



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

VI-085 - REPRESENTAÇÃO DOS SISTEMAS DE GESTÃO AMBIENTAL APLICADO AO SETOR TÊXTIL DE PORTUGAL E DO BRASIL, USANDO LINGUAGEM SISTÊMICA

Manoel Francisco Carreira⁽¹⁾

Engenheiro químico pela Universidade Estadual de Maringá - UEM, mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo - USP - EESC. Doutorando em Engenharia de Produção na área de concentração de Gestão Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC e estágio de doutoramento na Universidade do Minho - Portugal. Prof. assistente do depto. Engenharia Têxtil da UEM - Maringá - PR. Brasil.

Maria Teresa Sousa Pessoa Amorim

Licenciatura em engenharia Química pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e doutoramento em Macromoléculas pela Universidade Claude Bernard - Lyon I - França. Profª. associada com agregação do Departamento de Engenharia Têxtil da Universidade do Minho - Campus de Azurém - Guimarães - Portugal.

Flávio Rubens Lapolli

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Especialização em Engenharia Sanitária pela Universidade de São Paulo - USP, mestre em Engenharia de Produção - Gestão Ambiental pela UFSC/PEPS, doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo - USP - EESC. Doutoramento Sandwich pela Iniversite de Montpellier II - França. Prof. Adjunto do depto. de Engenharia Sanitária da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC - SC - Brasil.

Endereço⁽¹⁾: Rua Nelson Abrão, 1306 A - Zona 05 - Maringá - PR - CEP: 87015-230 - Brasil - Tel: (44) 224-2355



E-MAIL: mfc@brturbo.com ou mfc@crg.uem.br

RESUMO

A compreensão de como funciona um sistema de gestão ambiental aplicado a uma determinada atividade industrial, como por exemplo, o setor têxtil, vai além do entendimento de algumas fórmulas matemáticas ou mesmo regras de conduta pré-estabelecidas. Quando se tem regras muito bem definidas e o comportamento seguindo uma lógica linear a compreensão do que está acontecendo se torna simples, pois a seqüência em geral são passos previamente definidos. Mas quando são envolvidos sentimentos, emoções, percepções e intuições e mesmo coações, os conceitos de linearidade não são suficientes para descrever tais envoltimentos ou relacionamentos, nestas situações é que se precisa da abordagem sistêmica, para que haja compreensão dos fenômenos que se processam.

Uma indústria têxtil em um dado contexto macro-regional (leis ambientais, bacia hidrográfica, densidade populacional, grau de poluição, órgãos ambientais, grau de tratamento e etc), acaba por produzir situações de gestão ambiental que são extremamente dinâmicas. Pode se dizer, que cada lugar, cada processo produtivo, cada gestão (todas), cada período possibilita a geração de sistemas ambientais bem definido e muitas vezes único.

Através da linguagem sistêmica são construídos diagrama de enlace, representando as ações e reações que se sucedem para os pólos têxteis da região do Minho (Portugal) e de Americana (São Paulo - Brasil). A partir destes diagramas de enlace (linguagem sistêmica) é possível traçar um paralelo entre os dois sistemas de gestão ambiental e destacar os pontos positivos e negativos de cada um dos sistemas. Através desta ferramenta de análise de gestão ambiental é possível o desenvolvimento de modelo estruturado para a seleção de sistemas de tratamento de águas residuais para uma determinada atividade industrial, de forma a respeitar as características e prioridades da macro-região em questão.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão ambiental, Setor têxtil, Linguagem sistêmica, Portugal, Brasil.

INTRODUÇÃO

A busca do entendimento de como funciona um macro-sistema de gestão ambiental aplicado a um segmento da atividade industrial de uma dada região, ou mesmo de um determinado país, envolve uma quantidade significativa de elementos dinâmicos e atuantes em relação ao tempo e a sua posição geográfica.

Entre os elementos atuantes neste contexto ambiental (setor têxtil) pode-se citar: as empresas têxteis geradoras de efluentes líquidos, a produção industrial têxtil, a comunidade regional localizada na posição geográfica em questão, os órgãos ambientais (licenciamento, controle e fiscalização), as empresas de projetos de sistemas de tratamento de resíduos (projetistas), os centros e os institutos de pesquisa aplicada, as associações das indústrias, além das organizações não-governamentais de defesa do ambiente.

Todos os elementos citados têm suas ações vinculadas à poluição gerada pelo setor industrial na posição geográfica em questão. É notório que para cada ação se tem uma reação. Assim, não se deve esquecer que as ações e as reações estão vinculadas aos sentimentos, as emoções, as percepções e as intuições de cada elemento gerador dos fatos, além do próprio fenômeno físico em si. Desta forma, dado a dinâmica dos elementos atuantes no sistema, é imprevisível determinar o direcionamento do conjunto das ações e reações que podem ocorrer dentro do sistema ambiental (contexto), tanto se pode conduzir para a redução como para o aumento do grau de poluição. Baseada nesta premissa, se torna importante a análise de cada sistema de gestão ambiental, para que se possam compreender todas as ações e determinar se elas são nocivas ou não as melhorias das condições ambientais do sistema em estudo.

O estudo do caso em questão é a análise da gestão ambiental da atividade industrial têxtil, especificamente para a Região Norte de Portugal (Minho) e a Região de Americana - São Paulo - Brasil. Estas regiões são pólos têxteis já consolidados há muito tempo (anos), nos dois países, o que possibilita considerar que os elementos atuantes nestes sistemas apresentem ações e reações estruturadas. Facilitando, assim, a utilização da linguagem sistêmica para demonstrar o comportamento destes sistemas de gestão ambiental.

OBJETIVO DO TRABALHO

Representar um sistema de gestão ambiental real aplicado à atividade industrial têxtil, utilizando a metodologia de linguagem sistêmica.

TEORIA - LINGUAGEM SISTÊMICA

Para se compreender o pensamento sistêmico deve-se entender antes o que é o pensamento linear, ou seja, a pura lógica de Aristóteles. A abordagem linear é necessária e indispensável para as práticas das ações mecânicas, mas quando são envolvidos sentimentos, emoções, percepções, intuições e mesmo coações, nestas situações os conceitos de linearidade não são suficientes para descrever tais relações de envolvimentos. Existe um exemplo clássico que define muito bem a diferença entre o pensamento linear e o sistêmico, que é o seguinte: A Terra é plana? É evidente que a resposta é sim. Basta olharmos para o chão para não termos a menor dúvida. Mas pelas fotos obtidas dos satélites espaciais e das viagens intercontinentais, fica comprovado que a Terra é redonda. A situação é a seguinte: do ponto de vista do pensamento linear, de causalidade simples e imediata a Terra é plana; em um espectro maior, porém, tem-se que a Terra é redonda e faz parte de um sistema solar. Em resumo, a Terra é ao mesmo tempo plana e redonda (SENGE e STERMANN, 1994).

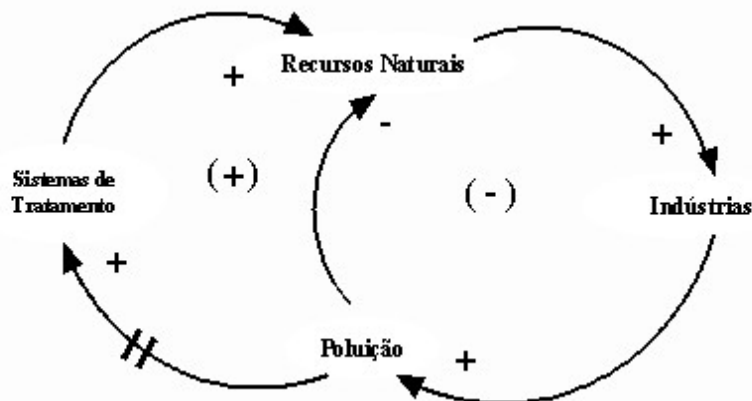
Para SENGE (1990, p.117), a questão fundamental no pensamento sistêmico é a sua abordagem, na qual todos os detalhes são importantes, ou seja:

.....Ações e mudanças na estrutura podem trazer resultados significativos e duradouros. Na maioria das vezes, ela segue os princípios da economia dos meios, aonde os melhores resultados não vêm de medidas em grande escala, mas de pequenas ações bem focalizadas.

Assim, a principal contribuição, neste caso, é entender que o sistema depende do todo, e não de pontos localizados.

Para compreender a metodologia da linguagem sistêmica tem-se um exemplo envolvendo os recursos naturais e a poluição gerada pelas indústrias (FORRESTER, 1989). A figura 01 mostra o exemplo em linguagem sistêmica.

Figura 01 - Diagrama de enlace utilizando linguagem sistêmica.



Fonte: Primária - Adaptação de Goodman (1989, p.5)

O diagrama da figura 01 é constituído dos seguintes elementos:

- Variáveis: elementos ou fatores relevantes do sistema. No exemplo em questão, são a quantidade de "recursos naturais", o número de "indústria" de transformação, taxa de "poluição" e a taxa de construção de "sistemas de tratamento" de resíduos.
- Relacionamento: as linhas com setas indicam o fluxo de controle ou influência de cada variável, uma sobre as outras. A forma de relacionamento é indicada por sinais "+" (positivo) ou "-" (negativo). No primeiro caso, o sinal "+" indica que a variação positiva do elemento gerado causa uma variação também positiva no elemento que recebe o efeito da variação (no exemplo, o aumento do número de indústrias de transformação causa um aumento na taxa de poluição gerada no ambiente). No segundo caso, o sinal "-" indica que uma variação positiva do elemento gerado causa uma variação negativa no elemento que recebe o efeito da variação (no exemplo, o aumento da taxa de "poluição" gera uma diminuição na quantidade dos "recursos naturais" disponíveis).
- Atrasos: o elemento é representado por "||", sinal que indica que o elemento introduzido requer um tempo de espera para que surta os efeitos desejados sobre o sistema. No exemplo, a introdução de "sistemas de tratamento" de resíduo no sistema propicia a redução do grau de poluição e, conseqüentemente, melhora a disponibilidade de "recursos naturais" para o sistema; apenas a recuperação dos "recursos naturais" requer um certo tempo, dadas as condições físicas e biológicas do sistema.
- Enlace ou feedback: é o ciclo de causa-efeito, em que a perturbação em um elemento (variável) causa uma variação nele mesmo como resposta. A polaridade do ciclo pode ser identificada a partir de um elemento qualquer - com variação positiva ou negativa – dentro do ciclo, se o efeito resultante da variação sobre o próprio elemento for no mesmo sentido (positivo com positivo). Neste caso o ciclo é chamado de feedback positivo (+); caso o efeito resultante sobre o próprio elemento seja em sentido inverso, gera um feedback negativo (-). No exemplo da figura 01, o feedback positivo (+) é constituído da seguinte corrente: o aumento do "recursos naturais" gera a possibilidade de um maior número de "indústrias" de transformação, que aumenta a taxa de "poluição" no ambiente; como consequência tem-se o aumento do número de "estações de tratamento", que minimiza os impactos no ambiente, e, em alguns casos, a recuperação dos "recursos naturais", ou seja, aumento destes "recursos". O ciclo descrito apresenta sempre o mesmo sentido, por isso o feedback é positivo (+). Já o feedback negativo (-) é constituído da seguinte corrente: o aumento do "recursos naturais" gera a possibilidade de um maior número de "indústrias" de transformação, que aumentam a taxa de "poluição" no ambiente; como consequência tem-se a diminuição dos "recursos naturais" pela contaminação destes "recursos". O ciclo descrito apresenta o sentido inverso, por isso, o feedback é negativo (-).
- Linha cheia ou tracejada: a cheia representa ações de indução direta, ou seja, de causa e efeitos praticamente que simultâneos. A tracejada representa ações de indução indireta, ou seja, necessariamente pode não haver relações diretas de ação e reação.

Resumindo, os *feedbacks* positivos são denominados de enlaces de reforço, enquanto os *feedbacks* negativos são denominados de enlaces de balanceamento. Além disso, é importante mencionar que a determinação dos efeitos de um

elemento sobre outro é feita de forma a manter constantes todos os demais efeitos sobre o elemento afetado.

Na maioria dos casos, os *feedbacks* positivos (+) (reforço) produzem círculos viciosos, que denominamos de efeito bola de neve. Em geral essas estruturas geram crescimento ou colapsos exponenciais. Já os *feedbacks* negativos (-) (balanceamento) geram os mecanismos de equilíbrio do universo. Geralmente induzem a um equilíbrio natural, ou melhor, um equilíbrio de ação e reação. No exemplo da figura 01, tem-se a situação de nosso planeta, onde atualmente se vivencia o efeito de *feedback* positivo. As indústrias aumentam incessantemente e, por consequência, o grau de poluição é cada vez maior, exigindo mais sistemas de tratamento que recuperem parte dos recursos degradados, o que possibilita a geração de mais indústrias (efeito bola de neve). Mas caso os sistemas de tratamento não sejam implementados, em pouco tempo os recursos naturais estarão esgotados; logo, o número de indústrias tenderá a diminuir, pela falta de recursos naturais (equilíbrio universal), e, teoricamente, se teria a redução do grau de poluição.

Em resumo, o diagrama de enlace causal serve como esboço das hipóteses causais, além de simplificar a representação do modelo proposto. Assim, permite ao usuário uma rápida identificação da estrutura do modelo, sendo extremamente útil nas fases iniciais de estudos de sistemas, pois possibilita uma visão ampla das forças envolvidas no sistema.

METODOLOGIA UTILIZADA

Para atingir o objetivo proposto foi necessária uma abordagem metodológica de pesquisa exploratória e explicativa. Primeiro, é exploratória por envolveu entrevista com atores (pessoas) que tiveram experiências práticas no cenário do estudo de caso; e também é explicativa porque visa a identificar as ações que influenciaram na ocorrência dos fenômenos em estudo. Quanto aos procedimentos técnicos, os enquadramentos são dois: como pesquisa de "levantamentos" e "Ex-Post-Facto". O primeiro decorre de a pesquisa envolver a interpelação de atores cujo comportamento é avaliado; e o segundo deve-se ao fato de o experimento (gestão ambiental) já ter sido executado e implementado antes da pesquisa.

Para terem os elementos necessários para montar a representação da gestão ambiental utilizado à linguagem sistêmica, foram necessárias pesquisas de campo nas regiões do Minho (Portugal) e Americana (São Paulo - Brasil). Nestes cenários foram realizadas entrevistas (inquéritos) nas empresas têxteis (tinturarias), nos órgãos ambientais (licenciador e fiscalizador), centros e institutos de pesquisas aplicado ao tratamento de resíduos têxteis, projetista de sistemas de tratamento de resíduos têxteis e organizações não-governamentais ambientais - ONGs. O foco dos inquéritos era sempre com ênfase na forma que se gerou a poluição e as ações de controle da poluição para a preservação do ambiente.

Os critérios de seleção das fontes de informação em uma pesquisa exploratória e de levantamento não é uma tarefa simples; até porque, como o nome já o diz, é uma questão "exploratória", ou seja, aquilo que está se explorando é, em princípio, desconhecido. Por exemplo, identificar as indústrias têxteis geradoras de resíduos que, de alguma forma, ao longo de sua existência, tenham vivenciado com responsabilidade experiências de controle ambiental que possam contribuir para a formulação de sistema de gestão ambiental não é uma tarefa simples. Não existe um catálogo, um roteiro ou mesmo uma metodologia pronta para a execução desta identificação. Poder-se-ia dizer que foi adotada uma metodologia de seleção subjetiva; ou seja, foram definidas algumas condições de campo e critérios de enquadramento. Caso a indústria têxtil geradora de resíduos atende-se às condições e a um dos enquadramentos, poderá tornar-se um dos elementos da amostra da pesquisa. As condições de campo eram as seguintes;

- O cenário de atuação dos atores deve estar restrito a uma dada região de pólo têxtil;
- O cenário deve ter uma política de preservação ambiental já definida e regida por leis e normas ambientais e,
- A indústria têxtil deve apresentar responsabilidade ambiental.

Satisfeitas as condições de campo, é necessário ainda que a indústria têxtil atende-se a um dos enquadramentos a seguir:

- Apresentar um histórico de controle ambiental de mais de 15 anos;
- Ter participado em algum fato relevante que tenha contribuído ou servido de exemplo para o controle e preservação ambiental no âmbito têxtil;
- Dispor de alguma tecnologia de tratamento de resíduos considerada avançada ou não-convencional;
- Ser uma indústria certificada ambientalmente pela ISO 14000 e suas séries, ou ainda, certificada pela EMAS;
- A indústria ter participado em parceria com instituições de pesquisa em algum projeto de relevância no

- controle de poluição ambiental aplicado aos resíduos têxteis; e,
- Ser considerada uma grande indústria têxtil dentro do cenário em questão.

Da mesma forma, identificar os projetistas ou empresas de projetos de tratamento de efluentes também não é uma tarefa simples. As primeiras referências são obtidas junto às indústrias têxteis previamente selecionadas para a primeira etapa da pesquisa. O que dificulta em parte a identificação dos projetistas é que em muito dos casos a indústria acaba executando o sistema de tratamento com diversos contratados; ou seja, se executa em partes os sistemas, conforme a etapa em desenvolvimento, é contratado um determinado profissional ou empresa de projetos. Em geral, não existem muitos profissionais ou empresas especializadas em projetos de tratamento de efluentes têxteis especificamente, logo os elementos que compõem a amostra não são muitos, ficando entre 3 (três) e 5 (cinco) elementos para cada cenário estudado.

A identificação dos responsáveis pelos órgãos ambientais (controle e fiscalização) é uma tarefa muito mais simples. Através dos órgãos públicos municipais ou de esferas superiores eles são facilmente contatados. Também através das indústrias é possível saber qual o órgão ambiental que tem uma atuação mais marcante ou rígida.

Localizar as ONGs também não é uma tarefa muito difícil. Através de informações das indústrias e dos órgãos ambientais é perfeitamente possível identificar as associações ou organizações de defesa do meio ambiente atuantes no cenário em estudo.

Quanto aos centros de pesquisa envolvida com o segmento têxtil, também é muito fácil deles serem identificados. Comumente são instituições amplamente conhecidas no segmento industrial. Já em relação aos pesquisadores científicos envolvidos com pesquisa na área de tratamento de resíduos têxteis, tem-se certa dificuldade em fazer a sua identificação. Os que desenvolvem trabalhos dentro dos centros de pesquisa são até relativamente fáceis de serem encontrados; o problema é o centro de pesquisas ter área específica de atuação ambiental. Por sua vez, os pesquisadores universitários apresentam duas situações distintas. A primeira refere-se a pesquisadores das universidades brasileiras. Em geral, eles desenvolvem pesquisas ambientais nas diversas áreas industriais, sendo até possível dizer que é raro encontrar um pesquisador universitário dedicado exclusivamente aos problemas ambientais têxteis. Isso ocorre em função de o ensino superior brasileiro na área têxtil ser pouco desenvolvido, ou seja, existem apenas quatro cursos de graduação e nenhum de pós-graduação. A outra situação ocorre nos países com tradição no ensino têxtil (existem os cursos de graduação com as respectivas pós-graduações), nesses países é relativamente fácil o desenvolvimento de pesquisas ambientais, pois é possível encontrar sem muita dificuldade pesquisadores dedicados quase que exclusivamente aos problemas ambientais têxteis. O número de elementos da amostra referente aos centros de pesquisa ou pesquisadores envolvidos com os problemas ambientais têxteis é restrito; em geral estão entre 1 (um) e 2 (dois) elementos por cenário.

RESULTADOS OBTIDOS

Na Região do Minho foram realizados 19 inquéritos (10 empresas têxteis, 2 centros de pesquisas, 2 pesquisadores científicos, 3 projetistas de sistema de tratamento de resíduos têxteis, 1 ONG - ambiental e 1 órgão de controle e fiscalização). Enquanto na Região de Americana foram realizados 13 inquéritos (6 empresas têxteis, 2 projetistas de sistemas de resíduos têxteis, 1 centro de pesquisa, 2 pesquisadores científicos, 1 ONG - ambiental e 1 órgão ambiental (licenciador e fiscalizador)).

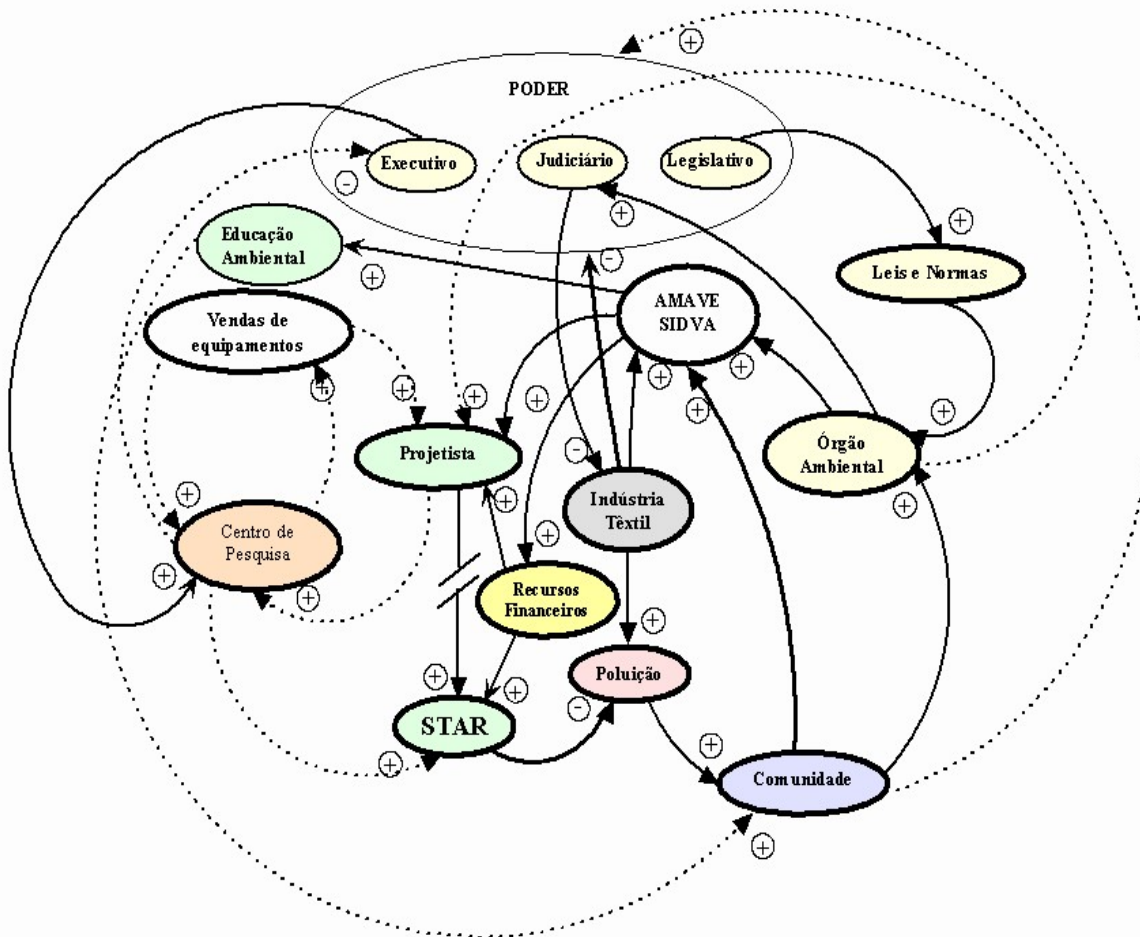
Pólo da Região do Minho - Norte de Portugal

O Minho é uma das regiões mais belas de Portugal, localizada no norte do país, o nome da região está relacionado com o rio Minho. Palavra ibérica derivada do latim *Minium* introduzida na região quando do domínio Árabe-Romano, e que significa um pigmento vermelho brilhante e que quimicamente é um óxido de chumbo (Pb_3O_4) (Ribeiro, 2003). A região possui 599.613 habitantes e 478 unidades industriais. Considerando-se toda a região, a população passa de 700.000 habitantes e as indústrias são mais de 700. A estrutura produtiva é baseada no setor secundário, principalmente a indústria têxtil e de calçados (Amave 2003 e Trateve 2003).

A indústria têxtil teve a sua origem em 1845 (meados do século XIX), na cidade Santo Tirso, com a inauguração da Fábrica do Rio Vizela destinada à industrialização da seda e do algodão. Vocação originária desde os tempos das primeiras povoações da região, a mais de 1.000 anos (séculos VIII e IX) (Adraive 2003).

Através da análise dos inquéritos aplicados foi possível montar o diagrama de força para o pólo têxtil da Região do Minho

Figura 02 - Diagrama de enlace - região do Minho - Portugal - Gestão ambiental Têxtil



ANÁLISE DO DIAGRAMA DE FORÇA DO PÓLO TÊXTIL DO MINHO - PORTUGAL

Indústria têxtil: é a origem do problema em questão, pois os resíduos gerados nestas unidades são as fontes de poluição do ambiente em análise. O crescimento das indústrias gera uma reação de indução direta, pois quanto maior dimensão do complexo industrial maior é o elemento "poluição". O pólo do Minho é de origem centenária, indicando que a grande maioria das indústrias tiveram suas atividades produtivas iniciadas sem a implantação de um sistema de tratamento de águas residuais - STAR. Este cenário começou a se alterar a partir de meados da década de 1990, com a implantação das primeiras STARs nas indústrias com tratamento independente. Em setembro de 1997, a região passou a contar com o SIDVA implantado pela Associação dos Municípios do Vale do Vale - AMAVE e financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional - FEDER. Muitas das STARs implantadas nas indústrias como tratamento independente também foram financiadas pelo FEDER, com grande percentual a fundo perdido.

Poluição: este elemento tem agindo sobre si duas ações de indução direta. A primeira vem das as indústrias têxteis, que é uma ação positiva (+) (aumento), que é os resíduos gerados por elas que provoca a poluição, ou seja, quanto maior for o bloco das indústrias maior será a carga de poluentes gerados. Este fato é indiscutível. A segunda ação é gerada pelos sistemas de tratamento de águas residuárias - STAR, que é uma ação negativa (-), pois quanto melhor for o sistema de tratamento menor será poluição final. A resultante das duas ações anteriores gera uma reação direta que transferida para a comunidade.

Comunidade: recebe apenas uma ação e, é de indução direta. A ação é positiva (+) produzida pelo elemento "poluição", que quanto maior é a carga poluente maior será a reação da comunidade (reclamações e reivindicações). As reações que a comunidade gera são três, duas indução direta e uma indução indireta. As ações diretas são de perfil positivo (+)

sobre os órgãos ambientais, que tem a função de fiscalizar os elementos poluidores e a empresa responsável pelo SIDVA. A comunidade da Região do Minho apesar de ser consciente em relação ao ambiente apresenta pouca capacidade de reação (reclamação e reinvindicação) em relações as questões ambientais. Isso se deve ao histórico de pequenos sucessos. As ONG's, estão incluídas no âmbito da "comunidade". Assim, também recebe uma ação indutiva direta da "poluição". As reações são idênticas, quanto maior a poluição maior os protestos das ONG's. As ações de reações são de forma indutiva indireta em relação aos "órgãos ambientais" e os "poderes" (executivo, judiciário e legislativo) constituídos. A "Quercus" é uma das poucas ONG de defesa ambiental em Portugal, e o seu envolvimento acaba sendo com as grandes questões nacionais e questões como o pólo têxtil do Minho passa a ser um problema menor relevância. Em Braga existe apenas um pequeno núcleo da Quercus, que está mais envolvida com a educação ambiental, como esperança que a solução esteja nas próximas gerações de pessoas (próximas comunidades).

Poderes: executivo, judiciário e legislativo. As reações deste bloco de poder são muito heterogêneas, pois os poderes executivos e legislativos podem ser reenquadrados de quatro ou cinco anos (deputados e presidente respectivamente). Assim, as políticas ambientais traçadas podem ser alteradas em função dos diferentes partidos políticos que assumem a gerência do País. A política ambiental de Portugal está vinculada as directivas ambientais estabelecidas para a Comunidade Européia - CE. Pois, Portugal faz parte da CE desde 1986, assim deve cumprir as legislações impostas para a comunidade, através de transposição das directivas. O Bloco do poder é fortemente influenciado pelas indústrias têxteis, por se tratar de uma atividade de caráter secundário e que engloba uma grande massa de trabalhadores e divisas monetárias em termos de exportação. As organizações empresariais utilizam estes dois fatores econômicos de forte poder de persuasão para pressionar principalmente os poderes executivo e legislativo nas conquistas de privilégios para o setor. Para os industriais é responsabilidade do executivo dotar a região de infra-estrutura necessária para o tratamento dos resíduos, através de grandes STARS ou viabilizar fontes de financiamento para a construção dos STARS. O legislativo em geral, é pressionado a criar leis que de alguma forma possam amenizar as atuais exigências ambientais com relação à indústria têxtil, como por exemplo a Portaria 427/97, que estabelece parâmetros de DBO₅, DQO e cor superiores aos definidos pela Lei Geral 236/98, que são mais restritivos que os da portaria.

Este conjunto de elementos recebe a influência da ação de quatro elementos externos, sendo dois de forma indireta e dois de forma direta. As ações indiretas são exercidas pela "comunidade" e os "centros de pesquisa" A comunidade pressiona os poderes constituídos para resolverem os problemas de poluição. Em geral, ela também considera que o executivo seja o elemento responsável pela eliminação da poluição. Esta pressão em Portugal é muito tímida, a população considera que não adianta reclamar muito com o governo (executivo). Mas é evidente, que quanto mais a comunidade reclamar e reinvindicar mais força os poderes constituintes terão para resistir às pressões em contrário a preservação do ambiente. Quanto aos Centros de Pesquisas, estes agem principalmente sobre o poder executivo com objetivo de obter mais recursos financeiros e quanto maior for Centro de Pesquisa menos a tendência do poder executivo em investir recursos financeiros em pesquisa, considera que os centros devam conseguir os recursos junto aos fundos da CE. Lembrando que essas duas ações são da forma de indução indireta, ou seja, podem ser detectadas pelos poderes ou não. Já as outras duas fontes de indução são do tipo direta e realmente produzem respostas conforme o previsto sistemicamente. O poder judiciário recebe as ações (denúncias de crime ambiental) e age restritamente no âmbito da legislação ambiental. Mas fica evidente que quanto mais solicitado, mais agirá em defesa do ambiente, esta situação é apenas uma questão de causa e efeito. A última pressão que os poderes recebem, e neste caso os três elementos são pressionado indistintamente, é das indústrias têxteis. Quanto maior a indústria ou o grupo de indústrias que pressiona os poderes, o resultado é evidente, os poderes (executivo, judiciário e legislativo) tende a ceder de alguma forma aos interesses dos grupos empresariais, fazendo com que a defesa do ambiente seja atingida (-).

Órgãos ambientais: recebe ação de indução direta da "comunidade". A reação é de caráter positivo (+), ou seja, quanto maior é pressão da "comunidade" mais forte se torna a ação dos órgãos ambientais (agentes de fiscalização) em relação aos elementos geradores de poluição. Em Portugal a fiscalização ambiental é exercida por diversos órgãos com diferentes subordinações, entre elas têm-se: as Juntas de Freguesia, as Câmaras Municipais, o Ministério do Ambiente, a Direcção Regional do Ambiente, a Inspeção Geral do Ambiente, e alguns outros órgãos. Apesar de muitos responsáveis existe pouca fiscalização na Região do Minho. O que facilita a fiscalização em termos de deslocamento é o sistema de gestão ambiental de tratamento em conjunto, pois cerca de 70% das indústrias têxteis estão ligadas ao SIDVA, que são apenas 3 estações de tratamento

SIDVA: conjunto de três unidades de tratamento de águas residuais com capacidade de 70.000m³/dia e alimentados por 130km de interceptores, atendendo principalmente a parte central do rio Ave. A responsabilidade do sistema é da AMAVE, que transferiu a responsabilidade de operação a Tratave S/A. O SIDVA representa para todos o elemento central da despoluição da região, assim recebe ações de indução direta da "comunidade", dos "órgãos ambientais", também recebe ação direta das indústrias têxteis que por sua vez faz o pagamento do tratamento e são cobradas pelos seus clientes quanto à imagem de indústria amiga do ambiente. A reação do SIDVA é buscar obter a maior eficiência possível do sistema e teoricamente pressionar os projetista para melhoria do sistema. O sistema foi projetado no início da década de 1990 e começou a ser operado no final de 1997. O projeto e a construção foi concebidos em regime de

licitações e após a entrega da obra a empresa fornecedora do projeto não deixou qualquer vínculo de responsabilidade pela eficiência do sistema. Após a implantação o sistema passou a ser gerenciado em regime de concessão pela Tratave - empresa de tratamento das águas residuais do Vale do Ave. A qual não possui autonomia para alterar a concepção do STAR.

Projetistas: no caso do SIDVA as unidades foram projetadas e construídas pelo consórcio Setal-Degrèmont. O projeto dos STARs do SIDVA contou com as melhores tecnologias disponíveis na época de sua concepção (1990). Atualmente o sistema já comportaria um *upgrade* em função das novas tecnologias disponíveis e forma mais eficiente de operação do sistema. Como mencionado anteriormente, o sistema está "engessado" em função da forma de gerência implementada para o SIDVA. Está é uma das deficiências do sistema.

STARs: o sistema de tratamento é reflexo da capacidade técnica dos seus projetistas em conjunto com a disponibilidade de recursos financeiros para a implementação do mesmo. Quanto maior estes dois elementos anteriormente citados, melhor será o STAR projetado. A reação conseqüente desta implementação é menos poluição no ambiente. Deve se salientar que neste ponto existirá sempre um tempo de implementação (atraso). Atualmente (2003) está previsto para início em 2004 um "tempo de ampliação do sistema", de forma a atingir toda a bacia hidrográfica do rio Ave. As três unidades de tratamento em questão (SIDVA) são similares. A concepção é de tratamento em conjunto de efluentes industriais e urbanos. O sistema apresenta um processo de separação de sólidos grosseiros através de tamisadores. Na seqüência um tanque de homogeneização e equalização com correção de pH por gás carbono líquido (CO₂). O tratamento biológico é lodos ativados convencional (tanque de aeração e decantador secundário), a introdução de oxigênio é por meio de aeradores superficiais fixo de baixa rotação. No tratamento terciário o objetivo principal é a remoção dos corantes do efluente até atingir os parâmetros de lançamento exigidos pela legislação que é a diluição de 1:20. O terciário é constituído por um sistema de flotação com dispositivos lamelares. Também faz parte do sistema um filtro de carvão, mas atualmente (2003) encontra-se desativado. O excesso de lodo biológico (decantador secundário) é misturado com o lodo químico e desidratado em filtros de bandas (correias). Parte do lodo é estabilizado com carbonato de cálcio (cal) e disposto em aterros controlados da empresa. O restante é usado em ensaios agrônômicos de espécies não comestíveis pelo seres humanos. O sistema atende as exigência de legais de lançamento de seus resíduos.

Pólo da Região de Americana - São Paulo - Brasil

A cidade de Americana está localizada na Região Leste do Estado de São Paulo, a 124Km da capital. A cidade foi fruto da colonização de norte-americanos provenientes da cidade vizinha de Santa Bárbara D'Oeste, que estabeleceram na região o cultivo do algodão em pluma. Também colonizada por italianos e alemães. Foi fundada em 27 de agosto de 1875, é deste ano também a inauguração da primeira fábrica de tecidos, chamada Carioba (em tupi-guarani significa "pano branco"), era a segunda maior indústria têxtil do Brasil, essa empresa é considerada o berço da industrialização da cidade de Americana (Garcia, 1996). A partir da década de 1930, a cidade passou a ser conhecida como a Capital do Rayon e um dos mais importantes pólos têxteis do país (PMA, 2002). Hoje (2003), o pólo possui cerca de 725 tecelagens, 05 fiações, sendo 03 de fibras artificiais e sintéticas, e 02 de fibras naturais (algodão), além de 50 indústrias de acabamento de tecidos (tinturarias e estamparias). Esse complexo industrial empregava efetivamente no início de 2001 cerca de 17.124 colaboradores (Andrade *et. al.*, 2001). Em 2001 foram produzidos em média 155 milhões de metros lineares tecido por mês. Assim, a região é responsável por 85% da produção nacional de tecidos planos de fibras artificiais e sintéticas, por essa razão, é considerada o "maior pólo têxtil de tecidos planos de fibras artificiais e sintéticas da América Latina" (Sinditec, 2002)

Figura 03 - Diagrama de enlace - região de Americana - Brasil - Gestão ambiental Têxtil

Órgão ambiental: no pólo de Americana a fiscalização ambiental é exercida principalmente pela Cetesb - órgão responsável pelo gerenciamento do Estado de São Paulo. A Cetesb tem atuado em programas de minimização de poluentes (P²) em parceria com as indústrias têxteis interessadas. É objetivo da CETESB que em um futuro próximo a fiscalização seja realizada por órgão ambiental do município, mas ainda não é o caso de Americana. A fiscalização é rigorosa, quanto realizada. A estrutura do órgão é insuficiente para atender todo o Estado, assim o número de agentes de fiscalização são muito reduzidos, o que faz com que muitas indústrias não sejam fiscalizadas. Em geral, as grandes empresas têxteis recebem a visita dos agentes de fiscalização, pelo princípio de que são as que podem causar maior danos ao ambiente. Mas a grande parte das ações fiscalizadoras deste órgão é realizada em função de denúncias feitas pela comunidade.

Projetistas: em função do grande número de STAR na região (uma para cada indústria) também existem diversos projetistas atuando na região. Apesar de que, nos casos dos grandes STARs, em geral os projetos são da empresa Neotex - Soluções Ambientais com 33 anos no mercado, estima-se que 90% das grandes STARs destinadas às indústrias têxteis da região tenha sido projetada pela Neotex (desde 2001 é uma empresa do grupo White Martins Ltda). Em geral os demais projetistas que atuam nesta região também adotam as mesmas concepções usadas pela Neotex. Em relação a esta empresa está sempre envolvida com pesquisas de novos métodos e processos com objetivos de reduzir os impactos ambientais e ao mesmo tempo trazer retorno financeiros para os seus clientes, como por exemplo o programa de redução de biosólidos através de adição de ácido fólico ao efluente.

STARs: dependem do perfil do projetista e do montante financeiro a se investir no sistema. Nas STARs implementadas pelas indústrias (tratamento independente) o fator investimento é extremamente importante, pois ele pode limitar a melhor solução ambiental. Em geral o comprometimento das empresas é com o lucro, ficando o ambiente em um segundo plano, de tal forma que os STARs são concebidos apenas para atender a legislação ambiental. Na região da cidade de Americana foram implementadas diversas STAR com excelente padrão de qualidade para o efluente final. Exemplo são as STARs da Santista Têxtil e Canatiba Têxtil, empresas que fizeram parte da amostra pesquisada. Comumente os sistemas são constituídos de primário para remoção dos sólidos grosseiros, na sequência o tratamento biológico. O parâmetro cor ainda não está sendo questão prioritária nos projetos destas STARs. Quanto ao lodo gerado pelo sistema este deve ser disposto em aterro industrial. O uso agrícola do lodo biológico mesmo em culturas não integrantes da cadeia alimentar do homem estão suspensas pela Cetesb, até que se tenham pareceres confiáveis que comprovem a não contaminação dos solos pelo lodo.

COMPARAÇÃO ENTRE OS DOIS SISTEMAS DE GESTÃO AMBIENTAL

Para uma comparação sucinta entre os dois sistemas gestão ambiental (Americana e Minho) tem-se quadro 01 a seguir:

Quadro 1: Comparativo dos sistemas de gestão ambiental - Minho - PT e Americana - BR.

Fatores	Pólo têxtil do Minho - Portugal	Pólo têxtil de Americana - Brasil
Poderes constituídos	Recebe pressão das associações de empresárias no âmbito do executivo e do legislativo.	Existe alguma pressão em nível estadual, mas o maior é em nível municipal. Em geral não se traduzem em benefícios concretos para os poluidores.
Capacidade produtiva	Estima-se que o pólo represente mais de 85% da capacidade produtiva de Portugal.	É o maior pólo têxtil de tecidos plano da América do Sul.
Grau de poluição baseado na presença de corantes.	Apesar da grande melhoria conseguida com a implantação do SIDVA, a região continua fortemente impactada (poluída).	A região é servida por uma grande quantidade de rios, o impacto ambiental passa a ser distribuído e forma a não impressionar visualmente pelo excesso de corantes têxteis.

Parâmetros de despejos	DBO₅ = 40mg/l DQO = 150mg/l Cor = Ausência de cor em diluição 1:20 <u>Empresas têxteis fora da abrangência do SIDVA</u> DBO₅ = 100 mg/l DQO = 250 mg/l Cor = Ausência de cor em diluição 1:40	DBO₅ = 60mg/l DQO = 150mg/l Cor = Raramente impõe limites de cor, quando ocorre é negociado o limite com a geradora dos efluentes.
Comunidade	Consciente - mas pouco participativa das reivindicações por melhorias ambientais.	A maioria da população é alheia aos problemas ambientais.
Sistemas de tratamento	Primário (remoção de sólidos - homogeneização - neutralização), Secundário (tratamento biológico) e Terciário (remoção de corantes - lodos)	Primário (remoção de sólidos - homogeneização - neutralização), Secundário (tratamento biológico). A maioria dos sistemas não contempla a remoção dos corantes dos efluentes.
Disposição do lodo	Uso agrícola não comestível e aterros controlados	Trata-se em geral de lodo biológico, mas mesmo assim é obrigatória a disposição em aterros industriais.
Fiscalização ambiental	Deficiente - falta de estrutura de fiscalização	Deficiente - falta de estrutura de fiscalização.
Ação da fiscalização	São facilitadas em função STARs estarem concentradas em poucas unidades.	É dificultado em função dos STARs estarem dispersos (um por ponto de geração de resíduos - indústria)
Projetistas	Os grandes STARs são reservados as empresas de porte internacional e para os pequenos sistemas são pouco os projetistas.	Existe uma boa quantidade de projetistas, mas em geral para as unidade de maior porte em geral é mesma de projetos que acaba executando o projeto (empresa com 30 anos de experiência em efluentes têxteis).
Investimento estatal	Altos investimentos em STARs e redes de interceptores.	Não existe investimento estatal no tratamento dos resíduos industriais da região.
Investimento privado	Baixo investimento. Apenas um sistema de pré-tratamento (homogeneização e neutralização)	Para as indústrias têxteis o investimento é significativo em função de sua capacidade financeira.
Custo do tratamento	O SIDVA em média cobra € 0,36 por m ³ tratado, equivalente a R\$ 1,30 por m ³ tratado. Nas estações menores (indústrias com tratamento independente) os valores são inferiores, mas em geral é desconsiderada a depreciação da unidade.	O custo operacional é muito variável em função principalmente das opções de neutralização, oxigenação dos tanques de aeração e a desidratação do lodo
Perspectivas	Estão previstos para curto prazo grandes investimentos na ampliação do sistema, tanto nos STAR como na rede de interceptores.	O órgão ambiental Estadual desenvolve projeto de redução de resíduos em parceria com as em empresas têxteis. Os órgãos ambientais em nível municipal devem começar atuar em parceria com a CETESB no âmbito de pequenos licenciamentos e na área de fiscalização. Com essas ações se espera redução dos impactos causados pelas indústrias têxteis.

ANÁLISE GLOBAL DOS DOIS SISTEMAS

O que fica evidente na análise global entre os dois sistemas é a dependência que cada um tem do elemento "poder público". Isso se caracteriza em função da política de desenvolvimento e crescimento aplicada ao cenário em análise. E é isso que fica evidente nesta análise, a política ambiental deve estar em consonância com a política de desenvolvimento sustentável traçado pelo núcleo do "poder" constituído.

A gestão ambiental na Região do Minho - PT é totalmente dependente do elemento de "poder", pois este chama para si a responsabilidade de gerar as soluções para o impacto ambiental criados pelo setor industrial (têxtil), quando disponibiliza recursos financeiros para implementações de sistemas de tratamento de forma global (SIDVA) ou mesmo individualizado, como as estações independentes (tratamento próprio), ou mesmo quando constitui empresas com participação estatal para a concepção, execução e operação de sistema de redução de poluentes em determinadas regiões de interesse. Esta linha de gestão apresenta algumas vantagens e desvantagens, conforme relacionadas abaixo:

Vantagens:

- Para os sistemas implementados totalmente, todos (empresas) têm o mesmo custo de tratamento de resíduos (igualdade de tratamento);
- Geralmente os recursos financeiros disponíveis permitem a adoção das melhores tecnologias de tratamento dos resíduos;
- A concentração do tratamento em poucos pontos facilita a tarefa de fiscalização;
- O próprio gerador do resíduo é torna-se um agente de fiscalização, exigindo que o tratamento seja eficiente, pois faz o pagamento que se destina ao objetivo do serviço de despoluição,
- Facilitar a fiscalização em função da diminuição de pontos de descarga de poluentes.

Desvantagens:

- Quando a implementação do sistema não é total surgem distorções quanto a equitatividade de todas as empresas em seus custos de tratamento de resíduos, gerando concorrências injustas entre as indústrias;
- Dado a grandeza do sistema dificilmente é implementado em uma única etapa;
- Os despejos passam a estar concentrado em poucos pontos, dificultando o sistema de absorção de carga pelo corpo receptor;
- A imagem do "poder" pública pode ser comprometida em caso de deficiência no tratamento implementado;
- Dependência do setor (atividade) aos investimentos do poder público em ambiente,
- O vínculo entre o investidor, operador e fiscalizador do sistema (poder público).

Quanto à gestão ambiental da Região de Americana - SP - BR, é totalmente independente do sistema de "poder", pois é responsabilidade das indústrias disponibilizar as soluções para o impacto ambiental gerados por elas. Neste tipo de gestão têm-se as seguintes vantagens e desvantagens:

Vantagens:

- Todas as indústrias são obrigadas a fazer o tratamento de seus resíduos, não havendo justificativas para o não procedimento desta ação;
- Havendo maior números de pontos de despejos as cargas poluentes remanescentes são mais bem distribuídas ao longo do corpo receptor;
- Não há vínculo entre o investidor e o operador do sistema de tratamento com o agente de fiscalizador (poder público),
- O respeito às questões ambientais tornar-se um fator de competitividade entre as indústrias.

Desvantagens:

- Em geral os sistemas é desenvolvido com as tecnologias de menor custo, priorizado apenas o cumprimento da legislação ambiental;
- Dependência da capacidade de investimento das indústrias para implementação do STAR;
- O sistema com muitos pontos de despejos de cargas dificultam o processo de fiscalização;
- Ausência de tratamento dos resíduos proporciona lucros ao gerador de resíduos (infrator).

CONCLUSÕES

Os dois sistemas apresentam algumas diferenças marcantes; no sistema de gestão do Minho a maioria dos efluentes é tratada em estações integradas (despejos têxteis e esgoto sanitário) o que exclui a responsabilidade do tratamento dos seus resíduos pelas empresas geradoras. A gestão de Americana é basicamente centrada em sistemas de tratamento independentes (na própria indústria) o que aumenta sensivelmente a responsabilidade das indústrias perante a comunidade. No caso de Americana o sistema de fiscalização torna-se muito complexo em função do grande número

de pontos de despejos têxteis, o contrário da Região do Minho em que os pontos estão concentrados nas estações do SIDVA.

Os diagramas de enlace construídos com base na linguagem sistêmica possibilitam uma melhor compreensão das relações existentes entre os diferentes elementos (atores) que formam o cenário principal de um sistema de gestão ambiental. É possível perceber pequenos detalhes que diferenciam um sistema do outro. Desta forma, a análise entre diferentes sistemas podem ser melhorada quando do uso da linguagem sistêmica.

Em relação aos sistemas analisados percebe-se que cada um deles apresenta vantagens e desvantagens e para chegar se a um resultado conclusivo a respeito da melhor viabilidade de cada um é necessária a produção de diagnóstico a respeito do estado do ambiente em função do tempo de emprego de cada sistema de gestão. Além de que, cada um dos sistemas ainda pode ser melhorado em função das análises de seus pontos positivos e negativos.

A representação dos sistemas gestão ambiental através da linguagem sistêmica demonstra ser de grande potencial para se chegar a uma melhor análise do sistema como um todo. Este tipo de representação possibilita uma visão global e detalhada do mesmo, o que faz com que os diagnósticos possam ser mais bem elaborados e desta forma as ações de correção do sistema possa ser objetivamente direcionada aos pontos deficientes. Além de ser uma ferramenta importante na construção de modelos ambientais que tenha como foco principal um dos elementos dinâmicos presentes no sistema em estudo. Com certeza a modelagem de qualquer sistema de gestão ambiental a partir de representações sistêmicas tem maior probabilidade de êxito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADRAVE - Agência de Desenvolvimento Regional Vale do Ave. Disponível em: www.adrave.pt, acesso 20/08/2003
2. AMAVE - Associação dos Município do Vale do Vale - Disponível em: www.amave.pt, acesso em 20/08/2003
3. FORRESTER, J. W. "The beginning of system dynamics" Disponível em: <http://sysdyn.mit.edu/sd-intro/home.html> Acesso em: 07/09/2002 - Published 1989.
4. GOODMAN, M. R. Study notes in system dynamics? 2 ed. New York - USA: Wright - Allen Press, 1989. 388 p.
5. SENGE, P. M. A quinta disciplina - Arte, teoria e prática da organização de aprendizagem? 1ª ed. São Paulo - SP: Best Seller, 1990. 352 p.
6. SENGE, P. M; STERMAN, J. D. "Systems thinking and organizational learning? Productivity Press", Portland - USA, p. 195-216, 1994.
7. SINDITEC - Sindicato das Indústrias de Tecelagens de Americana, Nova Odessa, Santa Bárbara e Sumaré. Resumo da atividade têxtil no pólo de Americana. Disponível em: www.sinditec.com.br/ Acesso em: 13/08/2002.
8. RIBEIRO, C. L. "Terras e Gentes de Portugal". Disponível em: www.carlosleiteribeiro.portalcen.org, acesso em 28/08/2003.
9. TRATAVE - Tratamento de Águas Residuais do Ave S/A. - site www.tratave.pt, acesso em 28/08/2003.