

# CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE E AS INDÚSTRIAS NUCLEARES: A BUSCA DA QUALIDADE AMBIENTAL

Eduardo Ramos Ferreira da Silva

IPEN/CNEN/SP, Travessa R, 400, Setor SRC, São Paulo, SP, CEP 05508-900, Tel.: 55 11 817-7632, Fax: 55 11 7924-4837.  
Doutorando em Eng. de Produção na EPUSP, junto ao Núcleo de Política e Gestão Tecnológica da USP.  
E-mail: erfsilva@net.ipen.br

## RESUMO

A discussão atual dos critérios de qualidade, aplicados principalmente a produtos ou serviços, ganha nova ênfase com a adição dos critérios ambientais. Sabe-se que não há dados seguros entre os volumes de resíduos perigosos e tóxicos gerados e os declarados e tem-se hoje a convicção de que mecanismos de controle, tratamento ou simples contenção de resíduos, no interior das fábricas (modelo *end-of-pipe*) não dão resultados satisfatórios. O enfoque atual é que os resíduos gerados pelas indústrias em geral passaram a ser considerados como dispêndios. Por outro lado, a mudança do modelo ora adotado encontra barreiras e dificuldades econômicas, técnicas, culturais e políticas, decorrentes de paradigmas criados pelo próprio homem. As tendências mundiais apontam para os conceitos de sustentabilidade expressos nas ferramentas da Produção Limpa, em sua visão mais ampla das relações entre o sistema de produção industrial e o ambiente, como opção de administração industrial que deverá estar consolidada mundialmente. Este trabalho visa a apresentar tais conceitos e demonstrar como devem ser incorporados nos projetos de processos de indústrias nucleares, garantindo-se assim, uma melhoria na qualidade ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** desenvolvimento sustentável, qualidade ambiental, produção limpa, projetos da indústria nuclear, gestão ambiental.

## I. INTRODUÇÃO

Tornou-se um certo modismo se falar em qualidade aplicada, principalmente, a produtos ou serviços. Recentemente alguns critérios ambientais começaram a serem levados em conta e assimilados na norma ISO 14.000. Os conceitos de “produção limpa” preconizam idéias muito mais fortes e abrangentes do que as contidas nesta norma.

A partir da década de 1990 a indústria é impelida a adotar estratégias custo-efetivas para integrar sua responsabilidade social, administração empresarial e sistema de gestão ambiental. Algumas Empresas criaram mecanismos para divulgar seu desempenho ambiental e código de conduta, como parte da estratégia de negócios e para atender à demanda de informações de diferentes segmentos da comunidade. Obras da área de administração de empresas voltadas à estratégia têm se voltado recentemente para a divulgação de conceitos de incorporação de princípios ambientais nos planejamentos estratégicos dos mais altos escalões industriais.

Com o advento das tendências mundiais na busca do desenvolvimento sustentável (que pode ser definido como a “busca simultânea de eficiência econômica, justiça social e harmonia ecológica”, [1]), diversas manifestações, principalmente dos setores industriais têm sido presenciadas na busca de uma liderança para posturas ambientalmente corretas, o que acarretaria, em última instância, em um acréscimo da competitividade.

Pode-se dividir o potencial para a vantagem competitiva, quanto às questões ambientais, em três níveis:

- a) o das *conformidades*, onde se atende a legislações e regulamentos,
- b) o do atendimento ao binômio *cliente/qualidade*, representada pelas EMAS (“Environmental Management and Audit Scheme”, da comunidade europeia) e pelos padrões ambientalistas das normas ISO da série ISO 14.000 e,
- c) os *códigos de lideranças*, que têm na Carta de Princípios para o Desenvolvimento Sustentável da Câmara Internacional do Comércio (ICC) suas maiores exigências [2].

A comparação entre tais princípios e, por exemplo, as normas BS 7.750 (“British Standard Institute”, que emitiu a primeira norma sobre sistemas de gestão ambiental) e ISO 14.000, mostra que a primeira (BS 7.750) é a que mais se aproxima dos preceitos da ICC. Isto explica o fato de que uma Empresa, credenciada pela BS 7.750, terá maior facilidade de se adaptar as normas da série ISO 14.000.

Observa-se que, apesar da importância dessas normas, se a empresa quiser realmente incorporar o conceito de Desenvolvimento Sustentável, deverá avançar para o terceiro nível - o dos códigos de liderança. É dentro destes códigos de liderança que se encontram os conceitos de Produção Limpa. Faremos pois uma revisão destes conceitos e posteriormente veremos como podem ser aplicados à indústria nuclear.

## II. O CONCEITO DA PRODUÇÃO LIMPA

O conceito de Produção Limpa nasceu do programa de *Cleaner Production (Produção mais Limpa)*, do PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, em reuniões realizadas em 1993, 1994, 1995) com a participação da ONUDI - Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO, em reunião realizada em 1995). Desde então, programas e centros foram instalados em diversos países, especialmente na Europa, tendo impulsionado os debates em torno das normas técnicas BS-7750, EMAS e, em especial da série ISO-14.000 (principalmente nos tópicos de sistemas de gestão ambiental, rotulagem ambiental e procedimentos para concessão de selo verde, auditoria, gestão e avaliação do desempenho ambiental, avaliação do ciclo de vida de produtos, definições e procedimentos para introdução de elementos ambientais nas normas de produtos).

Seus três princípios básicos [3] são:

- (i) visão do sistema global de produção
- (ii) aplicação dos princípios fundamentais - precaução (“*melhor seguro do que arrependido*”), prevenção (“*é mais barato prevenir do que curar*”), integração (*visão holística do sistema: Avaliação do Ciclo-de-Vida - ACV - do produto*) e controle democrático e
- (iii) responsabilidade continuada do produtor (*do nascimento à cova*).

A nível mundial, já foram demonstrados [4]:

- reduções de até 70% das emissões e resíduos em processos industriais, com resultados lucrativos, do ponto de vista tecnológico e econômico,
- retorno dos investimentos variando de acordo com a natureza do produto/processo e do mercado, sendo que investimentos, entre US\$ 10 mil e US\$ 6 milhões, deram retorno entre 1 e 66 meses,
- vantagens tecnológicas, ambientais e sócio-econômicas em mais de 600 estudos de caso.

Para que sejam implantados, uma série de itens devem ser implementados na empresa, tais como: aceitação política da estratégia, mudanças organizacionais e sociais internas, levantamento de programas de incentivos fiscais, aprender a ouvir a opinião de consumidores, da comunidades e de ONGs (organizações não governamentais), o treinamento e educação para os funcionários, a aplicação dos três princípios, a análise de viabilidade técnico-econômica, a revisão da legislação, etc.

## III. INCENTIVO ÀS MUDANÇAS

A “nova” realidade ambiental demonstra que, uma série de atitudes, outrora consideradas sonhadoras, têm mudado os paradigmas industriais, tais como [5]:

- O modelo econômico, atualmente baseado no ANTROPOCENTRISMO.
- O conceito de que a ESCASSEZ É UMA IDÉIA ECONÔMICA e não realidade física, portanto é resolvida pelo mercado e que sempre haverá tecnologia satisfatória, para superá-la.
- A Sustentabilidade é tida como QUESTÃO DE PREÇOS, a serem estabelecidos com base no livre arbítrio.
- A POLUIÇÃO É UMA EXTERNALIDADE, resultante de alocações mal orientadas.
- O sistema industrial: GANHO LÍQUIDO MÁXIMO COM O MÍNIMO DE INVESTIMENTO, maior rapidez do retorno e no modelo de descarte de produtos manufaturados.
- O controle e tratamento de poluentes são considerados CUSTOS, daí a não ação conjunta entre a ECOLOGIA e a ECONOMIA.

Considerando-se também que o atual modelo de tratamento de resíduos (“*end-of-pipe*”), não deu resultados satisfatórios, as empresas precisam se aperceber que esta realidade traz uma série de *OPORTUNIDADES* para ampliação das margens competitivas.

De fundamental importância é também se verificar como se manifesta o inter-relacionamento industrial com os diversos segmentos da sociedade. Tal atitude é expressa através de comunicações públicas que relatem tanto a forma organizacional como as ações ambientais.

A própria UNEP, em 1994 publicou uma série de sugestões de como esta ação deveria ser conduzida, caracterizando a responsabilidade social dos dirigentes e demonstrando novas perspectivas estratégicas competitivas no mercado.

Vê-se que a preocupação atual é com a preservação da imagem da Empresa, sem entretanto direcionar a comunicação como instrumento de “marketing”.

Por outro lado não podemos esquecer o fator das PRESSÕES, tanto internas quanto externas, evidenciando os custos sociais e econômicos transferidos para a sociedade, dado que hoje há a geração mundial de 1 bilhão de ton./ano de resíduos tóxicos, com uma previsão de 8,5 bilhões no ano 2025 e 10 bilhões no ano 2050 e, que boa

parte destes não são tratados, além dos RISCOS FINANCEIROS, advindos de restrições cada vez mais severas da legislação (vide a *CONVENÇÃO DA BASILÉIA*, onde cada país terá que encontrar a solução doméstica para o seu lixo industrial), inclusive provocando o fechamento das empresas.

Não se pode esquecer também a participação brasileira em fóruns internacionais, como por exemplo o IFCS (Intergovernmental Forum on Chemical Safety), com a incumbência de dar continuidade às propostas e implementar projetos que atendessem as recomendações da Rio-92, onde foram listados nove importantes temas para manutenção da qualidade do ambiente do planeta e o desenvolvimento sustentável [5].

Durante a Rio-92, foram aprovados cinco documentos importantes, dentre os quais o denominado *Agenda 21*. A importância dos produtos químicos foi endereçada nos Capítulos 6 (proteção e promoção das condições de saúde humana), 9 (proteção da atmosfera), 14 (promoção da agricultura sustentável e o desenvolvimento rural), 17 (proteção dos oceanos), 18 (proteção os recursos de água continental) e 20 (manejo ambientalmente adequado de resíduos perigosos). As referências aos produtos químicos, nos citados capítulos, foram devidas ao mau manejo das substâncias.

Afim de garantir o manejo adequado dos produtos químicos, o Capítulo 19 da Agenda 21 recomenda a estratégia internacional de ação sobre a *segurança química*. O referido Capítulo 19 nomeia seis áreas principais de trabalho:

- (1) avaliação internacional dos riscos químicos,
- (2) harmonização da classificação e rotulagem de substâncias químicas,
- (3) permuta de informações sobre químicos tóxicos e riscos químicos,
- (4) programas de redução de riscos químicos,
- (5) fortalecimento da capacitação nacional para o manejo de químicos e
- (6) prevenção do tráfico internacional ilegal de produtos ou resíduos tóxicos e perigosos.

#### IV. A SITUAÇÃO DA PRODUÇÃO LIMPA NO MUNDO

A Figura 1 descreve uma proposta de projeto ambientalmente correto para um processo industrial genérico. A análise deste sistema demonstra a necessidade de considerar a prevenção de formação e a reciclagem dos rejeitos industriais em lugar de usar a abordagem *end-of-pipe*. A questão fundamental a se abordar, então, é como conseguir aplicar estes conceitos de modo eficiente. A definição de “eficiente”, aqui, por sua vez, leva a esferas distintas:

- (1) a questão do mercado,
- (2) a gestão das situações novas e
- (3) a convivência de todos os interessados na questão do desenvolvimento sustentável [6].

Analisando mais detidamente cada uma destas esferas, têm-se:

- A questão do lucro não pode ser esquecida ou minimizada. Indústrias vivem dos proventos que conseguem no mercado produtivo. Isto cria uma situação muito favorável para o desenvolvimento do “eco-business”.
- Para trabalhar com o conceito de desenvolvimento sustentável, é necessário o envolvimento da alta gerência, uma liderança que reúna todos os recursos (tanto humanos quanto materiais) em uma direção predeterminada. Ou seja, a política industrial precisa ser muito clara e objetivar atingir a máxima eficiência dos recursos.
- Estabelecer o diálogo com as instituições, especialmente as não governamentais, obter a opinião do consumidor - ou mesmo mudá-la se uma mudança de postura e necessária para garantir o melhor uso dos recursos - e, principalmente considerar o ciclo de vida dos produtos.

Para o questionamento de como garantir a melhor eficiência, pode-se tomar como exemplo o setor químico, onde um estudo do INFORM (grupo americano representativo do empresariado e sem fins lucrativos), mostrou que medidas de redução na fonte do desperdício, tais como, tratamento de refugos e outras medidas em relação a sobras além de reciclagem, em 95% dos casos significou aumento da produção, sendo que 10 fábricas tiveram um aumento de cerca de 7%. Apenas citando um exemplo: a Ciba-Geigy (NJ), com duas melhorias no processo de tingimento aumentou em 40% o rendimento, reduziu sobras de ferro [7].

Atualmente, a eficiência e perseguida principalmente no consumo de água e energia. A questão de água limpa deve ser a água, deve estar sempre em mente. Por um processo de reutilização da água, a indústria de celulose diminuiu não só o consumo mas também o DBO (demanda bioquímica de oxigênio). Deve-se lembrar, também, que a água não é só solvente mas o meio mais comum de aquecimento/resfriamento. Deste modo, controle de consumo de água e energia se misturam. Utilizando a reciclagem de água quente e fria pode-se aumentar ainda mais a eficiência.

A análise do ciclo de vida é uma das grandes questões para a indústria tratar, pois, com o advento da responsabilidade continuada do produtor, os riscos de uma contaminação involuntária paralisar a indústria em muito grande. Os preços da remediação impedem que se possa correr riscos dessa magnitude. Diante disto, uma nova postura acaba sendo incluída nas instituições financeiras, que agora passam a exigir relatórios de impacto ambiental mais detalhados e abrangentes [8].

Vê-se pois que, a busca por tecnologias mais limpas é um passo fundamental para a introdução da Produção Limpa, marco do desenvolvimento sustentável. A nível mundial vê-se algumas iniciativas já tomadas, como por exemplo, pelas indústrias químicas: o Programa de Vigilância Responsável do Canadian Chemical Producers' Association, posteriormente adotado nos EUA e no Reino Unido, baseada nos seguintes princípios [10]:

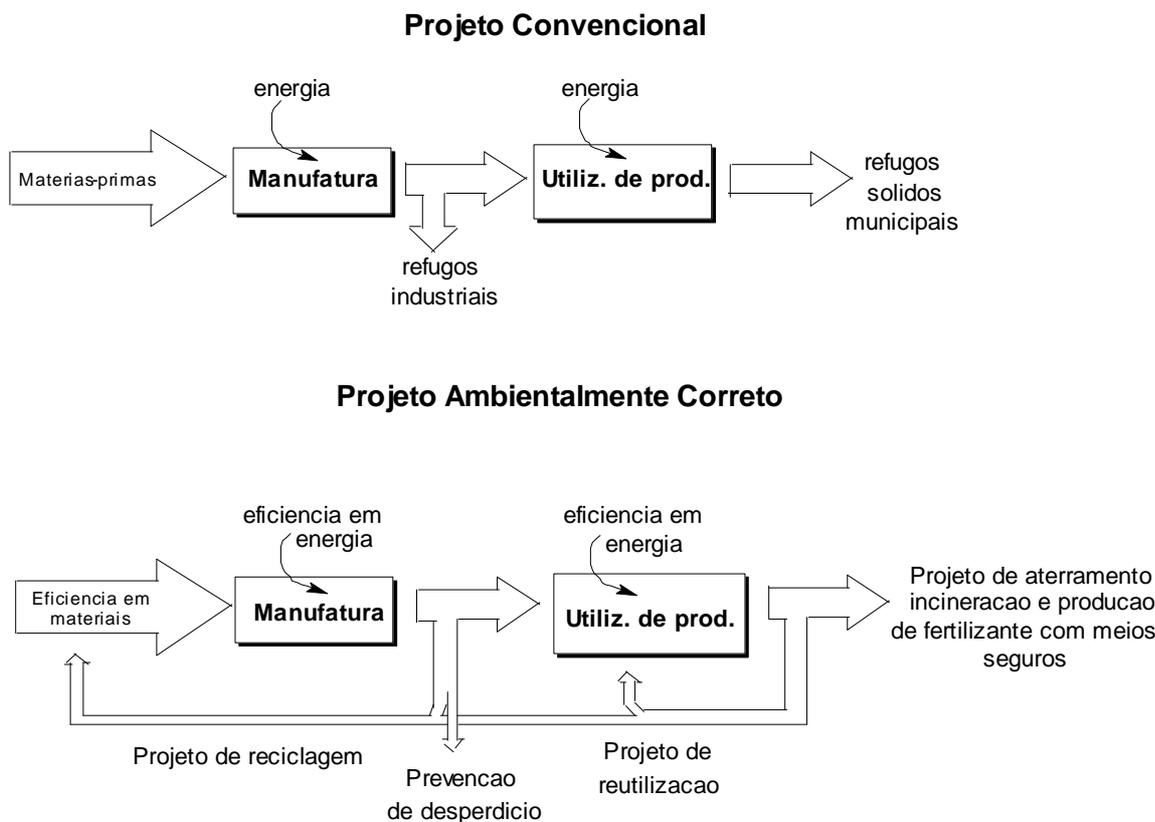


Figura 1: Proposta para um projeto genérico ambientalmente correto, conforme [9].

- -reconhecer e responder à comunidade com relação aos produtos/processos químicos,
- -desenvolver produtos químicos manipuláveis, em todo o ciclo, de maneira segura,
- -trinômio saúde-segurança-ambiente é prioridade no projeto de produtos/processos,
- -transmitir imediatamente informações relativas à problemas com saúde e ambiente,
- -orientar plenamente os clientes,
- -operar as unidades de produção obedecendo o trinômio anteriormente citado,
- -expandir pesquisas para atingir o trinômio,
- -participar na elaboração de legislação afim de salvaguardar a comunidade,
- -promover troca de informações entre produtores similares.

No Brasil devem ser notados os esforços depreendidos pela ABIQUIM com o seu programa de Atuação Responsável, composto de diversos serviços, entre eles o PRÓ-QUÍMICA, que oferece informações sobre o transporte, manuseio e armazenagem de produtos químicos, bem como a introdução de disciplinas relacionadas com o meio ambiente nas Escolas de

Engenharia. Pode também ser encontrado um Manual de Auditoria na Internet, endereço: [www.lsi.com.br/~prodlimp](http://www.lsi.com.br/~prodlimp).

## V. A INDÚSTRIA NUCLEAR E A SUSTENTABILIDADE

Pelo que foi anteriormente exposto, denota-se uma grande analogia entre os setores ora em busca de uma relação mais “amigável” ambiental e as indústrias nucleares. Observa-se que é possível uma extrapolação bastante consistente entre as atuações da indústria química e a nuclear, já que ambas são de grande impacto perante a opinião pública.

Podem ser citados os eventos, por exemplo, do “Regional Seminar on Nuclear Energy : a New Energy for Development”, realizado em 1993 e o “Regional Seminar on Nuclear Energy for Better Life”, realizado em 1994, onde já se verificavam a preocupação exposta neste texto entre a sustentabilidade e a energia nuclear [11, 12].

Textos mais questionativos ( [13] e [14] ) até

admitem que a indústria nuclear não terá continuidade se aqueles princípios não forem seguidos.

Além dos paradigmas industriais mostrados no ítem III, que também afetam a todos os envolvidos nos projetos nucleares, podemos dizer que os princípios básicos da produção limpa não deixam também de sê-lo. Basta analisar os princípios de visão global da produção, controle democrático da informação e responsabilidade continuada para entendermos o exposto.

## VI. CONCLUSÃO

Apesar da preocupação na formação dos novos engenheiros [15] e dos modelos de estratégias das novas empresas, que colocam a questão ambiental como fundamental [16], do Programa de Atuação Responsável, da ABIQUIM, nossa realidade é bastante triste, no que se refere a indústria química.

No IV Encontro Nacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, realizado pela Faculdade de Administração e Economia da USP e a Escola de Administração de Empresas de São Paulo, é mostrado em [17] que em resposta a uma pesquisa realizada em empresas afiliadas a ABIQUIM, o objetivo pretendido com relação às questões ambientais resume-se à adequação específica a legislação e a minimização de geração de efluentes e resíduos, embora conceitos mais pró-ativos já sejam presentes em uma pequena minoria. Talvez caiba aqui a mesma indagação feita por [18]: “por que as multinacionais às vezes relegam a segundo plano a política ambiental nas filiais do exterior?”. Assim, na realidade, conforme os níveis de potenciais para a competitividade, apresentados no início deste trabalho, a indústria nacional enquadra-se no nível um, ou seja, o de atender a legislação, com indícios, não muito claros de caminhar para o nível dois (atendimento ao binômio cliente/qualidade).

Já no caso da indústria nuclear, muito mais específica do que a indústria química, que ainda engatinha, em que passo estaríamos? Não nos parece que os princípios pró-ativos sejam aplicados no momento.

Se esta indústria ainda quiser competir a nível mundial, deverá incorporar conceitos mais inovadores em seus novos projetos de processos, dentre eles o de Produção Limpa a fim de que façamos a nossa parte na busca do desenvolvimento sustentável.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] MAIMON, D. - “Passaporte Verde - Gestão Ambiental e Competitividade”, Qualitymark, 1996.
- [2] GAZETA MERCANTIL - “Gestão Ambiental - Compromisso da Empresa”, 1996
- [3] JACKSON, T - “Clean Production Strategies”, Lewis Publishers, 1993

[4] GEE, D. - “Clean production. From industrial dinosaur to eco-efficiency”, Manufacturing Science Finance Research, London, 1994.

[5] FURTADO, J. S. “Segurança química e Produção Limpa”, *Boletim da Fundação Vanzolini*, 1998.

[6] FUSSLER, C.- “The three orbits of sustainability”, *Industry and environment*, vol 19, n.3, July-September, 1996.

[7] DORFMAN, M.- “Waste minimization”, *Pollution Prevention Review*, 1992.

[8] CORREA, S., MACDOWELL, S. F. - “Meio Ambiente e setor financeiro”, IV Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 1997.

[9] OTA-ITE-58, “Development and Transfer of pollution prevention technology, within a multinational corporation”, Washington, DC, January, 1994.

[10] KINLAW, D. C. - “Empresa Competitiva & Ecológica”, Makron Books, 1998.

[11] NIEHAUS, F. - “Environmental and Health Effects of Various Energy Systems”, Regional Seminar on Nuclear Energy a New Energy for Development, 1993.

[12] BENNETT, L. L. - “Economics and Environmental Impacts of Nuclear Energy in Comparison with other Energy Systems”, Regional Seminar on Nuclear Energy for Better Life, 1994.

[13] REYNOLDS, N. S.; DRAPER, R. L. - “The Future of Nuclear Power”, NR&E/Winter, 1994.

[14] DAMIAN, M. - “Sustainable Development: The Last Chance for Nuclear Power”, *Energy Studies Review*, v.6, n. 1, 1994.

[15] SILVA, G. A., TARALLI, G. - “Meio ambiente, segurança de processos e a formação do engenheiro químico”, *Revista Brasileira de Engenharia Química*, v. 16, n. 1, 1996.

[16] BRUNO, M. C. “Gestão da tecnologia na empresa do setor químico”, *Revista Brasileira de Engenharia Química*, nov., 1995

[17] DONAIRE, D. - “Gestão Ambiental na Indústria - Considerações sobre sua Situação na Indústria Química”, IV Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 1997.

[18] GAUNTLETT, S. B. - “Desafio Verde”, *HSM Management*, n. 1, março-abril, 1997.

## ABSTRACT

“The fundamental objective of preventive strategy of clean production is to reduce material throughputs, particularly of certain priority, of hazardous materials. Achieving this objective depends crucially on being able to control the flow of chemicals through society. In the past, any such attempt at control has been based on add-on, end-of-pipe measures to reduce individual emissions from industrial sources. But today, the annual input of environmentally hazardous substances in goods (products), in stationary

facilities, or entering the environment from diffuse, non-point sources far exceeds emissions from point sources, particularly in countries which have for some years adopted end-of-pipe measures”....