das atividades produtivas antrópicas nos ecossistemas naturais. Apresenta-se a metodologia emergética como alternativa para avaliar o grau de sustentabilidade. Essa metodologia considera o impacto das atividades econômicas dentro dos ecossistemas naturais e permite determinar o grau de uso de recursos renováveis e não renováveis das atividades produtivas. A mensuração emergética é diferente daquela que surge da ação do mercado, onde o valor dos produtos e serviços depende dos preços do sistema econômico e das condições de oferta e procura. Neste caso não é computado o valor da contribuição dos ecossistemas naturais e sim sua escassez ou abundância pontual. Dessa forma os preços não informam corretamente a situação de sustentabilidade no longo prazo das ações econômicas. Dado que o valor do recurso em emergia considera a contribuição da natureza na formação do recurso, e caso essa informação fosse incorporada dentro do sistema de preços, este sinalizaria às empresas e os consumidores para escolhas em direção à sustentabilidade ambiental da sociedade.

Palavras-chave: *Contabilidade de gestão ambiental, Análise emergética, Emergia*

Área temática: *Gestão de Custos Ambientais e Responsabilidade Social*

Aplicação do Conceito de Emergia na Contabilidade de Gestão Ambiental

Resumo

O trabalho discute a qualidade das informações ambientais, tal como entendidas na Contabilidade Ambiental e as informações apresentadas no Relatório de Sustentabilidade, dentro da perspectiva de sustentabilidade de desenvolvimento econômico tal como definida no Relatório Bruntland: da ONU “Nosso Futuro Comum”. Conclui-se que as informações são incompletas e não mostram o impacto das atividades produtivas antrópicas nos ecossistemas naturais. Apresenta-se a metodologia emergética como alternativa para avaliar o grau de sustentabilidade. Essa metodologia considera o impacto das atividades econômicas dentro dos ecossistemas naturais e permite determinar o grau de uso de recursos renováveis e não renováveis das atividades produtivas. A mensuração emergética é diferente daquela que surge da ação do mercado, onde o valor dos produtos e serviços depende dos preços do sistema econômico e das condições de oferta e procura. Neste caso não é computado o valor da contribuição dos ecossistemas naturais e sim sua escassez ou abundância pontual. Dessa forma os preços não informam corretamente a situação de sustentabilidade no longo prazo das ações econômicas. Dado que o valor do recurso em emergia considera a contribuição da natureza na formação do recurso, e caso essa informação fosse incorporada dentro do sistema de preços, este sinalizaria às empresas e os consumidores para escolhas em direção à sustentabilidade ambiental da sociedade.

Palavras-chave: Contabilidade de gestão ambiental, Análise emergética, Emergia.

Área temática: Gestão de Custos Ambientais e Responsabilidade Social

1. Introdução

A problemática da sustentabilidade do desenvolvimento econômico tem se tornado um tema de importância crescente para a sociedade e as empresas. O Relatório da ONU “Nosso Futuro Comum” define desenvolvimento sustentável como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das futuras gerações atenderem suas próprias necessidades” (COMISSÃO Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento 1987). Esta definição aparentemente simples leva a existência de diversas perspectivas e metodologias que tentam avaliar qual seria esse patamar de desenvolvimento. O tema da sustentabilidade é avaliado a partir de diferentes perspectivas, que nem sempre conseguem chegar a conclusões semelhantes. Uma lógica ecológica mais radical pode propor a diminuição imediata de toda atividade econômica para preservar os ecossistemas naturais da ação antrópica. Uma avaliação econômica mais tradicional pode não incorporar o impacto das externalidades negativas derivadas dos sistemas humanos de produção, desconsiderando assim, a contribuição dos ecossistemas naturais para a atividade econômica.

Uma lenta porém persistente discussão quanto ao impacto das atividades econômicas na sociedade e no ambiente levou a questionamentos sobre a lógica do lucro como parâmetro principal da avaliação da eficiência social e econômica da empresa. Os problemas de poluição, danos ao meio ambiente, esgotamento de recursos levaram ao desenvolvimento de conceitos, a criação de legislação e o estabelecimento de normas com o objetivo de diminuir as contradições observadas entre atividade econômica e meio ambiente.

A legislação visa impor sanções aos poluidores de forma a que paguem os custos das externalidades negativas geradas para a sociedade. O princípio de poluidor pagador faz parte da Constituição Federal do Brasil (art. 225 § 3) (CARVALHO, 2008, p.35).

As normas sinalizam parâmetros dentro dos quais as empresas devem adequar seus sistemas produtivos. A ISO 14000 trata de padrões de organização e de produtos para executar a gestão ambiental e avaliar o desempenho ambiental. A NBR 16001 - Responsabilidade Social-Sistema de Gestão - Requisitos, se propõe estabelecer critérios para implantação de um sistema de responsabilidade social nas organizações (ROSSATO *et. el.*, 2009, p. 76).

Os conceitos visam tornar evidente as dimensões éticas que existem por trás da gestão e das decisões empresariais. Até os anos 80 o entendimento da dimensão ética relacionava-se com o impacto na sociedade da atuação das organizações (indicadores de natureza sócio-econômica) e posteriormente passou a incluir os indicadores ambientais. Como resultado dessa interpretação mais ampla da relação entidade-sociedade-ambiente foi desenvolvido, a partir da ação de diversos atores o Balanço Social (também denominado relatório de sustentabilidade), que é o instrumento contábil que permite evidenciar as informações sociais, econômicas e ambientais das organizações tornando público os resultados de cada organização quanto a sua política de responsabilidade social (TINOCO e KRAEMER, 2004). Conforme o Instituto Ethos a responsabilidade social empresarial é uma forma de gestão ética e transparente que visa criar uma relação entre as metas empresarias e o desenvolvimento sustentável da sociedade e do ambiente (INSTITUTO ETHOS, 2010a).

De acordo com a Norma Brasileira de Contabilidade Técnica NBC T 15 de agosto de 2004 aprovada pelo Conselho Federal de Contabilidade o “Balanço Social” deve ser apresentado na forma da Demonstração de Informações de Natureza Social e Ambiental (DINSA) mostrando os dados e as informações de natureza social e ambiental da entidade, extraídos ou não da contabilidade, com o objetivo de demonstrar a responsabilidade social das empresas. Segundo o Instituto Ethos o modelo de relatório da *Global Reporting Initiative* (GRI), Relatório de Sustentabilidade é o modelo mais completo de relatório de esta classe (INSTITUTO ETHOS, 2010b).

O objetivo do presente trabalho é discutir a qualidade das informações ambientais, tal como entendidas na Contabilidade Ambiental e as informações apresentadas no Relatório de Sustentabilidade. A hipótese é que as informações são incompletas e não mostram o impacto das atividades produtivas antrópicas nos ecossistemas naturais, portanto não informam a sustentabilidade da atuação das entidades, tal como entendida pelo Relatório “Nosso Futuro Comum”. Apresenta-se a metodologia emergética como alternativa para avaliar o grau de sustentabilidade. Essa metodologia considera o impacto das atividades econômicas dentro dos ecossistemas naturais e permite determinar o grau de uso de recursos renováveis e não renováveis das atividades produtivas.

A presente pesquisa de natureza multidisciplinar é de natureza exploratória. Pretende mostrar a importância de criar mecanismos para contabilizar o papel dos ecossistemas naturais para o funcionamento dos sistemas produtivos humanos, apresentando uma alternativa metodológica já existente (ainda não incorporada pela Contabilidade) que é o estudo e registro dos fluxos de energia dos ecossistemas. O reconhecimento do meio ambiente como entidade permitiria o surgimento de um novo papel da contabilidade dentro da sociedade. O presente estudo se insere dentro de uma linha de pesquisa que visa desenvolver metodologias para contabilizar os serviços ecossistêmicos naturais e que teve como trabalho pioneiro a avaliação do Balanço Ambiental dos *Monster Countries* realizada por Kassai *et al.* (2008).

2. Contabilidade ambiental e custos ambientais

Dada a percepção por parte dos decisores, da importância crescente do ambiente sobre as decisões e resultados empresariais, a contabilidade ambiental tornou-se uma ferramenta fundamental no registro dos eventos ambientais decorrentes das ações e dos processos das empresas. A contabilidade ambiental visa, conforme Ribeiro (2005, p. 45) “ (...) identificar, mensurar e esclarecer os eventos e transações econômico-financeiras que estejam relacionados com a proteção, preservação e recuperação ambiental, ocorridos em um determinado período, visando a evidenciação da situação patrimonial de uma entidade”

Os ativos ambientais são os bens e direitos aplicados na atividade de gerenciamento ambiental. São os recursos utilizados “no processo de proteção, controle, conservação e preservação do meio ambiente (DALMAGRO e OTT, 2003).

Os passivos ambientais consistem no valor das obrigações adquiridas, voluntária ou involuntariamente, para reabilitar o meio ambiente das agressões praticadas, bem como o valor de multas e indenizações.

Os custos ambientais consistem no principal encargo do Passivo Ambiental (Rosatto *et.al.*, p.77) e compreendem os gastos relacionados com o objetivo de controlar, preservar e recuperar o meio ambiente (RIBEIRO, 1998).

Techio de Silva *et. al.*, (2003) analisam os modelos de classificação de custos ambientais propostos por Campos (1996), Costa (2000), Moura (2000), Moraes (2000), Jasch (2000) e Senthila *et al.* (2002) e concluem que o modelo de Moura é o mais adequado. Este autor usa a mesma lógica do modelo de custos de qualidade formulado por Juran e Gryna (1998) e trata os custos ambientais em duas categorias, os Custos de Controle e os Custos da Falta de Controle.

Os Custos de Controle mostram o sacrifício realizado para evitar problemas ambientais e para manter os processos dentro dos parâmetros ambientalmente corretos. Dividem-se em duas classes: os Custos de Prevenção e os Custos de Avaliação.

Os Custos de Prevenção são os custos das atividades que tem por objetivo prevenir o surgimento de problemas ambientais nos processos produtivos e nos produtos. Visam evitar o surgimento de não conformidades com relação às normas e os padrões existentes. Os estudos de impacto ambiental previstos na Lei 6.938/80 - Lei da Política Nacional de Meio Ambiente, art. 9 § 3 e pela Resolução Conama 001/86, Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) são exemplos dos custos iniciais de Prevenção.

Os Custos de Avaliação correspondem ao consumo dos recursos necessários para manter os níveis planejados de qualidade ambiental, por meio das avaliações, inspeções e testes.

Os Custos de Falta de Controle representam o conjunto de gastos relacionados com a gestão ambiental inadequada. Dividem-se em três classes: Custos de Falhas Internas, Custos de Falhas Externas e Custos Intangíveis.

Os Custos de Falhas Internas são aqueles custos decorrentes da inadequação dos processos para produzir dentro dos parâmetros ambientalmente corretos e tenham impactos interno na empresa, tal como remediação de problemas ambientais em áreas internas, retrabalhos de produtos por problemas ambientais, ações trabalhistas resultantes de condições ambientais desfavoráveis da empresa.

Os Custos das Falhas Externas surgem da incapacidade do sistema de gestão ambiental para manter os problemas ambientais restritos ao âmbito interno da empresa. Englobam os custos relacionados com multas, ações corretivas, indenizações legais resultantes do impacto ambiental em áreas externas à empresa.

Os Custos Intangíveis compreendem aqueles custos que existem por causa dos problemas ambientais e que não podem ser quantificados com precisão, tal como perda de

valor da marca, diminuição do valor das ações, dificuldades adicionais na relação com os órgãos de controle, desmotivação dos empregados por causa de problemas ambientais.

Hansen e Mowen (2003) propõem estrutura semelhante para controle dos custos ambientais, dividindo-os em custos de prevenção, custos de detecção e de correção ambiental (por falhas internas e externas).

Dentro da estrutura do modelo proposto por Hansen e Mowen (2001) e Moura (2000), seguindo a lógica do modelo dos Custos de Qualidade, há que maximizar os Custos de Controle para tornar mínimos (idealmente nulos) os Custos da Falta de Controle. Nesse caso seria obtido o maior lucro.

O sistema de custos por atividades (ABC) é o mais adequado para evidenciar os custos ambientais (TACHIBANA e ABUD, 2002). Diversos estudos mostram os custos ambientais de entidades incorporando a estrutura lógica desse sistema: (por ex. BEN *et.al.*, 2005, FREITAS *et. al.*, 2007).

3. A evidenciação dos custos ambientais

A NBC T-15 visa estabelecer procedimentos para evidenciação de informações de natureza social e ambiental, com o objetivo de demonstrar à sociedade a participação e a responsabilidade social da entidade. As empresas podem informar diversos aspectos de sua política e situação ambiental em diversos relatórios além do relatório previsto por essa norma; Esta evidenciação tende a ocorrer no Relatório de Sustentabilidade, porém também podem ser encontradas informações no Relatório da Administração, no Relatório Anual e nas Notas Explicativas.

De Faria e Pereira (2009) ao analisar o segmento de empresas de papel e celulose no Brasil observam que há heterogeneidade e falhas na evidenciação dessas informações e que no caso de algumas empresas há baixa qualidade e irrelevância das informações publicadas. Melo de Souza *et al.* (2010) estudaram os demonstrativos dos anos 2007 e 2008 da Petrobrás, analisando as seguintes categorias: Política Ambiental, Sistema de Gerenciamento Ambiental, Impactos dos Produtos e Processos no Meio Ambiente, Energia, Informações Financeiras Ambientais, Educação e Pesquisa Ambiental, Mercado e Créditos de Carbono, Outras Informações Ambientais. Concluem que o relatório que mostrou mais informações é o Relatório de Sustentabilidade seguido pelo Relatório da Administração.

Ferreira *et. al.* (2009) organizaram uma coletânea de artigos nos quais se analisa a evidenciação das informações ambientais e sociais. Observa-se, a partir dos casos apresentados, que a situação no Brasil é heterogênea quanto à qualidade e profundidade das informações apresentadas e que estas são insuficientes em muitos casos.

4. Contabilidade de gestão ambiental

Segundo Beuren a despeito que as decisões sejam tomadas usando a moeda como unidade de conta, há necessidade em alguns casos de mensurar em unidades físicas. Por isso a contabilidade deveria implementar sistemas de informações em unidades monetárias e físicas (BEUREN, 1995 apud GUESSER e BEUREN, 1998).

Conforme Tinoco e Kraemer (2004), a contabilidade ambiental pode ser usada em contextos diversos incorporando o uso de variáveis físicas além das financeiras. A Divisão de para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (2001, p. 8) define Contabilidade de gestão ambiental (CGA) como uma abordagem que combina unidades físicas e monetárias para permitir a “transição de informação da contabilidade financeira e da contabilidade de custos para aumentar a eficiência de materiais, reduzir o impacto e o risco e reduzir custos de salvaguarda ambiental”. A CGA é “realizada por empresas públicas e privadas, mas não por nações e tem tanto uma componente monetária como física” (ibidem, p. 8). As variáveis físicas devem, segundo o documento, serem contabilizadas a partir dos Balanços de Massa

dos processos e produtos. Os balanços de massa registram a informação sobre as entradas e saídas dos fluxos de materiais e permitem estudar a porcentagem que se incorpora aos produtos e os desperdícios ao longo do processo. Segundo Grzebielukas *et al.* (2009, pp.311 e 312) a CGA e parte da contabilidade gerencial é “um simples ajustamento de Contabilidade Gerencial para um sistema mais integrado uma vez que esta possui o link entre informações físicas e monetárias”

A CGA foca a empresa, seja por meio da contabilidade ambiental, seja por meio dos balanços de massa. Não observa a relação da empresa com o ambiente, salvo de forma parcial. Desde a perspectiva financeira, se interessa pela gestão dos custos ambientais, os que são definidos dentro de determinados parâmetros normativos e legais que visam evitar danos ambientais conforme social e legalmente entendidos em determinada época. Os balanços de massa evidenciam a eficiência do uso de insumos dentro dos processos produtivos. Esta visão é insuficiente caso queira-se observar a sustentabilidade num sentido mais amplo, tal como definido pelo Relatório Nosso Futuro Comum. Para atender os requisitos de esta definição há que sair do olhar exclusivo dentro do sistema produtivo da empresa e há que observar a sua relação com o ambiente e o uso de recursos renováveis e não renováveis.

Kassai *et.al.* (2008) apresentam uma visão dos sistemas produtivos nacionais partir da emissão e absorção de CO₂ e determinam balanços nacionais a partir de cálculo equivalente do saldo da emissão de CO₂ e o valor do PIB pela paridade do poder de compra calculado em Toneladas Equivalentes de Petróleo. A metodologia não foi ainda aplicada a empresas ou sistemas produtivos específicos, porem indica um importante caminho para estudar a sustentabilidade.

Um problema adicional das informações financeiras para a determinação da sustentabilidade é o uso do moeda como unidade de conta. A moeda expressa uma relação social e seu valor não passa de uma convenção aceita pelos participantes de determinado sistema econômico. O estudo da sustentabilidade não pode ser realizado tendo como foco exclusivo o sistema econômico, ou um sistema produtivo ou uma empresa. Todos estes têm relações de troca com o sistema natural fazendo uso de insumos livres (forma do sistema econômico) que não tem valor de mercado. As tentativas de valorar a natureza, por meio de distintas metodologias revelaram-se insatisfatórias, dado o elemento de subjetividade ou arbitrariedade imposta. Não existe um método único que possa ser aplicado, existem métodos para determinadas situações (CARVALHO, 2008). Na realidade é impossível valorar com os critérios do subsistema menor (o econômico) as relações deste subsistema com o sistema maior (o natural). É necessário fazer uso de uma unidade de conta, que possa representar as contribuições do sistema maior e usar essa unidade para valorar o sistema econômico. Tal unidade é conhecida pelos estudiosos da ecologia, é a emergia e é a base da análise emergética. O uso da análise emergética pode enriquecer significativamente a CGA, pois permite mostrar claramente e de forma inequívoca o grau de sustentabilidade de processos.

5. Análise emergética

Um século de esforços para usar a energia ou o trabalho para incorporar o trabalho dos ecossistemas naturais não conseguiu chegar a resultados conclusivos (MARTINEZ-ALIER, 1987) porque todos os tipos de energia foram vistos como medidas equivalentes do trabalho útil. Howard Odum, um dos cientistas mais importantes do século 20 no estudo dos ecossistemas, começou a usar, em 1967, o termo “energia incorporada” para denotar as calorias de um tipo de energia necessárias para produzir outro tipo de energia, porém esse mesmo nome foi usado por outros investigadores para conceitos que eram diferentes, pois utilizavam formas diferentes de raciocínio e de cálculos. Em 1983, para diferenciar o método ecossistêmico-energético Odum e David Scienceman escolheram um novo nome, emergia

(escrito com “m”), com o significado de “memória da energia” usada para fazer outra energia (ODUM, 1988).

5.1. Emergia

A emergia se define como o trabalho total realizado para produzir um recurso. (ODUM, 1996, ODUM, 2000c). O custo de um produto, tal como determinado pela contabilidade não considera a contribuição da natureza na formação dos insumos nem o custo dos impactos sociais e ambientais negativos nem a perda de serviços ambientais. A metodologia emergética mede todas as contribuições (massa, energia, moeda, informação) em termos equivalentes (emergia). A metodologia emergética permite analisar o desempenho de sistemas, sejam eles ecossistemas naturais, unidades produtivas, regiões, países e até a biosfera. Além da análise pontual (anual), a metodologia permite visualizar o comportamento de sistemas em períodos maiores usando a modelagem e simulação (ODUM e ODUM, 2000).

A metodologia emergética tem como base a Teoria Geral de Sistemas, a Termodinâmica e a Ecologia de Sistemas e propõe alguns princípios dos sistemas abertos (ODUM, 2001b): (a) a existência da hierarquia universal de energia, (b) a capacidade de auto-organização e evolução, (c) a tendência a maximizar o fluxo de energia disponível ao sistema, (d) a formação de redes para aproveitar os recursos disponíveis, (e) a o mecanismo natural de ciclos combinados de produção lenta e pulso frenético de consumo. De acordo com Odum, *se levarmos em conta o princípio da hierarquia universal de energia, válido em todo tempo e lugar, o trabalho, incluindo o que se realiza na economia, pode ser comparado em uma base comum, expressando os produtos e os serviços em unidades de emergia.* (ODUM, 2001b, pp. 235-247):

A emergia é a energia disponível (exergia) de um mesmo tipo (v.g. energia solar equivalente) utilizada, em forma direta ou indireta, para produzir certo produto ou serviço. A emergia mede o consumo total de recursos para produzir tal produto ou serviço, que é a soma do trabalho da natureza e humano. Pode ser considerada como o custo que a natureza teve para produzir determinado recurso, medido em unidades de energia agregada (seJ) em vez de ser mensurado em moeda.

O computo da emergia total necessária para a produção de um determinado produto ou serviço possibilita uma informação precisa do consumo total de recursos, visão que é parcial na sistemática contábil atual, que somente considera os preços do sistema econômico e desconsidera o trabalho do sistema natural. A separação da emergia consumida em renovável e não renovável indica o potencial de vida sustentável (emergia renovável consumida). A metodologia emergética permite reconhecer e valorar o trabalho dos ecossistemas naturais (e dos estoques naturais de recursos) para a produção de determinado produto ou serviço. Esta informação pode ser incluída nos relatórios de sustentabilidade das empresas mostrando o custo completo (em termos de emergia) e qual seu grau de sustentabilidade.

De acordo com Odum, como as pessoas têm dificuldade em pensar em unidades de emergia solar (que geralmente são números grandes quando expressados em Joules de energia solar equivalente) é recomendado o uso de seu equivalente econômico denominado *emdólar*, obtido através da razão [emergia/dinheiro] da economia local. Os *emdólares* indicam o dinheiro circulante cujo poder de compra está estabelecido pelo uso da emergia. Os *emdólares* variam com o tempo, de acordo com a inflação da moeda local. A taxa (emergia/dólar) se obtém dividindo a emergia contida nos fluxos de emergia que uma região recebe pelo produto interno bruto da região (PIB expresso em dólares). Esta taxa permite converter um fluxo de emergia em *emdólares*. A relação emergia/dinheiro da biosfera foi avaliada como 1.1×10^{12} seJ/\$ (BROWN e ULGIATI, 1999).

5.2. Conversão de uma energia para outra

Se há energia disponível em tudo aquilo que é reconhecido como um ente na Terra (e no Universo), inclusive a informação e o poder político, a energia poderia ser usada para avaliar a riqueza real em uma base comum. *Para resolver o problema de agregar as calorias de tipos diferentes de energia, usa-se a emergia*, que reconhece e mede a hierarquia universal de energia.

A qualidade (funcionalidade) de cada tipo energia depende do trabalho prévio para gerar esse recurso. Essa relação constitui um *fator de conversão de energia*. A relação entre a emergia de um tipo, necessária para obter uma unidade de energia de outro tipo, chama-se *transformidade*.

$$\text{Transformidade} = \frac{\text{Emergia utilizada previamente para formar o recurso}}{\text{Potencial energético do recurso (exergia)}}$$

De acordo com Odum (2001) *o estabelecimento de uma hierarquia para aproveitar a energia disponível e realizar trabalho sistêmico deve ser considerado como a 5ª lei da energia*. Os sistemas da natureza e a humanidade são partes da hierarquia de energia universal. Fazem parte de uma rede de transformação de energia que une os sistemas pequenos a grandes sistemas e estes a sistemas maiores ainda. *A transformidade mede a qualidade de energia e sua posição na hierarquia de energia universal*. A energia disponível (energia potencial ou exergia) é usada em um processo de transformação para gerar uma quantidade menor de energia, que será usada na próxima etapa do sistema. A *auto-organização do sistema* se evidencia pela formação de laços de retroalimentação e de estratos na cadeia trófica que se auto-reforçam permitindo a evolução das estruturas de funcionamento do sistema. Esses laços permitem o fornecimento de energias de maior qualidade dos elementos no topo da cadeia trófica para reforçar a ação dos elementos da parte de baixo do sistema visando que o sistema como um todo aumente a captação de energia externa e o uso dos estoques internos. Os diagramas de sistemas devem mostrar tudo o que é importante para o funcionamento do sistema, do mais simples e pequeno, ao maior e mais complexo. De preferência com números para cada fluxo. Com os diagramas sistêmicos pode-se perceber que a emergia de um recurso é a energia potencial disponível (exergia) de certo tipo que é usada para fazer esse recurso.

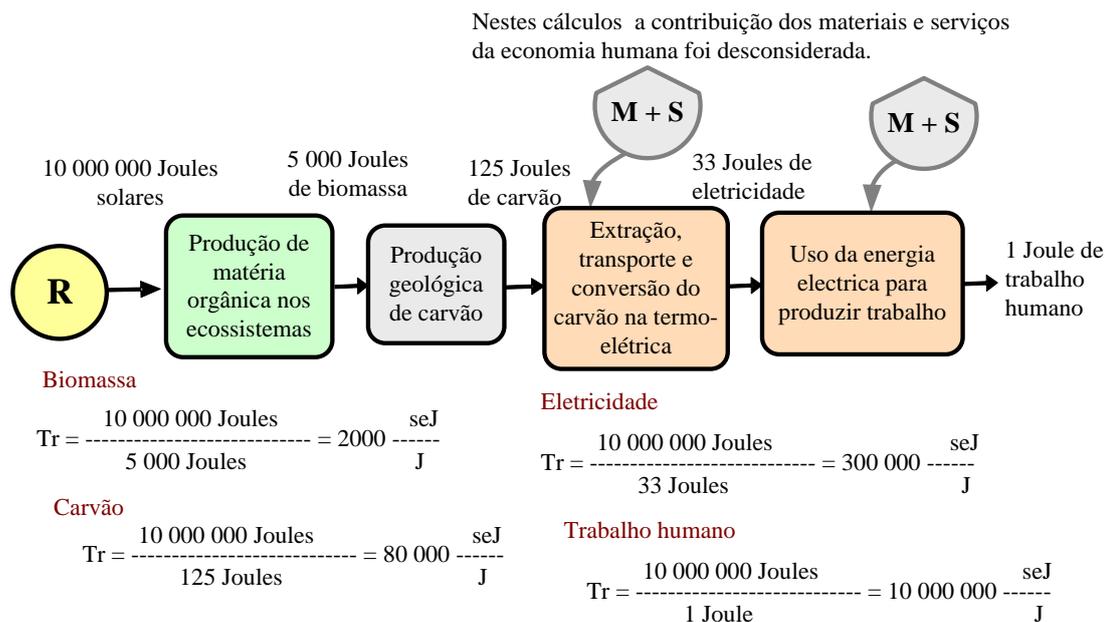


Figura 1. Obtenção dos valores de transformidade na cadeia da eletricidade a partir de carvão.
Fonte: elaboração própria com base nas informações de Odum (2001)

Os Joules de energia de tipos diferentes não são equivalentes em sua contribuição de trabalho útil. Na Figura 1 se mostra que são requeridos aproximadamente 10.000.000 Joules de luz solar para produzir 5000 Joules de matéria orgânica (dispersa em um amplo espaço); 80.000 Joules solares para produzir um Joule de carvão; 300.000 Joules para fazer um Joule de eletricidade e 10 milhões ou mais para suportar um Joule de trabalho humano. Quanto se avança na cadeia trófica, a qualidade da energia aumenta, porém a quantidade é menor. Há menos energia, porém mais energia por unidade nas coisas valiosas. Os maiores números de densidade energética correspondem à informação, entre elas, a informação genética.

Para não confundir a energia que existe em um produto com a que é usada para fazê-lo, as unidades de energia são denominadas, em Joules. Na metodologia energética costuma-se usar a energia da insolação solar como a medida comum, assim sendo as unidades da transformidade solar são *emJoules solares por Joule* (seJ/J).

$$\text{Transformidade} = \frac{\text{Energia utilizada}}{\text{Exergia}} = \frac{\text{emJoules de energia solar equivalente}}{\text{Joules}} = \left[\frac{\text{seJ}}{\text{J}} \right]$$

5.3. Procedimento de avaliação de energia

Para conhecer um sistema é necessário identificar seus componentes principais, as entradas e saídas para desenhar um diagrama que mostre os símbolos dos componentes internos e externos e os caminhos seguidos pelos fluxos de massa, energia e informação (Figuras 2 e 3).

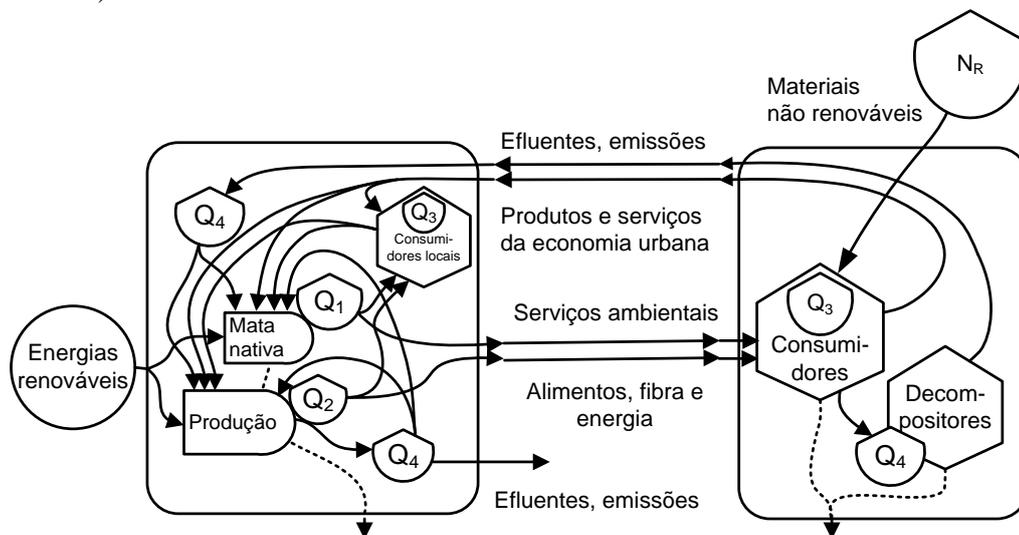


Figura 2. Diagrama de fluxos de energia do sistema.

Fonte: elaboração própria

Os símbolos para representar os componentes dos sistemas nos diagramas estão sendo utilizados desde 1965 e seu uso tem sido explicado em Odum (1971) e Odum (1983). É necessário colocar no diagrama os limites do sistema para identificar todos os fluxos de entrada importantes que cruzam as fronteiras do sistema escolhido. Se há um estoque de energia dentro dos limites do sistema que pode proporcionar recursos úteis deve ser visto como uma fonte de energia. Se essa fonte é usada e repostada na mesma taxa não precisa ser considerada na análise, pois os fluxos estão em equilíbrio (fonte renovável). Porém se ela é utilizada a uma taxa maior que a taxa de reposição, então estará atuando como uma fonte não renovável. Ela é colocada no diagrama e considerada como entrada. Cada fluxo se coloca como uma linha curva que vai desde a fonte de energia até os componentes que a utilizam.

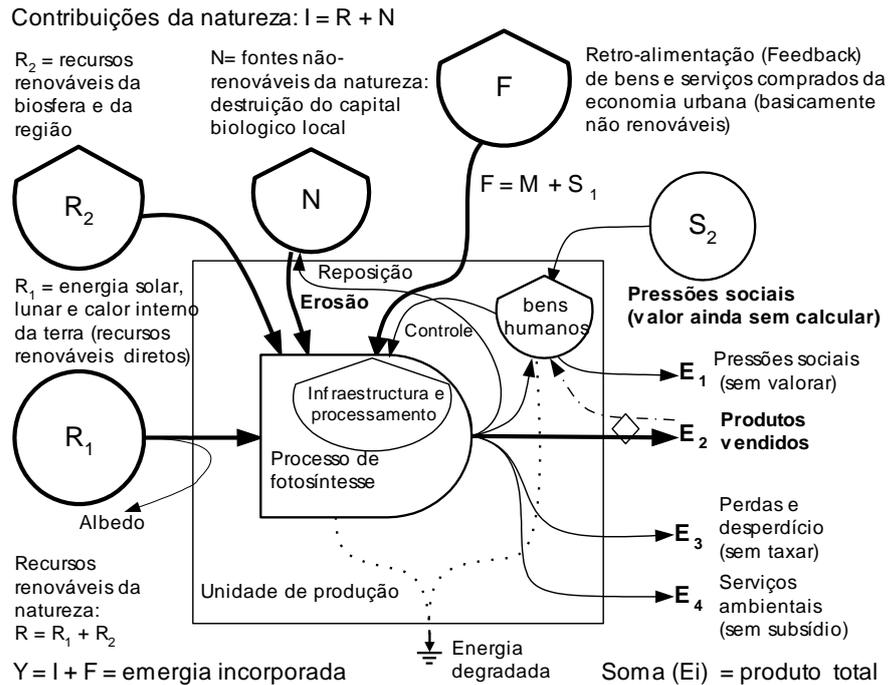


Figura 3. Diagrama resumido do sistema.

Fonte: elaboração própria com base nas informações de Odum (2001)

Depois, cada fluxo converte-se em uma linha de cálculo na tabela de avaliação de energia (Tabela 1).

Tabela 1. Esquema de organização de uma tabela de cálculo dos fluxos de energia.

Nota	Nome da contribuição	Número	Unidade	Transformidade	Fluxo de energia
	R: Recursos da natureza renováveis				
	N: Recursos da natureza não-renováveis				
	M: Materiais da economia				
	S: Serviços da economia				

Fonte: elaboração própria com base nas informações de Odum (2001)

A coluna #1 fornece a **nota de pé-de-página** onde se pode evidenciar o detalhamento dos cálculos.

A coluna #2 contém os **nomes** das diversas entradas do sistema.

A coluna #3 tem o **valor numérico** de cada fluxo de entrada.

- Para fazer uma avaliação do sistema em estado estacionário, são necessários os valores anuais das contribuições da natureza e da economia humana. Essas entradas são colocadas nas suas unidades usuais para materiais (kg), para energia (Joules), para dinheiro (\$), etc.
- Devem incluir-se os fluxos necessários para manter as estruturas e estoques de recursos.
- Para calcular a depreciação dos bens são utilizados valores médios: os valores das inversões iniciais são divididos pela duração estimada dos bens adquiridos.

A coluna #4 contém o **valor da transformidade** ou valor unitário de energia, [seJ/(inidade)]. A fonte de informação deste valor deve citar-se na nota ao pé da página.

Na coluna #5 são colocados os **fluxos de energia**.

- (a) São os produtos da multiplicação dos fluxos de entrada (em unidades/área/tempo) da coluna 3, pelos valores de energia/unidade da coluna 4.
- (b) O valor obtido corresponde ao fluxo de energia em emJoules solares por ano.
- (c) No caso dos serviços, acostuma-se colocá-los em dinheiro/área/tempo. O dinheiro é convertido em dólares segundo a taxa de câmbio em dólares do país, depois este valor é multiplicado pela proporção de energia/dólar [seJ/US\$] da economia do país para o ano considerado.

Na coluna #6, são colocados os fluxos de **em dólares anuais** (em\$/área/ano). Para cada linha da tabela, o valor do fluxo de energia é dividido pela razão (energia/dinheiro) da economia do país. Na literatura estão disponíveis avaliações destes valores (ODUM, 1996; ODUM, 1971; ODUM, 1983; ODUM, 2000^a; ODUM *et al.*, 2000). Os cálculos da razão (energia/US\$) consideram os recursos usados na economia do país.

5.4. Principais índices emergéticos

A contabilidade emergética permite fazer o diagnóstico de um sistema. Os índices emergéticos que se calculam a partir dos resultados da tabela de avaliação de fluxos de energia. Com eles é possível fazer as inferências da análise emergética (ODUM, 2000b).

Transformidade (Tr, *transformity*). Avalia a qualidade de um fluxo de energia. Este valor permite fazer comparações com as transformidades de outras formas de energia e/ou de outros sistemas. Trata-se da relação inversa da eficiência ecossistêmica. A transformidade solar do recurso gerado por um sistema é obtida dividindo a energia total requerida entre a energia do produto ou serviço.

$$\text{Tr} = Y/Q_p = (\text{Energia de I} + \text{F}) / (\text{Energia potencial contida em Y})$$

Razão de rendimento emergético (EYR, *emergy yield ratio*). Permite conhecer o benefício líquido para o consumidor (a parte seguinte na cadeia trófica). Este índice é obtido dividindo a energia do produto (Y) pela energia das entradas que provém da economia (F). Esta proporção indica se o processo pode competir com outros no fornecimento de energia primária para a economia. A razão Y/F dos combustíveis fósseis está diminuindo, já foi 40, caiu a 6 e no futuro pode atingir 1 (sem saldo energético). O valor do saldo energético permite avaliar as fontes de energia.

$$\text{EYR} = Y/F = \text{Energia/Economia}$$

$$\text{EYR} = Y/F = (R+N+F) / F = 1.0 + [(R+N) / F] = 1.0 + (\text{natureza} / \text{economia})$$

A razão EYR dos produtos agrícolas varia entre 1.05 a 3, a madeira de florestas tem um valor entre 2 e 40, na produção de etanol o valor é 1.15. Com estes números podem-se tirar conclusões interessantes. Quando o valor deste índice é próximo da unidade significa que não há saldo líquido de energia. Parte do potencial da natureza pode ser não renovável (N).

Razão de investimento de energia (EIR, *emergy investment ratio*). Permite saber se os recursos da economia investidos terão uma boa contrapartida de recursos naturais (até hoje gratuitos). Caso um processo ou produto demande pouco da economia, a razão (F/I) será menor (menos custos monetários), e tem condições de competir e prosperar no mercado.

$$\text{EIR} = F/I = \text{Economia} / \text{Natureza} = \text{recursos comprados} / \text{recursos gratuitos}$$

Taxa de carga ambiental (ELR, *environmental loading ratio*). Mede o impacto sobre o ambiente. Indica a proporção de energia renovável (R) em relação a energia renovável

(N+F). Nesta fórmula F é considerado como não renovável, pois atualmente na maioria dos países F tem essa característica.

$$\text{ELR} = (\text{N}+\text{F})/\text{R} = \text{Recursos não renováveis} / \text{recursos renováveis}$$

Porcentagem de renovabilidade (%R, *renewability*). Mede a sustentabilidade. Se for possível fazer uma análise completa do sistema que produz um recurso pode-se calcular sua renovabilidade que corresponde a razão entre a energia dos recursos renováveis usados e a energia total usada no sistema.

$$\%R = (\text{R} / \text{Y}) * 100.$$

Os países subdesenvolvidos apresentam alta renovabilidade e os desenvolvidos valores baixos. No comércio ocorre uma transferência da riqueza ambiental das nações pouco industrializadas aos países industrializados compradores das matérias-primas (subsídio de sustentabilidade). Um estudo recente (BROWN e ULGIATI, 1999) mostra que 70% da riqueza real do mundo provêm dos recursos não renováveis (petróleo, carvão, minerais) e apenas 30% das forças renováveis (sol, marés e calor da terra).

Razão de intercâmbio de energia (EER, *emergy exchange ratio*). É a razão entre a energia entregue e a energia recebida em uma transação comercial. Os minerais, as matérias-primas e os produtos rurais tendem a ter um valor alto de EER, quando são comprados a preço de mercado. O dinheiro recebido paga apenas os serviços humanos e não o intenso e extenso trabalho realizado pela natureza.

$$\text{EER} = \text{Y} / [\text{produção} * \text{preço} * (\text{energia}/\text{US\$})]$$

A análise da EER mostra que há uma iniquidade no intercâmbio da riqueza real (energia) no comércio internacional. As nações desenvolvidas ao comprar matérias-primas de países menos desenvolvidos conseguem um saldo de energia a seu favor, pois a energia do dinheiro recebido pelos vendedores no intercâmbio é muito menor que a energia contida nas matérias-primas adquiridas pelos compradores.

5.5. Exemplo de aplicação

Mostram-se os resultados de um estudo que compara os sistemas de produção de soja. (ecológico, orgânico, agroquímico e com uso de herbicidas). A tabela 2 mostra primeiramente os resultados convencionais (sem computar as externalidades de cada alternativa) e na parte final os resultados considerando as externalidades. A propriedade que usa o sistema com herbicidas tem o melhor resultado convencional (em função de seu tamanho) e o pior resultado ao computar as externalidades;

A tabela 3 mostra os indicadores emergéticos. Eles indicam que as opções biológicas (sistema ecológico e sistema orgânico) são as melhores em termos de eficiência ecossistêmica (1/Tr), rendimento emergético líquido, razão de investimento, intercâmbio de energia com o sistema consumidor.

O indicador de renovabilidade (%R) informa a proporção de recursos renováveis que foi empregada na produção do recurso. É um indicador da sustentabilidade ecológica do sistema. A sustentabilidade das opções químicas (25-36%) é menor que a das opções biológicas (64%-85%).

Os resultados mostram que os pequenos produtores ecológicos e as empresas orgânicas têm a maior renovabilidade e rentabilidade por unidade de área. O cômputo das externalidades e o cálculo emergético tornam claros estes aspectos que são fundamentais quando o tema da sustentabilidade é abordado.

Tabela 2 - Vendas e Custos monetários dos sistemas de produção de soja, em US\$

Variáveis	Sistema ecológico	Sistema orgânico	Sistema agro-químico	Sistema com herbicida
Tamanho médio da propriedade (em ha)	20	50	500	3.000
Vendas por ha/ano	421	334	388	388
Custo na visão convencional por ha/ano	241	229	381	381
Materiais	119	124	268	292
Serviços	122	105	113	90
Resultado na visão convencional por ha/ano	181	104	8	7
Resultado na visão convencional da propriedade por ano	3.614	5.221	3.790	19.920
Custo estimado das externalidades em US\$/ha/ano*	0	60	180	180
Desemprego (mecanização e uso de herbicidas)	0	20	40	40
Tratamento médico (intoxicados)	0	0	50	50
Tratamento de efluentes (poluição)	0	0	50	50
Recuperação do ambiente destruído	0	20	20	20
Perda de serviços ambientais	0	20	20	20
Resultado final por ha/ano considerando externalidades	181	44	-172	-173
Resultado final da propriedade considerando as externalidades (por ano)	3.614	2.221	-86.210	-520.080

* Conforme Pretty (2000 e 2002)

Fonte: Ortega (2003)

Tabela 3 – Indicadores emergéticos

	Transformidade	Sistema ecológico	Sistema orgânico	Sist. agro-químico	Sist. com herbicida
Energia incluindo externalidades	Y'	3,54E+15	2,43E+15	6,47E+15	4,71E+15
Energia dos produtos	Ep	7,51E+10	4,42E+10	4,34E+10	4,34E+10
Transformidade do sistema	TRS'	47171	54934	149107	108547
Razão de rendimento emergético	EYR'	6,82	2,81	2,14	1,44
Razão de investimento emergético	EIR'	0,17	0,55	0,88	2,25
Renovabilidade	%R'	85,30%	64,40%	22,40%	30,70%
Razão de intercâmbio emergético	EER'	2,14	1,47	3,64	2,65

Fonte: Ortega (2003)

6. Conclusão

A mensuração emergética é diferente daquela que surge da ação do mercado, onde o valor dos produtos e serviços depende dos preços do sistema econômico e das condições de oferta e procura. Neste caso não é computado o valor da contribuição dos ecossistemas naturais e sim sua escassez ou abundância pontual. Dessa forma os preços não informam corretamente a situação de sustentabilidade no longo prazo das ações econômicas. Dado que o valor do recurso em energia considera a contribuição da natureza na formação do recurso, se esta informação fosse incorporada dentro do sistema de preços sinalizaria às empresas e os consumidores para escolhas em direção à sustentabilidade ambiental da sociedade.

A aplicação dos estudos emergéticos na avaliação do grau de sustentabilidade dos sistemas produtivos é ainda um tema incipiente mais poderia fazer parte da CGA tal como entendido pela Divisão para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (2001), passando a informar nos Relatórios de Sustentabilidade os indicadores emergéticos de empresas e de seus sistemas produtivos. Ter-se-ia assim uma visão mais correta do impacto das ações humanas nos ecossistemas e mais aderente a definição de sustentabilidade enunciada pelo Relatório Nosso Futuro Comum. Informações adicionais, tal como o saldo de CO₂ e o Balanço Ambiental (conforme Kassai *et al.*, 2008) deveriam figurar. Para isto há ainda que desenvolver metodologia aplicável a casos específicos de entidades, o que mostra um novo campo para a CGA.

Espera-se que na medida em que aumenta o crescimento do sistema econômico e seu impacto nos ecossistemas, torne-se evidente que é infrutífero tentar **mensurar** esses impactos em moeda, a partir da lógica do subsistema humano e que se torne evidente que há que olhar o sistema que alimenta a vida, que é o sistema natural. Ou seja, se hoje, os seres humanos avaliam seus produtos e serviços com valores do mercado, provavelmente no futuro usarão a energia (ou algo equivalente) o que exigirá o entendimento da lógica de funcionamento do sistema global. Se isso for possível poderão organizar suas idéias e ações para atuar em conjunto com os ecossistemas e a Biosfera e não contra eles.

As políticas públicas podem promover o ajuste entre a economia e o ambiente. Propor políticas públicas significa estabelecer critérios para escolher uma entre várias alternativas de desenvolvimento. Por exemplo, quando ao escolher opções de produção de energia de biomassa para determinar se um empreendimento energético gera uma contribuição líquida à economia, deverá se colocar tudo em unidades de energia, só assim, é possível comparar o rendimento energético do sistema. A partir das informações dos estudos energéticos, escolhas quanto a alternativas podem ser melhor embasadas (ORTEGA *et al.*, 2001) e, quando necessário, taxas ambientais poderiam ser cobradas visando recomodar o sistema de preços em direção ao reconhecimento do trabalho dos ecossistemas naturais.

As políticas públicas devem levar em conta a variação dos recursos disponíveis com o tempo, as limitações estruturais do sistema e a correta retribuição a todos os elementos que participam dele. Entre esses elementos temos os ecossistemas: *o trabalho dos ecossistemas naturais deve ser reconhecido, valorizado corretamente e incluído na contabilidade*. O dinheiro das taxas ambientais cobradas deveria ser empregado para ajudar a repor o que foi extraído, manter a fertilidade dos ecossistemas e conseguir a sustentabilidade. Em outras palavras, todos os componentes do sistema devem ser beneficiados, especialmente a parte que sustenta a produção e, não somente como ocorre na atualidade apenas a parte relativa ao processamento e consumo.

Bibliografia

- BEN, F.; SCHNEIDER, V.; PAVONI, E. Análise dos custos ambientais em uma empresa, do pólo moveleiro da serra gaúcha. In IX Congresso Internacional de Custos, Florianópolis, 2005. **Anais...** Associação Brasileira de Custos, 2005.
- BEUREN, I. M. **Modelo de mensuração do resultado de eventos econômicos empresariais; um enfoque de sistema de informação de gestão econômica**. Tese (Doutorado em Controladoria e Contabilidade) FEA/USP, São Paulo, 1995
- BONELLI, V.; ROBLES JR. A. A Contabilidade Estratégica na Gestão da Qualidade Ambiental. In X CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, Guarapari, Espírito Santo, 2003. **Anais...** Associação Brasileira de Custos, 2003.
- BROWN, M.T.; S. ULGIATI. Emergy evaluation of the biosphere and natural capital. Royal Swedish Academy of Sciences, **Ambio**, vol. 28, nº 6, 1999, pp. 468-493.
- CAMPOS, L. M. **Um estudo para definição e identificação dos custos da qualidade ambiental**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) PPGEP-UFSC, Florianópolis, 1996.
- CARVALHO, G.M.B. **Contabilidade Ambiental, Teoria e Prática**. Curitiba: Juruá, 2008.
- COMISSÃO Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Relatório Brundland: Nosso Futuro Comum**. Agenda 21, Organização das Nações Unidas, 1987.
- COSTA, N. B. Contabilidade como instrumento para melhoria das políticas ambientais. In XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE CONTABILIDADE DE GOIÂNIA. **Anais**. Goiânia, 2000.
- DALMAGRO, D.; OTT, E. Gestão e Contabilidade Ambiental Em Empresas do Rio Grande do Sul. In IX CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, Guarapari, Espírito Santo, 2003. **Anais...** Associação Brasileira de Custos, 2003.

DE FARIA, A. C.; PEREIRA, R, Análise da evidenciação de informações socioambientais por empresas do segmento de papel e celulose no Brasil, a partir da NBC T-15. In XVI Congresso Brasileiro de Custos, Fortaleza, 2009. **Anais...** Associação Brasileira de Custos, 2009.

DIVISÃO para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas **Contabilidade da Gestão Ambiental**: procedimentos e princípios, 2001. Disponível em <http://www.un.org/esa/sustdev/publications/emaportuguese.pdf>,. (Acesso 3/6/2010).

FERREIRA, A. C.; SIQUEIRA, J.R.; GOMES, M.Z. **Contabilidade Ambiental e Relatórios Sociais**. São Paulo, Atlas, 2009.

FREITAS, J.L.; PANDOLFO, A.; BORDIGNON, S.; KUREK, J. Custo ambiental: uma abordagem sobre o conceito e sua aplicação em uma indústria no processo de microfusão de aço. In XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, Joao Pessoa, 2007. **Anais...** Associação Brasileira de Custos, 2007.

GRZEBIELUKAS, C.; SELIG, P.M.; CAMPOS, L.M.S.; BORNIA, A.C. Contabilidade gerencial-CGA: uma ferramenta de apoio para o gerenciamento dos custos e ganhos ambientais. XI Congresso Internacional de Costos y Gestión, Trelew, 2009. **Anales...** Instituto Internacional de Costos, IAPUCO 2009, pp. 298-317.

GUESSER, J.M.; BEUREN, I.M. Identificação e Mensuração dos Custos Ambientais. In V CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS, Fortaleza, 1998. **Anais...** Associação Brasileira de Custos, 1998.

HANSEN, D.; MOWEN, M. **Gestão de Custos**: contabilidade e controle. São Paulo: Editora Pioneira Thomson Learning, 2003.

INSITUTO ETHOS. **O que é SER**, 2001a (http://www1.ethos.org.br/EthosWeb/pt/29/o_que_e_rse/o_que_e_rse.aspx) (Acesso 10 /6/2010),

INSITUTO ETHOS. **Ferramentas de gestão/Relatórios de sustentabilidade/ Principais modelos**. 2010b (<http://www.ethos.org.br/DesktopDefault.aspx?Alias=Ethos&Lang=pt-BR&TabID=4198>) (Acesso 10/06 2010),

JASCH, C. **The use of environmental management accounting (EMA) for identifying environmental costs**. Institute for Environmental Management and Economics, 2000.

JURAN, J. M.; GRZYNA, F. **Juran Controle da Qualidade Handbook**. São Paulo: Makron. McGraw-Hill, 1991, v. 1 e v. 5, 1998.

KASSAI, J. R. ; FELTRAN-BARBIERI, R. ; SANTOS, F. C. B. ; CARVALHO, L. N. G.; CINTRA, . C. ; FOSCHINE, A. . Balanço das Nações: reflexão contábil sob o cenário de mudanças climáticas globais. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS. 2008, Curitiba. **Anais ...** Associação Brasileira de Custos, 2008.

MARTINEZ-ALIER, J. **Ecological Economics**. Oxford: Basil Blackwell, 1987, 286 pp.

MELO DE SOUZA, M.; UHLMANN, O; DAHMER PFISTER, E. Evidenciação da utilização de biocombustíveis e demais informações de caráter social e ambiental pela empresa Petrobras nos anos 2007 e 2008. In 2ÈME CONGRÈS TRANSATLANTIQUE DE COMPTABILITÉ, CONTRÔLE, AUDIT ET GESTION DES COÛTS, Lyon. 2010. **Anais....** Lyon. ISEOR, 2010.

MORAES, R. O.; JUNQUEIRA, E. R.; CARVALHO, L. N.. **A avaliação de desempenho ambiental**: um enfoque para os custos ambientais e os indicadores de eco-eficiência. In VII CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, Recife, 2000. **Anais...** Associação Brasileira de Custos, 2000.

MOURA, L. A. A. **Economia ambiental** – gestão de custos e investimento. São Paulo: Ed. Juarez de Oliveira, 2000.

ODUM, H.T. **Environment, Power, and Society**. New York: John Wiley, 1971, 336 pp.

ODUM, H.T. **Ecological and General Systems: An Introduction to Systems Ecology**. Niwot: Univ. Press of Colorado., 1983.

ODUM H.T. Self organization, transformity and information. **Science**, vol, 242, nº 4882, pp.:1132-1139, november 1988:

- ODUM, H.T. **Environmental Accounting, Energy and Decision Making**. New York: John Wiley, 1996, 370 pp.
- ODUM, H.T. Energy evaluation of an OTEC electrical power system. **Energy** 25: 2000a, pp.398-393.
- ODUM, H.T. Energy of Global Processes, Folio #2, **Handbook of Energy Evaluation**, Center for Environmental Policy, Environmental Engineering Sciences, Univ. of Florida, Gainesville, 2000b.
- ODUM, H.T. **Energy Accounting**. Center for Environmental Policy, Univ. of Florida, Gainesville. 2000c, april (<http://www.unicamp.br/fea/ortega/htodum/emeryaccount.htm>). (Acesso 12 junho 2010)..
- ODUM, H.T. An Energy Hierarchy Law for Biogeochemical Cycles. In **Energy Synthesis**, ed. by M.T. Brown, Center for Environmental Policy, Univ. of Florida, Gainesville, 2001, pp. 235-247;
- ODUM, H.T. e E.C. ODUM. **Modeling for All Scales, An Introduction to Simulation**. San Diego CA: Academic Press, 2000, 458 pp.
- ODUM, H.T., M.T. BROWN, S. BRANDT-WILLIAMS Introduction and Global Budget, Folio #1, **Handbook of Energy Evaluation**. Center for Environmental Policy, Environmental Engineering Sciences, Univ. of Florida, Gainesville, 2000, 16 pp.
- ORTEGA, E.; MILLER, M., ANAMI, M.H.. **From energy analysis to public policy: soybean in Brazil**. Proceedings of the Second Biennial Energy Research Conference, Center for Environmental Policy, University of Florida, Gainesville, Florida, USA, September 20-22, 2001. URL: <http://www.unicamp.br/fea/ortega/soja/soja061101.pdf> (Acesso 12/6/2010).
- ORTEGA, E. **A Soja no Brasil: Modelos de Produção, Custos, Lucros, Externalidades, Sustentabilidade e Políticas Públicas**, 2003. Laboratório de Engenharia Ecológica, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp. URL: <http://www.unicamp.br/fea/ortega/soja/Resumo-SojaBrasil-Ortega2003.pdf> (Acesso 19/7/2010).
- PRETTY, J. N.; BRETT, C.; GEE,D.; HINE, R.; MASON, C.; MORISON, J.; RAVEN, J.H., M.D. RAYMENT, G. VAN DER BIJL. An assessment of the total external costs of UK agriculture, **Agricultural Systems** 65 (2000) 113-136. Elsevier Publishing. URL: www.elsevier.com/locate/agsy.
- PRETTY, J. N.; BRETT, C.; GEE,D.; HINE, R.; MASON, C.; MORISON, J.; RAYMENT, G. VAN DER BIJL, M.; DOBBS, T.. Policy and practice. Challenges and priorities for internalizing the externalities of modern agriculture. **Journal of Environmental Planning and Management**, 44(2), 263–283, 2001. Carfax Publishing.
- RIBEIRO, M. S. **Custeio das atividades de natureza ambiental**. Tese (Doutorado), São Paulo, FEA/USP;1998.
- RIBEIRO, M. S.. **Contabilidade Ambiental**, São Paulo, Saraiva, 2005.
- ROSSATO, M.V.; TRINDADE, L.L.; BRONDANI, G. Custos ambientais: um enfoque para sua identificação, reconhecimento e evidenciação. **Revista Universo Contábil**, v.5, n.1. p.72-87, jan;mar. 2009;
- SENTHILA, K. D.,ONGA, S. K., NEEA, A. Y. C., TAN, R. B. A proposed tool to integrate environmental and economical assessments of products. **Environmental Impact Assessment Review**. n. 23, p. 51-72, 2003.
- TACHIBANA,W.; ABUD, R. Gestão Ambiental: o Desafio do Desenvolvimento Sustentável e dos Custos Ambientais: Uma Abordagem do ABC . In IX CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 2002. **Anais...** Associação Brasileira de Custos, 2002
- TECHIO DA SILVA, I. S., KLIEMANN, N. J., GASPARETO, V. Classificação e Apuração de Custos Ambientais: Uma Discussão Crítica. In X CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, Guarapari, Espírito Santo, 2003. **Anais...** Associação Brasileira de Custos, 2003..
- TINOCO, J. E. P.; KRAEMER, M. E. P. **Contabilidade e gestão ambiental**. São Paulo: Atlas, 2004.