



UMA FERRAMENTA PARA O DIRECIONAMENTO E QUANTIFICAÇÃO DO IMPACTO DOS RESÍDUOS NOS PROCESSOS

Wudson Anthony Neres

Universidade Federal de Santa Catarina
CEP: 88040-900 - Florianópolis - SC

Gregório Varvakis

Thiago Muskat Menezes

José Belo Torres

The growing pressure on the organization to reduce its environmental impacts demands a posture more pro-activates. The control of the residues " end of pipe " no longer is an efficient solution, so much of the environmental point of view, as of the economic point of view. Although the monitoring of some of the exits, or residues, of the industrial plants is essential, the industries should look for mechanisms that avoid, or minimize, the generation of the residues. This article presents a tool for the driving and quantification of the environmental impact of the residues generated in an organization. The tool allows the evaluation of the impact of the residues to be accomplished in the organization in terms of the productive processes, in other words, to identify which are the processes of the organization that are responsible for the largest levels of environmental impact in terms of generated residues. In the article the philosophy used in the construction of the tool will be described, standing out the importance of the use of the methodologies of processes management, base for the analysis of the processes of an organization. Later on an application of the tool will be described in a metal industry, standing out the potential benefits of its use.

Palavras Chave: processos, gerenciamento, resíduos

1. Introdução

Da mesma forma que a antiga inspeção no final de uma linha de produção, o controle da poluição no final de um processo, "end of pipe", só confere um atestado de óbito ao produto ou ao processo.

Durante muitos anos a variável ambiental era tratada desta forma, por exemplo, instalando-se equipamentos para o controle da poluição e programas de monitoramento. O objetivo destes procedimentos era manter os níveis de emissão de acordo com a legislação em

vigor, porém tais programas eram caros, e, de fato, não agregavam valor aos produtos, o que, de certa forma, justificava a clássica oposição entre ecologia e economia.

Michael Porter e Claas Van Der Linde, em artigo publicado na Revista Exame, propõe uma outra visão.

Para os autores:

[...] novos padrões ambientais adequados podem dar início a um processo de inovações que diminua o custo total de um produto ou aumente o seu valor. As inovações permitem que as empresas usem mais produtivamente uma série de insumos, de matérias-primas a fontes de energia, de forma a compensar os gastos feitos para preservar o meio ambiente. (PORTER, 1995, p. 75)

Da colocação dos autores tiram-se dois núcleos básicos:

1. Ecologia e economia não são fatores opostos;
2. Se deve buscar a otimização na utilização dos recursos.

Como decorrência, se o objetivo é a otimização dos recursos utilizados, a forma mais lógica é analisar onde os mesmos são consumidos, ou seja, nos processos. E, da mesma forma, a eliminação dos resíduos também deve ser realizada em função da otimização dos processos onde os mesmos são gerados.

2. O Gerenciamento de Processos

Para Harrington(1993) um dos elementos principais da revolução da qualidade nos anos 80 foi a constatação de que os processos é que são a chave para um desempenho sem falhas.

Uma empresa é formada por um conjunto de processos interrelacionados. Logo o aumento da eficiência da empresa deve ser obtido em função da compreensão e melhoria dos mesmos.

A análise dos processos é difícil em virtude da complexidade intrínseca aos mesmos, e da estrutura funcional envolvida na maioria das organizações. A relação entre a estrutura funcional e os processos pode ser vista na figura 1.

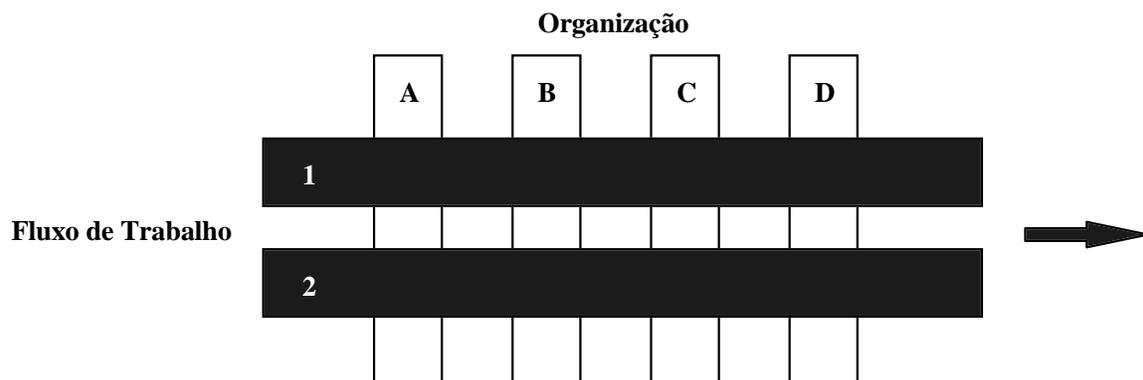


Figura 1 - Fluxo horizontal de trabalho versus organização vertical

Fonte: HARRINGTON(1993, p. 16)

Para que as dificuldades apresentadas sejam contornadas e se obtenham os incrementos de desempenho nos processos são necessárias metodologias de gerenciamento.

Existe um grande número de metodologias de gerenciamento de processos (GP). Pode-se agrupar estas metodologias em dois grandes conjuntos: as baseadas na filosofia da qualidade (melhoria contínua) e as de reengenharia.

As metodologias de gerenciamento de processos baseadas na melhoria contínua repousam sobre o mesmo princípio de funcionamento, vide figura 2.

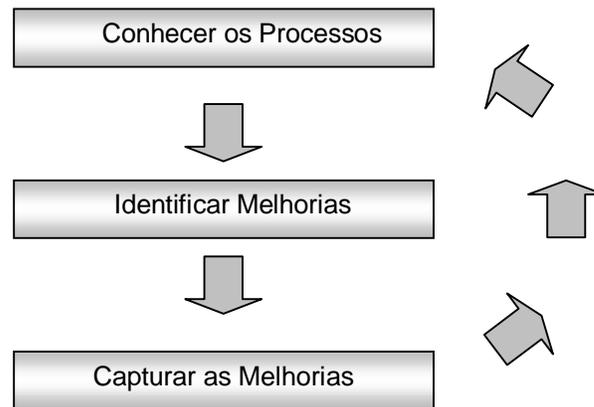


Figura 2 – Princípio de Funcionamento das Metodologias de Gerenciamento de Processos

O Grupo de Análise e Engenharia do Valor da Universidade Federal de Santa Catarina GAV-UFSC desenvolveu uma metodologia de gerenciamento de processos. A metodologia do GAV foi construída baseando-se na metodologia de Harrington(1993) e vem sendo aplicada com excelentes resultados. A figura 3 apresenta as etapas da metodologia.

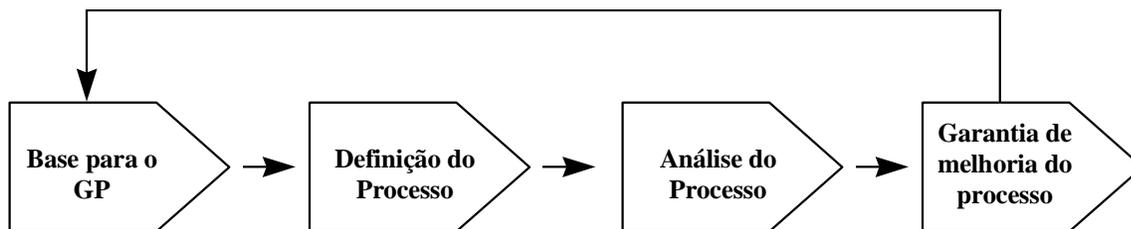


Figura 3 - Etapas da Aplicação da Metodologia do GAV

Para cada etapa foi desenvolvido um conjunto de formulários de coleta de informações. O preenchimento destes formulários direciona a aplicação da metodologia. Os próximos tópicos descrevem algumas das características de cada uma das etapas da metodologia.

2.1 Etapa 1 - Base para o GP

O objetivo desta etapa é fornecer subsídios para a execução da metodologia. São esperados os seguintes resultados:

- Visão geral da empresa;
- Entendimento do objetivo, dos produtos e recursos envolvidos em cada processo;
- Definição das equipes e seu treinamento.

Com a aplicação de um conjunto de formulários estes resultados são obtidos em termos de:

- Estrutura da empresa e recursos utilizados;
- Missão da empresa e produtos finais;
- Lista de clientes e fornecedores com os seus respectivos requisitos;
- Mapa do processo.

2.2 Etapa 2 - Definição do Processo

Os resultados esperados desta etapa são:

- Definição dos processos prioritários e produtos envolvidos;
- Entendimento do conceito de cliente e fornecedor interno;
- Entendimento dos recursos envolvidos em cada subprocesso;
- Detalhamento do fluxo dos subprocessos analisados;
- Definição de medidas de desempenho.

2.3 Etapa 3 - Análise de Processo

Alguns resultados esperados desta etapa são:

- Identificação de problemas;
- Avaliação e priorização dos problemas;
- Geração de idéias de melhoria.

Nesta etapa são utilizadas diversas ferramentas da qualidade. Por exemplo, o “brainstorming” pode ser utilizado para a geração de idéias e o Diagrama de Pareto pode ser utilizado para a priorização das mesmas.

2.4 Etapa 4 - Garantia da Melhoria do Processo

Os resultados esperados desta etapa são:

- Elaboração de um plano de ação contendo as melhorias que devem ser implantadas;
- Aprovação do plano de ação;
- Definição de ferramentas para medir, avaliar e acompanhar o plano de implantação;
- Entendimento e definição de padronização.

O gerenciamento de processos vem sendo aplicado em diversos contextos pelo GAV. Uma das dificuldades que se vem se enfrentando é a forma de quantificar o impacto ambiental dos resíduos gerados em uma planta industrial.

3. Análise do Impacto Ambiental dos Resíduos

Através da aplicação do gerenciamento de processos em uma planta industrial identificam-se um conjunto de resíduos. A pergunta é: como quantificar o impacto ambiental destes resíduos?

Quando se analisa o consumo de recursos existe a vantagem da utilização de uma mesma base de avaliação (unidades monetárias), mas com relação ao impacto ambiental dos resíduos, qual seria a base de avaliação a ser utilizada? Por exemplo, como comparar o impacto de uma tonelada de cavaco de aço 1020, com o impacto de mil litros de um solvente?

A dificuldade em determinar o custo ambiental motivou a utilização de uma abordagem que tende a ser mais qualitativa que quantitativa. O princípio utilizado foi o fato de que os resíduos gerados nos processos causam um impacto ambiental, e, em função deste nível de impacto, as ações de melhoria devem ser direcionadas.

Uma vez que a avaliação financeira dos resíduos gerados pode ser complexa, optou-se pela definição de um novo índice de quantificação, o FCR (Fator Crítico do Resíduo). O FCR seria uma escala de valoração associada ao tipo de resíduo. (Neres, 1998)

O princípio do FCR é elementar. O impacto de determinados tipos de resíduos é bem maior que o de outros, em função das características físico-químicas destes resíduos. Por exemplo, se o resíduo de um processo é um solvente altamente tóxico, o impacto deste resíduo, muito provavelmente, é bem maior que o de cavaco de usinagem de determinado tipo de aço.

Dentro de um processo de fabricação este tipo de análise parece ser óbvia, porém, a nível macro, este tipo de estimativa pode ser uma solução extremamente simplista. A análise desta situação a nível macro é complexa em virtude da difícil avaliação do impacto real de um resíduo no meio ambiente. Do ponto de vista de um processo de fabricação, o cavaco de usinagem de alumínio não é um resíduo que tem impacto considerável, porém se for analisado a extração do minério e redução do mesmo, com intenso uso de energia, o impacto do resíduo gerado é considerável.

Se o FCR incorporar os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida do produto, os resultados dos impactos dos resíduos estarão mais próximos da realidade. A dificuldade deste procedimento é avaliar o impacto ao longo do ciclo de vida, uma vez que não existem bases de dados com um número de informações que subsidiem as análises.

Outra questão que deve ser analisada é a forma como a empresa deverá internalizar o impacto ambiental. Dentro de um enfoque mais reducionista, as organizações podem se contentar no atendimento a legislação vigente. Desta forma o FCR poderia ser avaliado, por exemplo, em função do custo do tratamento dos resíduos, do custo associado à armazenagem, e, até mesmo, do custo associado ao não atendimento da legislação. Cabe a discussão de esta solução é eticamente correta?

Em face as questões levantadas foi desenvolvida uma ferramenta, o BPM (Business Process Management). O BPM subsidiará a aplicação do gerenciamento de processos em dois pontos básicos:

1. O direcionamento e quantificação do impacto financeiro dos recursos nos processos;
2. O direcionamento e quantificação do impacto dos resíduos nos processos.

3. O BPM no Contexto da Aplicação da Metodologia de Gerenciamento de Processos

A figura 1 mostra o posicionamento do BPM no contexto da metodologia de gerenciamento de processos. Para cada etapa do BPM, bloco na figura 1, existe um de interfaces. Uma vez que o número de interfaces é elevado, serão apresentadas somente algumas, de forma a proporcionar uma visão geral da ferramenta.

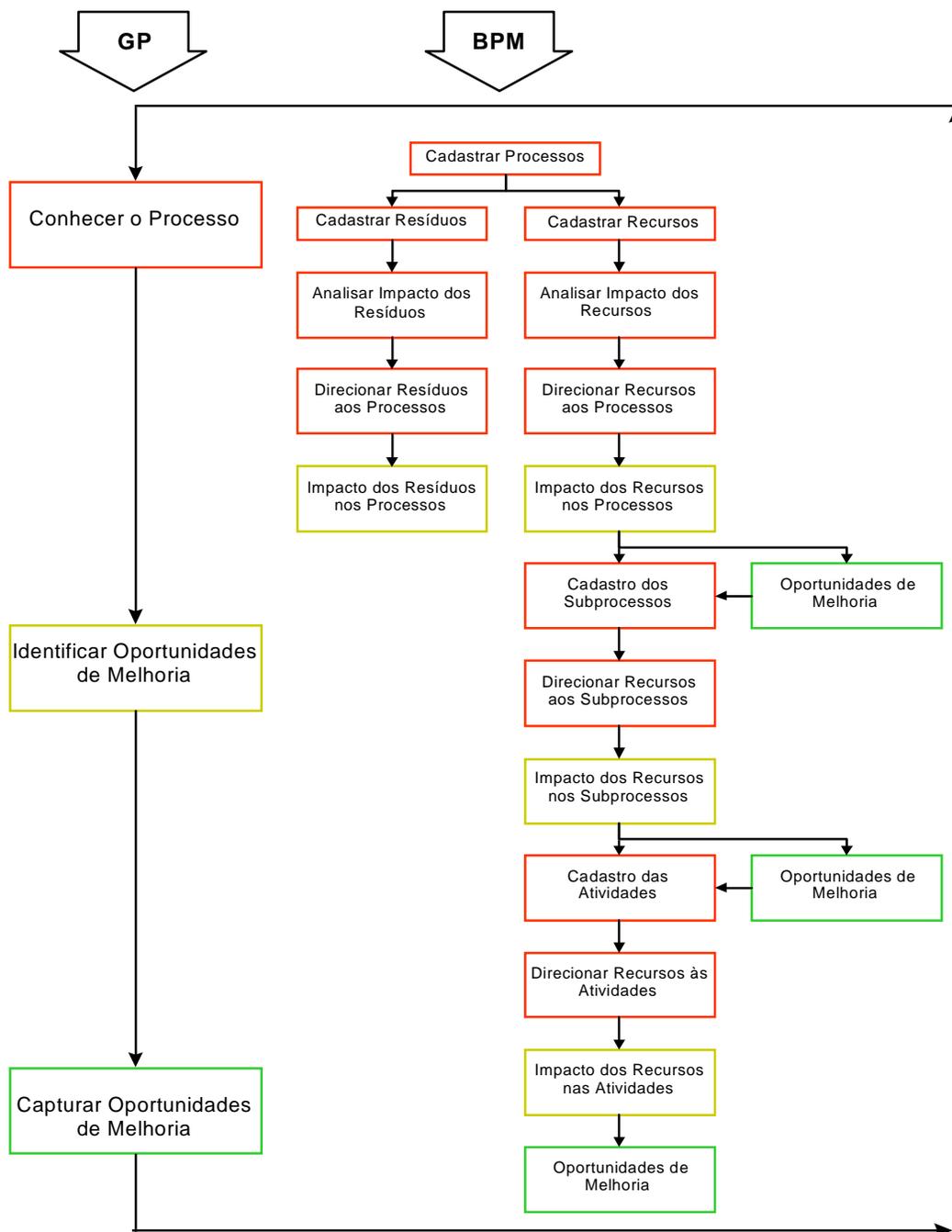


Figura 4 - Posicionamento do BPM na Gerenciamento de Processos

Na figura 4 as interfaces do BPM estão relacionadas ao fluxo de aplicação do gerenciamento do processos em função da etapa que elas tem maior impacto. Por exemplo, as interfaces de cadastro de processos são relacionadas intimamente a etapa do gerenciamento de processos de conhecer o processo. As cores na figura 1 são utilizadas para relacionar a etapa do gerenciamento do processo com a respectiva interface do BPM.

O relacionamento do fluxo de aplicação do BPM com as etapas do gerenciamento de processos foi mostrado com o intuito de fornecer uma visão geral do BPM. Porém, algumas das

interfaces do BPM podem ser utilizadas em várias etapas do gerenciamento de processos. Por exemplo, as interfaces de cadastro dos processos, subprocessos e atividades tem, a princípio, a função de conhecer o macroprocesso, porém, a simples visão processual exigida já pode proporcionar a identificação de oportunidades de melhoria.

4. Uma Aplicação do BPM

Esta aplicação do BPM foi elaborada com os dados da aplicação do gerenciamento de processos em uma indústria metalúrgica. Os dados utilizados na aplicação podem ser vistos na tabela 1.

Tabela 1- Dados Utilizados no Gerenciamento de Processos

| DADO | DESCRIÇÃO |
|--------------------------|--|
| Processos | Processos que compõe a limpeza de matrizes |
| Critérios | Critérios para a escolha do processo crítico |
| Fluxograma dos processos | Fluxograma descritivo dos processos |
| Entradas e saídas | Entradas e saídas do processo crítico |
| Subprocessos | Subprocessos do processo crítico |
| Recursos | Recursos Utilizados no Processo de limpeza de matrizes |
| Resíduos | Resíduos gerados nos processos |

Fonte: BOGO et al. (1996)

A figura 5 apresenta o mapeamento dos processos envolvidos. O processo de limpeza de matrizes, bloco com linha vermelha na figura 5, foi considerado processo crítico prioritário. Os critérios para a escolha do processo crítico foram:

- desperdício de matérias-primas;
- aumento de poluição;
- excesso de resíduos lançados no meio ambiente;
- contém atividade que representa fator crítico para os outros processos;
- risco para o operador;
- atividades consomem muitos recursos. (BOGO et al.,1996, p.7)

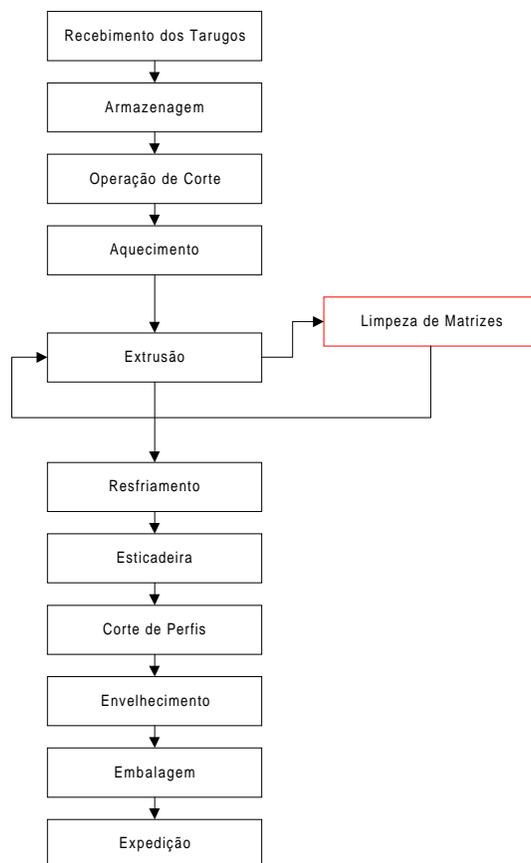


Figura 4 - Mapeamento dos Processos
Fonte: BOGO et al.(1996)

O BPM será aplicado para a quantificação do Impacto ambiental dos resíduos gerados no processos de limpeza. A tabela 2 apresenta os resíduos gerados.

Tabela 2 - Resíduos Gerados no Processo de Limpeza de Matrizes

| RESÍDUO | UNIDADE | QUANTIDADE (MÊS) |
|----------------------------|----------------|------------------|
| Efluente de soda | l | 5300 |
| Água com resido de cianeto | l | 1000 |
| Amônia | m ³ | 97 |
| Pasta Diamantada | Kg | 16 |
| Grafite | Kg | 10 |
| Borra de Cianeto | Kg | 20 |
| Cavaco de Aço | Kg | 2 |
| Vapores de Soda | mg | 7 |
| Esferas de Vidro | Kg | 70 |
| Solução desengraxante | l | 67 |
| Água com desengraxante | l | 200 |
| Água com soda | l | 1000 |
| Resíduo de Al. | ton. | 1 |

Nesta aplicação do gerenciamento de processos não foi feita nenhuma menção sobre o impacto ambiental dos resíduos. Em face a isto, os valores dos FCR foram arbitrados. A tabela 3 mostra os FCR para os resíduos.

Tabela 3 - FCR para os Resíduos

| RESÍDUO | FCR |
|----------------------------|-----|
| Efluente de soda | 2 |
| Água com resido de cianeto | 30 |
| Amônia | 20 |
| Pasta Diamantada | 200 |
| Grafite | 20 |
| Borra de Cianeto | 350 |
| Cavaco de Aço | 10 |
| Vapores de Soda | 300 |
| Esferas de Vidro | 35 |
| Solução desengraxante | 20 |
| Água com desengraxante | 20 |
| Água com soda | 30 |
| Resíduo de Al. | 150 |

A figura 6 apresenta o fluxograma da possível aplicação do BPM nesta situação. Mas como já fora citado, só será analisado o impacto ambiental dos resíduos.

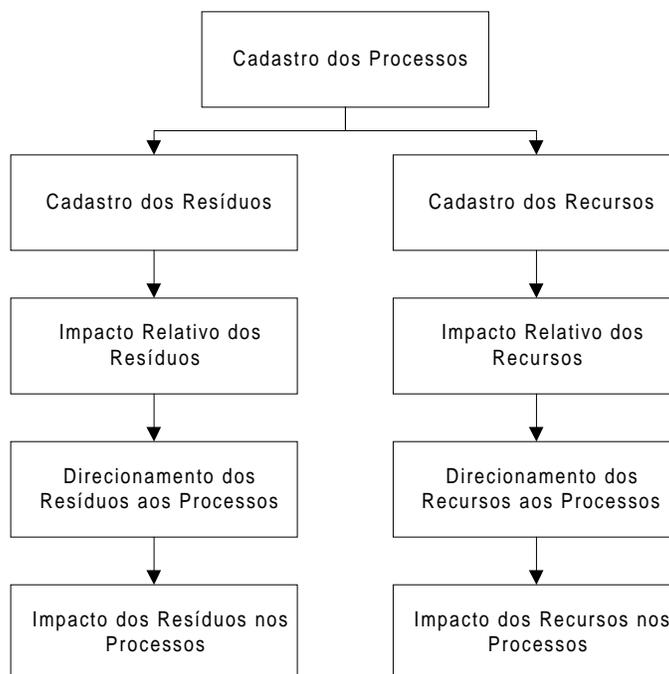


Figura 6 - Fluxograma da Aplicação

A figura 7 apresenta algumas das interfaces de saída do BPM.

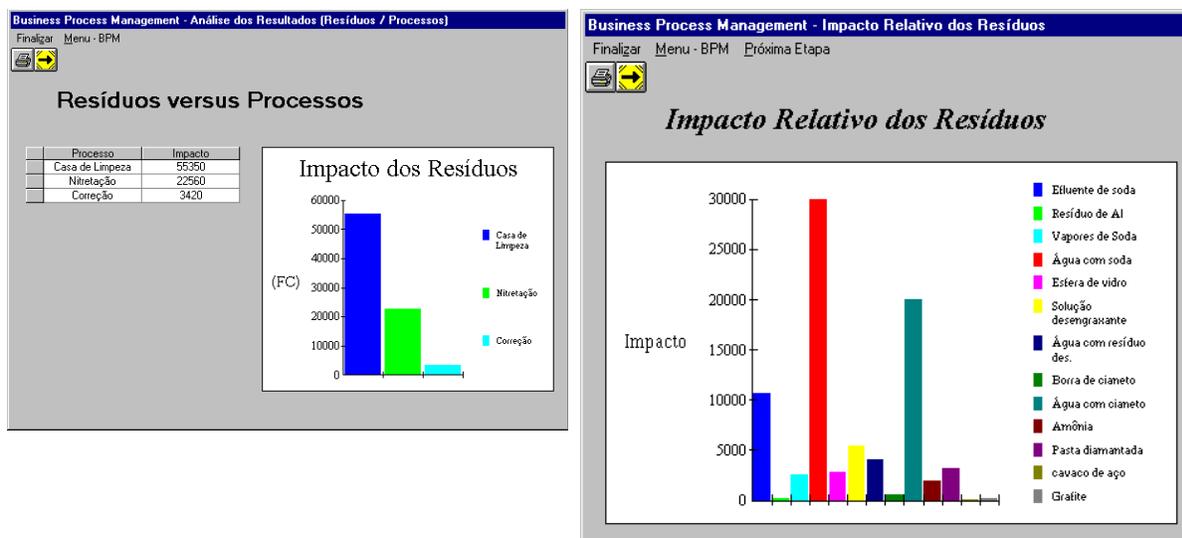


Figura 7 – Interfaces do BPM

5. Considerações Finais

O BPM pode trazer uma série de benefícios para a gestão ambiental dos processos, sobretudo no tocante ao direcionamento dos esforços de melhoria. A maior dificuldade em sua aplicação, com relação aos resíduos, é a quantificação do impacto ambiental dos resíduos.

Quando se analisa, por exemplo, o impacto ambiental do cavaco de alumínio, que é resíduo de um dado processo de usinagem, o impacto ambiental dentro da empresa é pequeno. Porém, se for considerado todo o ciclo de vida do alumínio, desde da extração do minério até a sua redução, com intenso uso de energia, o impacto ambiental já seria considerável. Neste contexto o FCR deveria incorporar os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida do produto. Mas, como já foi citado, o BPM pode fornecer um primeiro indicador do local onde os esforços de melhoria devem ser direcionados.

Outra consideração a ser tecida é o fato de que, embora existam inúmeras ferramentas para análise dos processos em termos de recursos (custos), no campo da quantificação do impacto ambiental o leque de opções é substancialmente menor. Neste sentido o BPM pode ser poderoso aliado, especialmente para análise dos resíduos gerados em processos industriais.

Bibliografia

- BOGO, J, 1996, Gerenciamento de Processos e a Variável Ambiental. Trabalho Acadêmico da Disciplina Gerenciamento de Processos do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- HARRINGTON, James, 1993, Aperfeiçoando Processos Empresariais: Estratégia Revolucionária para o Aperfeiçoamento da Qualidade, da Produtividade e da Competitividade. São Paulo: MAKRON Books.
- JOIA, Luiz Antonio, 1994, Reengenharia e Tecnologia da Informação: O paradigma do Camaleão. São Paulo: Pioneira.
- NERES, Wudson A, 1998, Uma Ferramenta Computacional para Suporte a Aplicação do Gerenciamento de Processos no Direcionamento e Quantificação do Impacto dos Recursos e Resíduos. Dissertação de Mestrado do Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

A TOOL FOR THE ANALYSIS AND QUANTIFICATION OF THE INDUSTRIAL PROCESSES RESIDUES

The growing pressure on the organization to reduce its environmental impacts demands a posture more responsible searching to achieve ways of preventing rather than solving problems after they have occurred. The control of the residues " end of pipe " no longer is an efficient solution, neither the environmental or the economic points of view. Although the monitoring of some exits, or residues, of the industrial plants is essential, the industries should look for mechanisms that avoid, or minimize, the generation of the residues. This article presents a tool for the analysis and quantification of the environmental impact of the residues generated in an industry.. The tool allows the evaluation of the residues' impact to be accomplished in terms of the productive processes, in other words, to identify which processes of the organization are responsible for the largest levels of environmental impact in terms of generated residues. In the article the philosophy used in the construction of the tool will be described, standing out the importance of the use of the methodologies of processes management, base for the analysis of an organization's processes. Later on an application of the tool will be described in a metal industry, emphasizing the potential benefits of its use.

Key words: process, management, residues