

GESTÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS : PROPOSIÇÕES PARA IMPLEMENTAÇÃO DE BOLSAS DE RESÍDUOS “INTELIGENTES”

Soares Sebastião Roberto, Borges de Castilhos Armando Jr

Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFSC

Campus Universitário, Bairro Trindade C. P. 476

88010 - 970 Florianópolis, SC - Brasil

Fone (+) 55 48 231 9597 Fax (+)55 48 231 97 70

soares@ens.ufsc.br

Resumo : Este trabalho fornece subsídios para o desenvolvimento de uma estrutura de gestão de resíduos chamada *bolsa de resíduos*. A função desse sistema consiste em colocar em relação direta produtores e consumidores de resíduos de forma mais produtiva que os atuais modelos utilizados. Assim sendo, esse mecanismo permitiria, além do anúncio de disponibilidades e necessidades de materiais residuários, a orientação dos diversos atores envolvidos (indústrias produtoras e consumidoras, entidades de controle ambiental e órgãos de classe) nas questões associadas, sobretudo à caracterização dos resíduos, à otimização de valorização e de eliminação dos resíduos de acordo com a sua caracterização e ao diagnóstico da produção regional de resíduos. Para tanto essa bolsa seria integrada por um sistema especialista (sistema à base de conhecimento ou sistema de apoio a decisão) dotado de módulos específicos de raciocínio para cada um aspectos citados. Em outras palavras, um produtor de resíduos seria orientado na caracterização de seus resíduos e o consumidor potencial, por sua vez, poderia verificar como um destes resíduos caracterizados poderia atender uma necessidade específica. O texto estabelece primeiramente as noções de *bolsa de resíduos* e sistemas especialistas para em seguida abordar o fluxo da informação, o processo de participação e de utilização, finalizando com os procedimentos de concepção e realização da estrutura de controle da bolsa.

Palabras clave : bolsa resíduos, gestão resíduos, sistemas especialistas, valorização resíduos

INTRODUÇÃO

Diante de um mercado competitivo e globalizado, o advento das normas internacionais de qualidade (série ISO 9000) despertou as empresas para as atividades dirigidas à redução de desperdícios (leia-se resíduos da produção). Nesta mesma direção, a próxima série de normas (ISO 14000 - Gestão ambiental) prevê, em nome do meio ambiente, que restrições devam ser impostas aos produtos não compatíveis com o meio ambiente (leia-se gestão do ciclo de vida do produto ou resíduos decorrentes da sua produção, utilização e eliminação). Neste contexto a compatibilização entre as exigências ambientais e o desenvolvimento industrial requer em escala crescente a utilização de metodologias específicas de redução e de gestão de resíduos. Para que tal meta seja atingida as indústrias devem percorrer necessariamente e permanentemente os seguintes caminhos :

- Otimização dos processos produtivos (tecnologia e/ou gerência) ;
- Busca exaustiva de meios de valorização dos resíduos inevitáveis ;
- Escolha de técnicas ambientalmente compatíveis de eliminação dos resíduos.

Estas considerações servem de suporte para estudos de realização de um mecanismo que, a partir da divulgação das informações sobre os resíduos industriais, permitiria às indústrias otimizar suas atividades de gerenciamento de tais materiais.

Este mecanismo, doravante chamado **Base de resíduos** (bolsa de resíduos + sistema especialista), conjugaria forças na busca de valorização de resíduos (aproximando produtores

e utilitários), permitiria o estabelecimento do perfil dos diversos resíduos industriais e ainda supriria a carência de uma fonte de referência em assuntos a eles associados.

GENERALIDADES

Bolsa de Resíduos

Bolsa de resíduos é a denominação dada a todo programa que viabiliza exclusivamente a troca e a valorização de resíduos pelas empresas *. Esta atividade, além de identificar mercados para os resíduos industriais, permite ainda :

- A conservação dos recursos naturais ;
- A redução do volume de resíduos (maximização do uso de materiais) e dos custos para eliminá-los ;
- A diminuição do consumo de energia ;
- A indução ao desenvolvimento de novas tecnologias ;
- O incentivo à instalação de novas indústrias.

A concretização de tal programa, considerando as trocas realizadas, pode se dar seja pela *Troca de informações* seja pela *Troca de materiais* (Freeman, 1989). No primeiro caso, a ação é iniciada pela empresa que dispõe ou que necessita de um resíduo. As informações provenientes de cada uma das fontes são codificadas pela operadora da bolsa e publicadas em um catálogo atualizado e fornecido periodicamente aos particulares. A operadora deve estar apta a dar outras informações complementares sobre os resíduos e garantir a conexão entre os interessados, não interferindo na transação entre eles. A bolsa tipo *troca de materiais*, por sua vez, tem um papel mais ativo na transferência de resíduos. Tal característica explica-se pela posse física dos materiais, podendo estes serem eventualmente processados antes de comercializados.

No que diz respeito aos materiais envolvidos, estes programas podem operar basicamente com três categorias de resíduos :

- *Puros* : Utilizados "in natura" como matérias-primas virgem. É o caso, por exemplo do hidróxido de cálcio (cal Ca(OH)_2), resíduo resultante do processamento do carbureto de cálcio (utilizado na manufatura de gás acetileno).
- *Intermediários* : Resíduos utilizados pela indústria após serem previamente processados. É o caso de certos solventes, lubrificantes, dos RDF (Refused Derived Fuel), etc..
- *Impróprios* : resíduos que não são valorizados, necessitando então de investimentos em eliminação. Estes resíduos devem ser o alvo prioritário de pesquisa em valorização.

Importante : a noção de categoria de resíduos é relativa e depende da situação espaço-temporal em que se encontram produtores e utilitários de resíduos.

Enfim, independentemente do tipo de resíduo proposto, a implantação de uma bolsa sofre geralmente alguma forma de obstáculo dentre os quais pode-se citar :

- A insuficiência de informações sobre o resíduo, devido a problemas de sigilo industrial ;
- A insegurança do produtor quanto a gestão dos resíduos adotada pelo recuperador. O produtor pode sentir-se mais tranquilo pela eliminação direta dos seus resíduos.
- O fator econômico, decorrente da falta de tradição em valorização, podendo tornar a operação economicamente inviável.
- O estigma da população pela implantação de centros de tratamentos de resíduos ou pela utilização de produtos derivados de resíduos.

Sistema à Base de Conhecimentos

Sistemas de apoio à decisão, sistemas especialistas ou sistemas à base de conhecimentos, são programas informáticos que, a partir da modelação de conhecimentos (o comportamento de um especialista, por exemplo) resolvem problemas ou servem de suporte à decisão, em um domínio bem definido. Para facilitar esta operação, tais programas são escritos sob a forma de um conjunto de especificações (base de conhecimentos) que são executados dinamicamente por intermédio de um procedimento de resolução independente da natureza destes conhecimentos (motor de inferência). Esta separação permite que :

- Os conhecimentos sejam legíveis para leigos em informática ;
- O motor de inferência (programa que interliga as etapas) se torne universal ;
- O sistema seja evolutivo.

Estes sistemas são particularmente adaptados para :

- Transferência de conhecimentos e de experiência ;
- Assistência em processos de formulação e resolução de problemas ;
- Tratar conhecimentos e dados incompletos e imprecisos ;
- Explicar e justificar conclusões ;
- Aplicações sistemáticas de conhecimentos.

OBJETIVOS

Gerais

O presente trabalho visa oferecer subsídios para a concepção, a realização e o desenvolvimento de uma estrutura de apoio à valorização de resíduos industriais. Este sistema consistiria basicamente em uma bolsa de resíduos "inteligente" de troca de informações. Ele permitiria, além de divulgar as ofertas e demandas de resíduos industriais, interligar os diferentes atores* na definição de técnicas de valorização e de eliminação eco-compatível, oferecendo também auxílios específicos a certas questões ambientais.**

Específicos

- Diagnosticar continuamente a produção de resíduos ;
- Promover a valorização (redução de desperdícios) dos resíduos industriais ;
- Assessorar os produtores na valorização/eliminação de seus resíduos ;
- Dar suporte às atividades de preservação do meio-ambiente ;
- Promover a implantação de uma central de informações sobre resíduos (valorização, eliminação, legislação, normas) ;
- Inserir a empresa dentro de programas de qualidade total (série ISO 9000) e de gestão ambiental (série ISO 14000).

OPERAÇÃO

O programa proposto poderá ser totalmente informatizado e interligará em tempo real os participantes nas diferentes regiões geográficas. Este sistema, que deverá ser gratuito para o usuário, apresentaria algumas particularidades quando comparado às estruturas convencionais :

- *Participação.* Todas as indústrias produtoras de resíduos não valorizados participarão do sistema. Esta participação seria vinculada à caracterização e a justificativa de gestão dos resíduos imposta por algum mecanismo regulamentar (órgão ambiental). Tal singularidade

visa reforçar a "finalidade ambiental" de uma bolsa de resíduos e a motivação pela recuperação ;

- *Suporte técnico.* As empresas serão orientadas pela base na caracterização completa de seus resíduos. O sistema poderá ainda dar indícios sobre a valorização (ou eliminação) dos resíduos ;
- *Codificação.* A origem do resíduo seria codificada afim de preservar a identidade do produtor ;
- *Complementos.* O usuário teria outras informações complementares como quantidade, distância do local de consulta, tipo de transporte necessário, preço positivo, nulo ou negativo, utilização... ;
- *Funcionalidade.* Esta bolsa seria interativa e as respostas às consultas seriam dadas em tempo real nos balcões de consulta ou via conexão à rede.

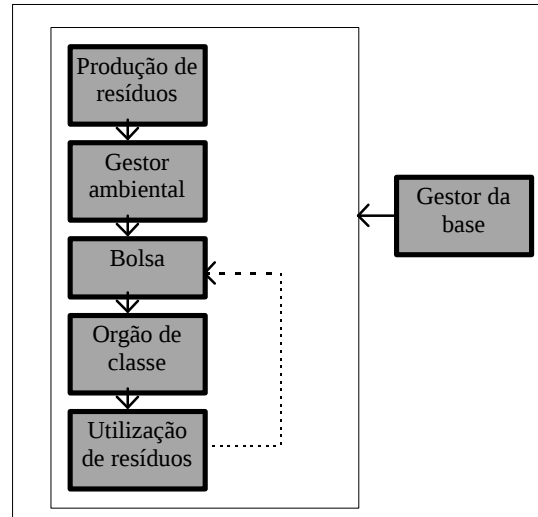


Figura 1 - Participantes da base/bolsa de resíduos

No seu conjunto, o fluxo de informações do sistema seguiria o modelo apresentado na figura 1 :

- I. As indústrias fornecem os dados relativos de seus resíduos ao órgão de gestão ambiental;
- II. Os dados fornecidos, em forma de cadastro, são passados para a *base de resíduos*. Estes dados devem ser periodicamente atualizados (anualmente ? semestralmente ?) ;
- III. As entidades de assistência às indústrias estarão ligadas em linha direta à base. Estas poderão, em tempo real, fornecer informações sobre ofertas e procuras de resíduos, aproximando os eventuais interessados, sem entretanto, intervir na negociação direta entre as partes interessadas ;
- IV. A concretização de um negócio é comunicada pelo comprador para a atualização da base. É necessário lembrar que a bolsa deve deixar de ter qualquer participação nas transações que venham ser efetivadas pelas empresas.

A operação do sistema, tendo em vista a participação do produtor de resíduos seria regida pelo fluxograma apresentado na figura 2, onde as principais fases são descritas abaixo :

- I. A indústria caracteriza os seus resíduos, podendo recorrer ou não ao auxílio da *Base de resíduos para* tal operação ;
- II. A indústria justifica a atual destinação dada aos seus resíduos ;
- III. O órgão de gestão ambiental emite parecer* sobre a justificativa apresentada ;

* Parecer relativo ao plano de gestão dos resíduos apresentado pela indústria.

- IV. Se o parecer é negativo, a empresa estará em contravenção. Ela deverá apresentar um novo plano de gestão de seus resíduos (redução, valorização ou eliminação). Ela poderá contar ou não com o auxílio da Base para procura de eventuais sugestões de gestão. Por outro lado, durante a contravenção, os seus resíduos deverão obrigatoriamente integrar a bolsa como forma de auxílio a resolução do problema ;

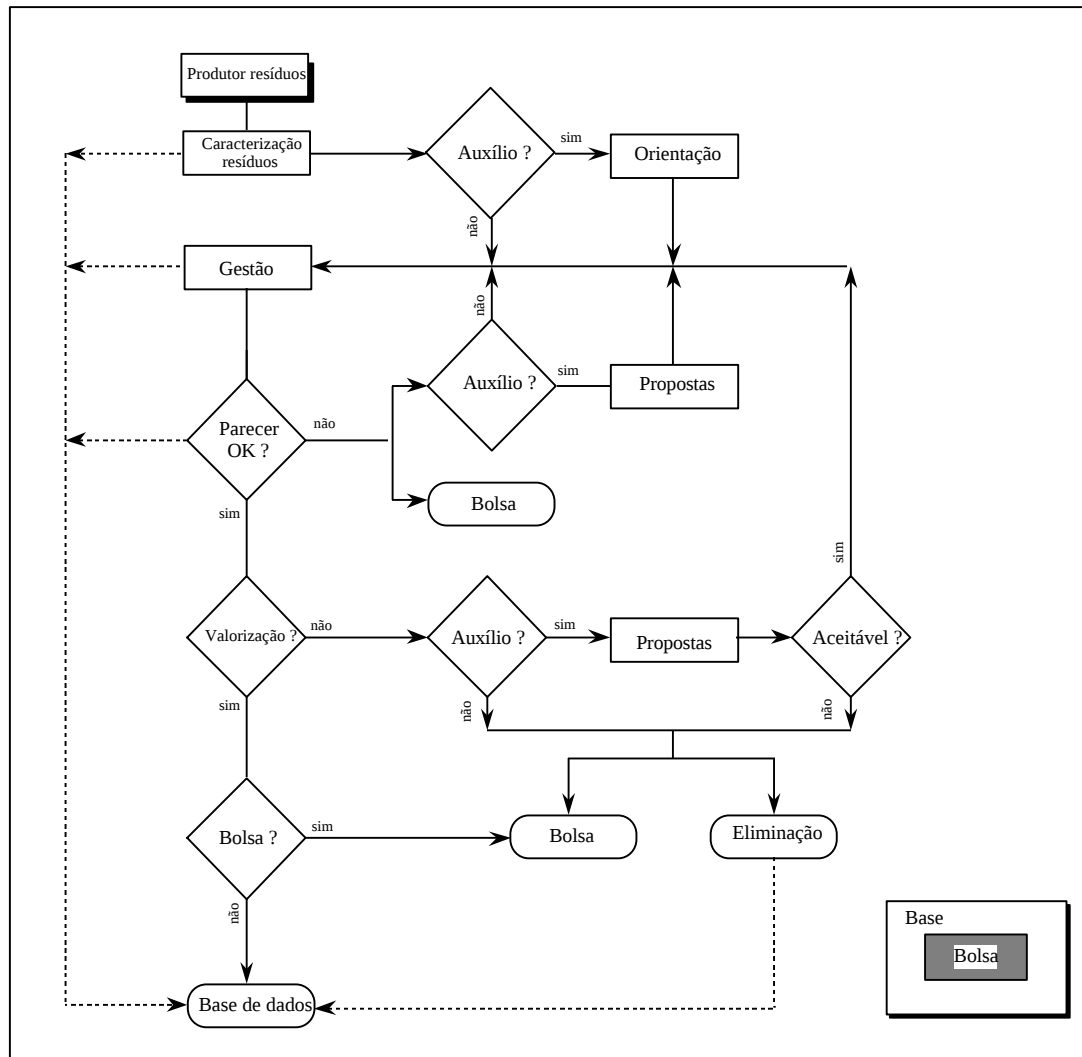


Figura 2 : processo de participação na base/bolsa

- I. Se o parecer é positivo duas situações são definidas :
- II.
- A. Resíduos valorizados : a empresa pode optar por divulgá-los ou não no programa ;
- B. Resíduos não valorizados : o produtor poderá contar com o auxílio da *Base de resíduos* para eventualmente formular uma estratégia de valorização. Porém, sendo estes resíduos eliminados eles são automaticamente divulgados, na busca de uma valorização.
- III. Para todos os casos as informações abastecem a base de dados : nome e código do produtor, características do resíduo (qualitativas e quantitativas), parecer do órgão de gestão, gestão e forma de eliminação.

No que diz respeito a participação do utilitário de resíduos na Base, ela seria feita segundo o fluxograma da figura 3, onde as principais fases são :

- I. O comprador consulta a Base. Três opções poderão ser oferecidas :

- A. Lista de códigos : são apresentados apenas os nomes dos resíduos seguindo uma nomenclatura oficial (acompanhada eventualmente de sinônimos usuais) ;
 - B. Tipo de utilização : o interessado procura um resíduo através das finalidades requeridas : combustível, redutor, oxidante...
 - C. Características do resíduo : a procura de um resíduo será feita através da especificação de suas características físico-químicas (teor em elementos, , PCI...) ;
- II. Os dados fornecidos pelo utilitário de resíduos são comparados às informações fornecidas pelo produtor e/ou desenvolvidas pela *Base de resíduos* ;
 - III. O sistema apresenta os resíduos *compatíveis* às características solicitadas ;
 - IV. Existindo resíduos compatíveis, o sistema prossegue a operação oferecendo as *condições* complementares relativas a cada resíduo (quantidade, periodicidade, distância, transporte, embalagem, valor...) ;
 - V. Havendo *acordo* com as condições pré-estabelecidas, o utilizador comunica a base/bolsa e esta aproxima os interessados. A *base de resíduos* finaliza a sua participação.

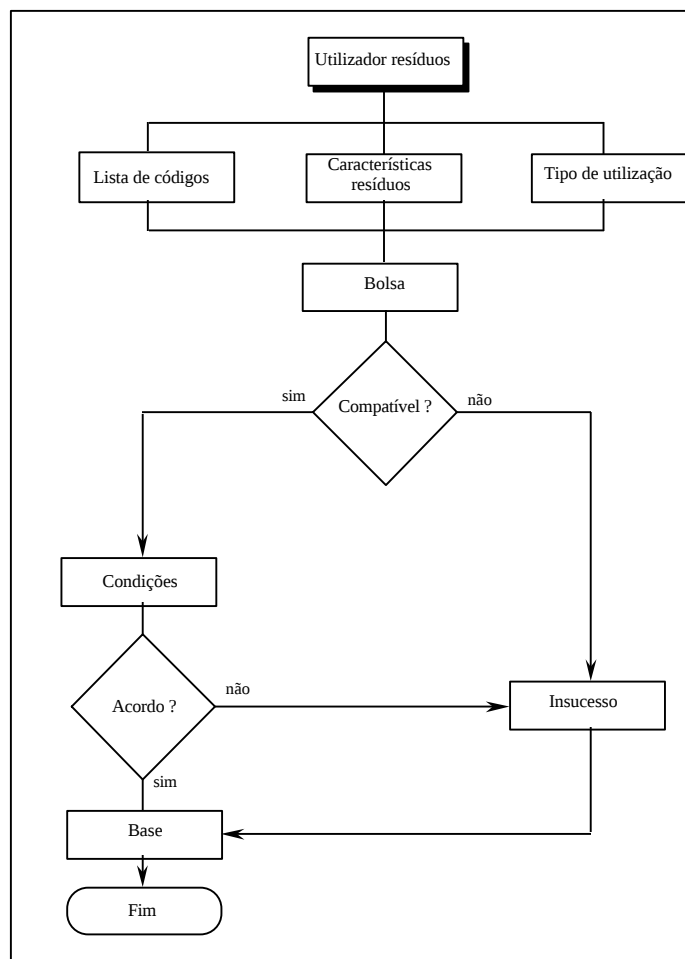


Figura 3 : Processo de utilização da base

CONCEPÇÃO, REALIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

A implantação do sistema proposto seguirá os seguintes procedimentos :

1. Apresentar a proposta aos membros participantes do sistema.
Nesta etapa devem ser realizadas reuniões setoriais com sindicatos, associações, representantes empresariais, órgãos de desenvolvimento do estado, órgãos ambientais para discussão e ajustes do modelo proposto. Deve ser enfatizada a nova realidade empresarial, a necessidade de qualidade total, do respeito ao meio ambiente, do aumento de produtividade...
2. Elaborar mecanismos de apoio regulamentar.
Esta etapa é necessária para garantir o acompanhamento da produção de resíduos, a participação efetiva junto a bolsa de resíduos e incentivar a valorização dos resíduos. Podemos citar como exemplo :

⇒ Incitação regulamentar.

Declaração de todos os resíduos produzidos ; Adotar o princípio "*O resíduo deverá ser eliminado somente se comprovada a inviabilidade de reciclá-lo ou valorizá-lo a custo economicamente aceitável*" ;

⇒ Incentivos à valorização.

A adoção de subsídios fiscais para a indústria recuperadora de resíduos. *Obs.* : ao mesmo tempo promover mecanismos de proteção de fraudes (utilização de produtos novos, aquisição de resíduos e não valorizá-los...) ;

⇒ Incentivos à pesquisa (pela liberação de linhas de crédito...) ;

Elaborar a ferramenta informática. Esta operação permite a elaboração da estrutura de coleta de dados, utilização de dados, sistema de apoio a decisão e implantação da rede de informações. A sua realização está associada a 8 etapas (ver Soares, 1994):

- a. Elaborar a proposta de caracterização do resíduo (incluindo além da características do resíduo, as incompatibilidades, transporte...) ;
- b. Definir as características anexas : distancias, transportes embalagens, periodicidade;
- c. Definir da nomenclatura a utilizar ;
- d. Classificar dos resíduos para fins de valorização ;
- e. Modelar o processo básico de decisão para cada uma das classes precedentes ;
- f. Incorporar o sistema de apoio a decisão para eliminação de resíduos ;
- g. Criar uma base de dados para as informações fornecidas e/ou solicitadas ;
- h. Validar o sistema.

3. Implantar o sistema em rede. Consiste na difusão da base de resíduos a partir de uma central de informática (servidor). O acesso direto dos interessados se daria através de modem ou *internet*.
4. Divulgar o programa.
Paralelamente as duas últimas etapas, serão iniciados os trabalhos de divulgação junto às empresas produtoras de resíduos afim de prepar-las para a participação no serviço.
5. Cadastrar as empresas.

Nesta fase, seguindo os passos previstos pela ferramenta informática e pelos mecanismos regulamentares, as empresas fornecerão ao órgão de gestão ambiental as características dos resíduos produzidos assim como a destinação dada atualmente aos resíduos.

6. Validar e ajustar o sistema.
Esta fase consiste na divulgação das ofertas e demandas dos resíduos em fase experimental. Tal divulgação será feita pelos balcões dos órgãos associados à empresa, por ligação direta à rede ou ainda pela publicação de boletins da bolsa.
7. Avaliar os resultados.
A avaliação será feita continuamente pelo acompanhamento dos resultados das solicitações, grau de satisfação dos usuários, deficiências do programa... Ao fim desta fase de avaliação o sistema será entregue definitivamente ao GESTOR da base de resíduos que garantirá a iteratividade das fases 5 a 8 (sendo a fase de validação (7) substituída pela fase de operação).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Soares, S. R. *Conception et évaluation d'un système à base de connaissances pour l'élimination de déchets*. Thèse de doctorat. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon (France). 1994.

Freeman, H. *Standard Handbook of hazardous waste treatment and disposal*. New York : MacGraw-Hill Book Company. 1989.