

## **Análise do impacto da alteração do layout sobre os custos de produção: apresentação de um estudo de caso.**

Recebimento dos originais: 02/10/2008  
Aceitação para publicação: 23/01/2009

**Renata Paes de Barros Câmara**  
Doutora em Engenharia Mecânica pela USP  
Instituição: Universidade Federal da Paraíba  
Endereço: Campus Universitário I. Jardim Cidade Universitária.  
João Pessoa-PB. CEP: 58.059-900.  
E-mail: [rpbcamara@gmail.com](mailto:rpbcamara@gmail.com)

### **Resumo**

Este artigo teve o objetivo de investigar o impacto da implantação de um arranjo físico de produção sobre os custos no âmbito do setor de curtume através de um estudo de caso. Para a realização dessa pesquisa foi investigado o Centro Tecnológico do Couro e do Calçado Albano Franco. Foram utilizados dados referentes ao faturamento, aos custos de agra, energia elétrica, sódio, sal e cal. Os dados referentes às variáveis se restringiram ao período entre junho de 2003 e maio de 2007. Para atingir o objetivo proposto, foi utilizado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney U. Todos os procedimentos foram realizados através do auxílio do aplicativo estatístico STATISTICA for Windows. Os resultados apontaram evidências empíricas da influência da alteração do layout sobre a eficiência do processo produtivo demonstrando a redução de custos

Palavras-chave: Gestão de custos, Custos ambientais, Contabilidade ambiental

### **1. Introdução**

A relação entre desenvolvimento e meio ambiente é considerada como um ponto central na compreensão dos problemas ecológicos. E o conceito de desenvolvimento sustentável trata especificamente de uma nova maneira de a sociedade se relacionar com seu ambiente, de forma a garantir a sua própria continuidade e a de seu meio externo. (MIRATA, 2004)

Conforme coloca Medeiros (2003), as definições de conceitos de desenvolvimento sustentável e sua conseqüente difusão no mundo globalizado, que abordam tanto a preservação ambiental quanto o desenvolvimento socioeconômico, gerou uma nova percepção das organizações que atreladas às restrições legais começam a elaborar novas estratégias organizacionais. Desta forma surge um novo cenário onde a preocupação com o meio ambiente vem alterando profundamente o estilo de administrar.

Como exemplifica Kiernan (1995, p. 172), “[...] alguns líderes ainda estão ignorando as mudanças, mas elas nada mais são do que o início de uma reestruturação industrial profunda e global.”

Os regulamentos ambientais estão cada vez mais rígidos, em toda parte do mundo, e os custos para reparos de acidentes ambientais alcançam milhões de dólares. A Acesso ao capital, aos clientes, fornecedores e empregados comprometidos, estará cada vez mais relacionado ao desempenho e à eficiência ambiental das empresas. Assim, torna-se necessário o surgimento de novas estratégias corporativas que estabeleçam, como premissa, a importância de se considerar uma eficiente gestão ambiental como vantagem competitiva. (SILVA; QUELHAS, 2006)

De acordo com Boog (1991), mitos, crenças e paradigmas obsoletos custam muito às empresas. Eles afastam clientes, geram desperdícios e custos adicionais. Tudo o que uma organização competitiva não pode desejar.

Junto às estratégias de desenvolvimento das organizações, as mesmas estão incorporando a concepção de sustentabilidade no sentido de redefinir suas responsabilidades em relação ao meio ambiente e a sociedade (WILKINSON; HILL; GOLLAN, 2001).

A preocupação com o processo produtivo, bem como os seus custos, visando procedimentos para tratamento de poluentes no final do processo (fim de tubo) não agregam nenhum valor ao negócio e, portanto, tem sido associada a manufaturas pouco eficientes. (ROTHENBERG, 2001; KING; LENOX, 2001).

A partir da década de 90, técnicas tradicionais de produção vêm sendo substituídas por procedimentos de prevenção da poluição através da utilização eficiente dos recursos. Começam a surgir em seqüência ao conceito de desenvolvimento sustentável, conceitos como projeto para o ambiente (*eco-design*), eco-eficiência, produção mais limpa (P+L) como interfaces para possibilitar a integração entre desempenho econômico e ambiental. (DIAZ; e PIRES, 2005). Esse cenário tem levado muitas empresas a adotar formalmente estratégias e programas ambientais. (BHUSHAN; MACKENZIE, apud BIEKER et al., 2006).

De acordo com Reis e Queiroz (2002), a Norma ISSO 14004 divide as atividades de controle operacional nas seguintes categorias:

- Atividades de prevenção e conservação de recursos, modificações de processos e gestão de recursos, propriedade de novos produtos e embalagens;
- Atividades de gestão diária de conformidade com os registros internos e externos da organização para garantir sua eficiência e eficácia;

- Atividades de gestão estratégica destinadas a antecipar e atender novos requisitos ambientais.

Neste contexto, os registros contábeis suprem dados primários relevantes sobre o desempenho operacional e financeiro das organizações.

A contabilidade ambiental é como um conjunto de informações que relatem adequadamente, em termos econômicos, as ações de uma entidade que modifiquem seu patrimônio (FERREIRA, 2003). A contabilidade ambiental como sendo a atividade de identificação de dados e registro de eventos ambientais, processando a geração de informações que subsidiem o usuário servindo como parâmetro em suas tomadas de decisões (Paiva, 2003).

De acordo com Tinoco e Kraemer (2004), que a contabilidade ambiental tem fornecido contribuições sobre informações contábeis em três perspectivas distintas, que são:

- A definição de custos, despesas operacionais e passivos ambientais;
- As formas de mensuração do passivo ambiental;
- O uso intensivo de notas explicativas e divulgação de relatórios ambientais.

Nesta mesma perspectiva, Moura (2002) considera que a inserção de práticas gerenciais voltadas para o aprimoramento do desempenho ambiental das empresas como fator estratégico, pode contribuir para a redução dos custos.

Arranjos físicos são essencialmente dinâmicos. A alteração de qualquer um dos elementos componentes do processo pode tornar inadequado o arranjo físico existente. Muther (1978) considera que alterações em um arranjo físico podem gerar alguns possíveis desdobramentos distintos, que são:

- Corte de pessoal;
- Paradas de equipamentos;
- Diminuição de movimentação de materiais;
- Otimização da utilização de insumos.

O objetivo deste artigo é investigar o impacto da implantação de um arranjo físico de produção sobre os custos no âmbito de Centro Tecnológico do Couro e do Calçado Albano Franco.

## **2. Gestão de Custos Ambientais**

Assim como um produto ou serviço qualquer tem sua estrutura de custos fundamentado em seu próprio fim, ou seja, produtos ou serviços custam algo ou alguma coisa, sempre de caráter tangível quantificadas por modelos de gestão que variam de empresa, de país ou de cultura, que sempre procuram o que é real segundo seus conceitos para que haja justificativas para a sociedade, refletidas através dos preços de vendas, dos percentuais de lucros, etc. a degradação ambiental também terá que ser mensurada.

A questão da degradação ambiental sempre foi tratada como algo imaterial, porém, segundo Sá (2000), o fato de um agregado do capital não possuir forma tangível não autoriza a afirmar que se torna viável aferir-lhe o valor simplesmente porque está eivado de insegurança. Que exista um receio de incerteza quanto ao futuro, é natural admiti-lo, mas tal fato alcança a qualquer um dos elementos de um capital, quer corpóreo, quer incorpóreo, sendo, todavia, factível tecnologicamente encontrar critérios que assegurem confiabilidade as evidências imateriais.

A origem da formação do custo poderá centrar-se nos insumos utilizados (materiais e intangíveis) para o fim a que se destinam os produtos ou serviços (de primeira necessidade ou supérfluos). Quantificar então, passa a ser uma tarefa fácil, pois se sabe o que, como e por que quantificar. No caso dos custos incorridos na degradação ambiental, o processo não é tão simples, podendo surgir diversas indagações, tais como:

- O que devemos quantificar?
- Como deverá ser feita essa quantificação?
- Por que deveremos quantificar?

A essas três indagações, poderemos acrescentar mais uma de caráter polêmico: quem paga a conta é quem degrada?

De uma forma racional e prática, esses questionamentos são rapidamente equacionados pelos gestores de negócios, sejam estatais ou de caráter privado. No entanto, a discussão não pode ser tomada apenas como uma simples equação matemática. Muito mais que isso, tem-se que analisar seu aspecto social.

Assim, essas indagações carecem de alguns conceitos que começam a tomar lugar de destaque no cenário dos negócios e, que de certa forma, passam a ser mais um fator de exigência para a criação e renovação estrutural das empresas. Este modelo fundamenta-se em seis fatores, a saber:

- a) Valoração dos bens ambientais;
- b) Desenvolvimento sustentável;

- c) Custos da qualidade ambiental e seus agentes;
- d) Responsabilidade social;
- e) Variáveis referentes aos custos ambientais; f) Benefícios.

Moura (2000) considera que, para a valoração dos bens ambientais, há uma tendência a uma maior realização de discussões e ao desenvolvimento de técnicas que possam avaliar, de forma confiável, o preço desses bens naturais, como é o caso da água, com valores que serão estabelecidos pelos comitês de bacias hidrográficas, em função de sua escassez na bacia.

Alguns autores classificam o valor dos bens ambientais em três categorias, a saber: Valor de uso - O valor de uso pode ser considerado sob dois aspectos: direto (quando são consumidos da maneira com apresentados na natureza) e indiretos (quando são utilizados, mas sem serem efetivamente consumidos). Valor de opção - Trata-se da preservação do bem ambiental para uso no futuro. Valor de existência - Valor percebido, porém de difícil mensuração.

Outro fator a ser considerado no equacionamento de um modelo de gestão de custos ambientais é a identificação de seus agentes no processo. O custo da qualidade ambiental pode ser considerado como a somatória da ação de seus agentes principais que são: o governo, os consumidores e as empresas.

O governo através da elaboração de leis e penalidades que regulamentam a atividade das empresas. Os consumidores através de boicotes a produtos e serviços que não respeitam o meio ambiente, assim como o papel das ONGS como formadores de opinião quanto às questões ambientais.

As empresas, por meio da adoção de normas, podem se preparar melhor para promover seu desempenho ambiental, podendo para isso adotar os Princípios da carta Internacional para o Desenvolvimento Sustentável ou as ferramentas da eco-eficiência, por exemplo.

Por outro lado, as empresas são entendidas como sistemas abertos, isto torna óbvio que os processos produtivos possuem relações intrínsecas entre si. Assim, toda produção de bens ou serviços de uma empresa afetará outras empresas ou pessoas envolvidas. Embora esses efeitos sejam de difícil avaliação em termos de quantificação, podem-se identificar as origens de seus custos e atribuí-lo de forma correta ao seu gerador.

Diante desta situação, a solução sugerida é que tais custos sejam internalizados (identificados e imputados no projeto). Essa internalização refere-se às ações que a empresa pode tomar no sentido de reduzir, a níveis aceitáveis, as externalidades. (Moura, 2000).

Com relação à internalização dos custos ambientais, um dos mais importantes documentos resultantes da Rio-92 foi a “Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento”, que estabelece em seu Princípio 16, onde foi estabelecido que as autoridades locais devem promover a internalização de custos ambientais e o uso de instrumentos econômicos, levando em consideração que o poluidor deve arcar com os custos da poluição (Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e e Desenvolvimento – Rio de Janeiro, 1992).

A maneira pela qual podemos mensurar os benefícios de um determinado projeto ou equipamento referente a uma melhoria ambiental é através da estimativa dos prejuízos incorridos caso o projeto não fosse realizado.

Apesar das estimativas serem relativamente frágeis, elas resultam em valores numéricos que permitem uma comparação com os valores dos custos, trazendo assim, a possibilidade da avaliação da viabilidade do investimento pretendido na melhoria ambiental.

Tradicionalmente, a ação do complexo organizacional sempre foi entendida como a integração dos objetivos da empresa e dos clientes, numa relação onde o custo-benefício deve ter mão dupla de ação, ou seja, os interesses dos atores devem ser considerados.

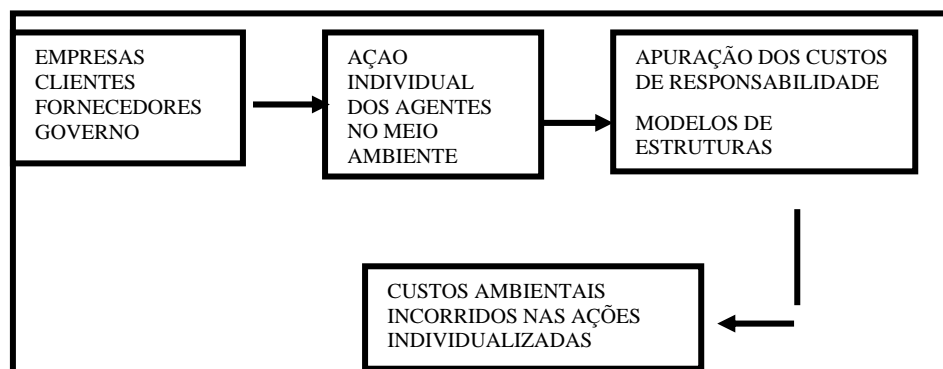
Segundo a visão tradicional de relações com o mercado, o que importa são os agentes, os fatores e o resultado de um sistema da satisfação de necessidades considerando tão somente os fatores tangíveis na definição dos objetivos organizacionais relacionados com o desenvolvimento de bens e serviços.

A análise deve ser aprofundada; há que se considerar que cada ator (empresa, cliente, fornecedores e governo) está inserido num contexto de espaço-tempo, portanto, coexistindo e interagindo com o mesmo. Desta forma, sob o ponto de vista ecológico, o sucesso organizacional e a satisfação da sociedade de consumo estarão, em suas ações, utilizando os bens materiais e imateriais da natureza.

A partir dos conceitos dos seis fatores (valor dos bens ambientais, desenvolvimento sustentável, custo da qualidade ambiental e seus agentes responsabilidade social, externalidades e internalidades dos custos ambientais e benefícios), algumas estratégias de gestão de custos ambientais podem ser formuladas através da consideração dos seguintes fatores:

- A existência de parâmetros para quantificar o valor dos bens ambientais;
- O conhecimento da essência do que é desenvolvimento sustentável;
- O custo da qualidade ambiental pode ser analisado pela ação de seus agentes;
- A responsabilidade social pode ser equacionada entre o Estado e as empresas privadas;
- O entendimento da externalização e internalização dos custos possibilita desdobramentos sobre bens e serviços;
- Os custos, por não se fazerem prejuízos ambientais, podem ser quantificados.

Cada um desses fatores será tratado como um sistema individual no processo da estrutura da gestão dos custos ambientais. Desta forma, as estratégias do gerenciamento do sistema fixa seu foco nas ações individuais de cada um dos agentes, considerando-o como parte integrante que é, dos movimentos da natureza ambiental e do espaço-tempo em que vive, cujas responsabilidades sobre as alterações recairão sobre si.



**Figura 1 - Gestão individualizada de custos ambientais**

A princípio, o modelo de gestão pode ser definido como uma somatória de ações individualizadas na obtenção de satisfação pessoal por meio de um produto ou serviço.

### 3. Procedimentos metodológicos

#### 3.1. Escopo da pesquisa

Fez-se necessária a identificação de um lugar real que continha um processo produtivo com um layout que pudesse ser referência para uma análise crítica tendo como parâmetro a

eco-eficiência enquanto ferramenta produtiva que aumenta a eficiência ambiental e, conseqüentemente, reduza seus custos.

Conforme definido por Yin (2001, p.32) o estudo de caso é uma investigação empírica em que se “investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”. O método do estudo de caso, na prática, visa pesquisar eventos da vida real que não possam ser desvinculados de seu contexto mais amplo.

O cenário real para o desenvolvimento do estudo de caso foi resultado de escolha intencional da empresa, a partir dos seguintes critérios:

- I. Empresa localizada no Estado da Paraíba, para facilitar a visita e a aplicação do estudo, como também, por limitações de tempo e recursos.
- II. Empresa cuja atividade é tipicamente a curtição da pele animal.
- III. Possibilidade de acesso à empresa e às informações necessárias, sendo esse um dos fatores limitantes do uso do estudo de caso.

O escopo proposto para esta pesquisa retratou o processo produtivo do curtume do Centro Tecnológico do Couro e do Calçado Albano Franco, com ênfase no levantamento do arranjo físico e na obtenção dos dados mensurados com relação aos insumos utilizados no processo, efluentes gerados e sensíveis ao meio ambiente, bem como a produtividade obtida no período de junho de 2003 a maio de 2005, perfazendo 24 meses corridos.

No período posterior à alteração do layout tradicional para o layout eco-eficiente, novamente foram considerados por 24 meses (de junho de 2005 a maio de 2007). Os resultados da mensuração dos insumos utilizados no processo, efluentes gerados e sensíveis ao meio ambiente e a produtividade, permitindo desta forma a análise da efetiva evolução para a eco-eficiência quando da utilização do layout eco-eficiente como ferramenta na busca do desenvolvimento sustentável.

### **3.2. Variáveis e dados**

Diante do objetivo proposto nesta pesquisa foram investigadas as seguintes variáveis:

Variável explicativa  $\Rightarrow$  Arranjo físico como ferramenta de Eco-eficiência

Variáveis dependentes  $\Rightarrow$  Elementos de custo e escala de operações relacionados à adequação do arranjo físico como ferramenta de eco-eficiência.

O procedimento de coleta de dados desta pesquisa utilizou observação “in loco” do processo produtivo com anotações dos valores envolvidos no processo, entrevistas realizadas in loco com os funcionários participantes do processo produtivo e estudo de relatórios da administração.

Os dados referentes aos insumos e ao volume de produção referem-se ao período de junho de 2003 até maio de 2005 e foram adquiridos através do acompanhamento do processo produtivo do curtume dentro do layout tradicional e do levantamento de dados contidos em documentos do CTCC.

Para possibilitar as estimativas inerentes à participação relativa dos insumos investigados sobre o faturamento, foram coletados os dados referentes aos seguintes elementos de custo:

- Água;
- Energia elétrica;
- Cromo;
- Sulfeto de sódio;
- Cal.

Também foram considerados os dados referentes ao faturamento para possibilitar o cálculo da participação relativa de cada um dos insumos, bem como a participação relativa de sua totalidade.

### **3.3. Procedimentos de análise**

Para testar a significância estatística das diferenças encontradas entre os valores das diversas variáveis referentes aos insumos e aos resíduos gerados pelo processo produtivo do curtume investigado considerando o Arranjo Físico original e o Arranjo Físico modificado, bem como às circunstâncias metodológicas acerca do objetivo desta pesquisa, foi utilizado um teste não-paramétrico para a realização desta tarefa.

Sobre os estatísticos testes não-paramétricos, Bisquerra, Sarriera e Martinez (2004) consideram que a estatística não-paramétrica é definida como o conjunto de provas que se aplicam sem necessidade de fazer qualquer tipo de suposições sobre as distribuições ou origem das variáveis que estão sendo estudadas.

Levin (1987) destaca que os testes estatísticos não paramétricos são dotados de atributos operacionais que não exigem os pressupostos inerentes à normalidade de

distribuição ou nível intervalar de mensuração para as variáveis investigadas. Nesta mesma perspectiva, Stevenson (1986) corrobora que os testes não-paramétricos são recomendados quando as hipóteses exigidas por outras técnicas não são satisfeitas, ou quando não é possível verificar estas hipóteses devido ao pequeno tamanho das amostras.

Nesta pesquisa, foi utilizado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney U. Para Levin (1987), o teste não-paramétrico de Mann-Whitney U é utilizado para avaliar se duas amostras podem ser consideradas como sendo provenientes da mesma população, ressaltando ainda que, na medida em que o tamanho das amostras se aproxima de 30, a distribuição de U tende rapidamente à normalidade.

Stevenson (1986) considera que o teste não-paramétrico de Mann-Whitney U pode ser utilizado para testar se duas amostras provêm de populações que possuem médias iguais.

Os procedimentos estatísticos inerentes à execução do teste não-paramétrico de Mann-Whitney U foram realizados através do auxílio do aplicativo estatístico *STATISTICA for Windows*.

#### **4. Informações sobre o Centro Tecnológico do Couro e do Calçado Albano Franco**

O Centro Tecnológico do Couro e do Calçado Albano Franco, em Campina Grande no Estado da Paraíba, dá suporte ao pólo Coureiro-Calçadista do Nordeste. Com uma área construída de 8.000m<sup>2</sup> é o primeiro centro de excelência implantado pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) na Paraíba ([www.bnb.pb.br/CTCC](http://www.bnb.pb.br/CTCC)).

A política de fortalecimento do Pólo Coureiro-Calçadista envolve a consolidação de outros setores da indústria e da agropecuária, desde a exploração da matéria-prima (bovino-ovino-caprino-cultura), passando pelo beneficiamento (curtumes) até chegar ao produto final. Esse segmento se afirma como forte indutor do desenvolvimento do Estado da Paraíba e tem mostrado grande capacidade de atrair novos empreendimentos, tanto de pequenos empresários como de grandes grupos.

Atualmente com 400 empresas instaladas, a produção anual do setor é de 14 milhões de pares de calçados e 67 milhões de sandálias sintéticas, gerando 8 mil empregos diretos. É importante ressaltar a perfeita articulação que existe entre as indústrias desse segmento e o Centro Tecnológico do Couro e do Calçado Albano Franco, de Campina Grande, considerado um centro de excelência e precursor de tecnologia.

Nessa área, o CTCC conta plantas industriais (couro, calçados e vestuário) e com os laboratórios, para o desenvolvimento experimental de processos produtivos e produtos onde serão realizados ensaios em produtos químicos e efluentes, pesquisas aplicadas aos níveis de qualidade e modernização das competências na produção; assim como a estudo de insumos apropriados.

## 5. Resultados

A primeira etapa da análise do comportamento dos elementos formadores dos custos do Centro Tecnológico do Couro e do Calçado Albano Franco considerando os principais insumos utilizados em seu processo produtivo a partir de uma investigação concebida a partir da identificação do impacto das alterações realizadas no layout de produção.

Inicialmente, foram calculadas as estatísticas descritivas das diversas variáveis investigadas referentes ao período anterior à alteração do layout. Os resultados dessa análise são apresentados na tabela 1.

**Tabela 1 - Estatística descritiva das variáveis investigadas referentes ao período de utilização do Layout original**

| Variável                | Tamanho da amostra | Média     | Mínimo   | Máximo    | Desvio-padrão |
|-------------------------|--------------------|-----------|----------|-----------|---------------|
| <b>Faturamento</b>      | 24                 | 154297,57 | 65772,00 | 173388,60 | 23297,93      |
| <b>Água</b>             | 24                 | 0,21      | 0,14     | 0,33      | 0,05          |
| <b>Energia elétrica</b> | 24                 | 0,10      | 0,10     | 0,10      | 0,00          |
| <b>Cromo</b>            | 24                 | 0,05      | 0,04     | 0,06      | 0,01          |
| <b>Sulfeto de Sódio</b> | 24                 | 0,03      | 0,03     | 0,04      | 0,00          |
| <b>Cal</b>              | 24                 | 0,01      | 0,01     | 0,01      | 0,00          |
| <b>Soma</b>             | 24                 | 0,40      | 0,33     | 0,52      | 0,05          |

Fonte: Dados calculados.

Pode observar que os diversos elementos investigados estão discriminados em relação às principais métricas descritivas, nas quais se percebe que há um considerável grau de variabilidade dos valores mínimos e máximos encontrados em relação às suas respectivas médias. Estes resultados são corroborados pelos valores obtidos para seus respectivos desvios.

O mesmo procedimento estatístico foi adotado para foram calculadas as estatísticas descritivas das diversas variáveis investigadas referentes ao período anterior à alteração do

layout referentes ao curtume investigado. Os resultados dessa análise são apresentados na tabela 2.

**Tabela y - Estatística descritiva das variáveis investigadas referentes ao período de utilização do Layout modificado**

| Variável         | Tamanho da amostra | Média     | Mínimo   | Máximo    | Desvio-padrão |
|------------------|--------------------|-----------|----------|-----------|---------------|
| Faturamento      | 24                 | 148149,37 | 71745,44 | 172882,92 | 21276,86      |
| Água             | 24                 | 0,13      | 0,10     | 0,16      | 0,02          |
| Energia elétrica | 24                 | 0,10      | 0,10     | 0,10      | 0,00          |
| Cromo            | 24                 | 0,04      | 0,03     | 0,04      | 0,00          |
| Sulfeto de Sódio | 24                 | 0,02      | 0,02     | 0,03      | 0,00          |
| Cal              | 24                 | 0,01      | 0,00     | 0,01      | 0,00          |
| Soma             | 24                 | 0,31      | 0,28     | 0,34      | 0,02          |

Fonte: Dados calculados.

Através dos valores encontrados, pode-se observar que, dentro os diversos insumos de produção investigados, suas métricas descritivas apresentam um menor grau de variabilidade dos valores mínimos e máximos encontrados em comparação ao período anterior à alteração do Layout.

A partir dos valores calculados para cada uma das variáveis investigadas referentes ao período anterior e posterior à alteração do Layout de produção do curtume investigado, foi utilizado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney U para avaliar se as diferenças de intensidade encontradas podem ser consideradas como estatisticamente significativas. Os resultados obtidos estão dispostos na tabela 3.

**Tabela 3 - Resultado da aplicação do Teste de Mann-Whitney-U sobre as diferenças entre as variáveis investigadas considerando o layout original e o layout modificado.**

| Variável         | Rank Sum | Rank Sum | U        | Z        | p        | Z        | p        |
|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Faturamento      | 663,0000 | 513,0000 | 213,0000 | 1,546474 | 0,121991 | 1,546474 | 0,121991 |
| Água*            | 862,0000 | 314,0000 | 14,0000  | 5,649785 | 0,000000 | 5,649785 | 0,000000 |
| Energia elétrica | 588,0000 | 588,0000 | 288,0000 | 0,000000 | 1,000000 |          |          |

|                          |          |          |         |          |          |          |          |
|--------------------------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Cromo*</b>            | 864,0000 | 312,0000 | 12,0000 | 5,691024 | 0,000000 | 5,691024 | 0,000000 |
| <b>Sulfeto de sódio*</b> | 798,0000 | 378,0000 | 78,0000 | 4,330127 | 0,000015 | 4,330127 | 0,000015 |
| <b>Cal*</b>              | 849,0000 | 327,0000 | 27,0000 | 5,381729 | 0,000000 | 5,381875 | 0,000000 |
| <b>Soma*</b>             | 870,0000 | 306,0000 | 6,0000  | 5,814742 | 0,000000 | 5,836802 | 0,000000 |

Fonte: Dados calculados.

Nota 1: (\*) valores significativos para  $p=0,01$ .

Foi observado que, excetuando as diferenças entre o faturamento e a energia elétrica, todos os valores referentes à participação relativa dos custos oriundos do consumo de água, de cromo, de sulfeto de sódio e de cal, bem como da participação relativa total de todos os insumos investigados mostraram-se menores em comparação aos valores médios referentes ao período anterior. Os resultados obtidos também apontam que eles podem ser considerados como sendo estatisticamente significativos.

Este resultado indica que a alteração do layout de produção melhorou o desempenho do processo produtivo do curtume investigado, uma vez que, mantidos os níveis de produção e de consumo de energia elétrica, todos os demais elementos de custo tiveram seus valores reduzidos de maneira significativa.

## 6. Conclusões

O estudo desenvolvido neste trabalho possibilitou a verificação de que o estudo do projeto de arranjo físico, que já anteriormente foi considerado de grande importância para o bom andamento do processo produtivo, sob o enfoque dos princípios da eco-eficiência, bem como da redução de custos de produção. Sua efetiva utilização pode-se, como ficou caracterizado no estudo de caso, gerar resultados muito relevantes quanto aos fatores que impactam o meio ambiente, bem como quanto aos insumos utilizados no processo produtivo e quanto aos resultados financeiros.

Dentre outras possibilidades conclui-se que o arranjo físico projetado com a consideração dos princípios de eco-eficiência é uma ferramenta que deverá fazer parte do planejamento estratégico das empresas a partir de agora, para que possuam desenvolvimento a longo prazo.

Por outro lado, se percebe que a busca para minimizar os impactos ambientais não deve se prender somente à implementação de inovações tecnológicas, mas também diminuir o

ritmo de exploração de recursos e produção, bem como reduzir os custos operacionais. Há necessidade de incorporar, desde a elaboração de novos projetos do desenvolvimento de produtos, variáveis ligadas ao meio ambiente e à qualidade de vida da população, sem desconsiderar sua eficiência econômica. No caso dos curtumes, essa mesma visão deve ser compartilhada. Devido ao processo produtivo ser simples o foco para à melhora da performance ambiental e financeira do curtume fica centrada na utilização de suas matérias primas.

Sobre a água (seu principal insumo e o elemento de custo que possui a participação relativa mais elevada em relação ao faturamento de um curtume), as indústrias representam uma demanda significativa no consumo de água potável. Seu processo produtivo engloba várias etapas sendo que na maioria delas se utiliza a água como solvente.

Os resultados obtidos neste estudo de caso demonstraram uma significativa redução da participação relativa da água em relação ao faturamento após a implantação do novo layout. Merece ser destacado que, excetuando energia elétrica, todos os demais elementos de custo considerados tiveram reduções significativas. A redução de custos obtida com a redução do consumo de água representa em média 8% do faturamento do curtume investigado. A redução média obtida pelos demais elementos de custo investigados não chega a 3%.

Desta forma, verifica-se que água é um insumo importante na operação dos curtumes e, dependendo do processo produtivo utilizado, a redução de seu consumo pode gerar ganhos financeiros significativos.

## **7. Referências Bibliográficas**

AQUIM, P.M.; GUTERRES, M. S. E TESSARO, I. Indústria do Couro – relação pele, produtos químicos, e água nos processos de ribeira e curtimento. XV Congresso Brasileiro de Engenharia Química. *Anais*. Curitiba, 2004.

AQUIM, P.M.; GUTERRES, M. S. E TESSARO, I. Análise de efluentes gerados nos processos de ribeira e curtimento da indústria do couro. XV Congresso Brasileiro de Engenharia Química. *Anais*. Curitiba, 2004.

BIEKER, U. *Ambient Intelligence Technology for Systematic Innovation in Manufacturing SMEs*. In: Am I Workshop on Collaborative Working Environments in Manufacturing: Challenges and Opportunities for EU Industry. Brussels, 2006.

BOOG, G. G. *O desafio da competência: como enfrentar as dificuldades do presente e preparar sua empresa para o futuro*. São Paulo. Editora Best Seller, 1991.

CALUWE, N. *Ecotools Manual: a comprehensive review of design for environmental tools*. United Kingdom: Manchester Metropolitan University, Design for the environment research group, 1997.

DIAZ, C. A. P.;PIRES, S. R. I. Produção mais limpa: Integrando meio ambiente e produtividade. *RACRE Revista de administração CREUPI*, Espírito Santo de Pinhal- SP. V.5, n.9, jan/dez 2005.

DONAIRE, Denis. *Gestão Ambiental da Empresa*. Editora Atlas. S. Paulo. 1999.

DUARTE, M. D. *Caracterização da rotulagem ambiental de produtos*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. SC 1997.

ELKINGTON, J. et al. *The green business guide*. London : Gollancz, 1991

FERREIRA, Aracéli Cristina de Souza. *Contabilidade ambiental*. São Paulo: Atlas; 2003.

FORAY, D. & GRÜBLER, A. *Technology and the environment: an overview*. Technological forecasting and social change, v. 53, n.1, September 1996.

GILBERT, M. J. *ISO 14001/BS7750: sistema de gerenciamento ambiental*. São Paulo. IMAM, 1995.

GOMES, F. L. *Enfoque sistêmico da agroecologia na sustentabilidade de sistemas de produção agrícola*. Monografia Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras Minas Gerais 2005

GUIMARÃES, R. P. *Desenvolvimento Sustentável: da retórica à formulação de políticas públicas*. In BECKER, B. K.; MIRANDA, M. (orgs.). *A Geografia Política do Desenvolvimento Sustentável* - Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1997.

HUANG, G. Q. *Design for X: concurrent engineering imperatives*. London: Chapman & Hail, 1996. p. 01-17.

KIERNAN, M. J. *11 mandamentos da administração do século XXI*. São Paulo. Makron Books, 1995.

LAYRARGUES, P. P. *Sistemas de Gerenciamento Ambiental, tecnologia limpa e consumidor verde: a delicada relação empresa-meio ambiente no ecocapitalismo*. ERA Revista de Administração de Empresas Volume 40, nº2 p 80-88 Abril/junho 2000.

LEAL, M. E. De la Rosa; *Las ciencias administrativas y la sustentabilidad*. In: I Foro Nacional sobre la Incorporación de la Perspectiva Ambiental em la Formacion Técnica y Profesional. San Luize Postosi México. 2003. p. 01-10.

LEVIN, J. *Estatística aplicada a ciências humanas*. 2 ed. São Paulo. Editora Harbra, 1987.

MEADOWS, D. H., MEADOWS D. I., RANDERS, J., BEHRENS III, W.W. *The limits to growth*. Washington D.C.: Potomac Associates, 1972. 207 p.

MEDEIROS, M. A. A.; NOGUEIRA, J. M.; ARRUDA, F. S. T. Valoração Econômica do meio Ambiente: Ciência ou empirismo? Brasília: *Cadernos de Ciência e Tecnologia*. V. 17, n. 2. p. 81-115, Mai/Ago. 2000.

MEYER, M. M. *Gestão ambiental no setor mineral: um estudo de caso*. Dissertação (mestrado) Programa de Pós Graduação em Engenharia da Produção Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – SC. 2000.

MIRATA, M. EMTAIRAH, T. *Industrial symbiosis networks and the contribution to environmental innovation: The case of the Landskrona industrial symbiosis programme*. Journal of Cleaner Production 13 (2005) 993e1002 International Institute for Industrial Environmental Economics at Lund University, PO Box 196, Tegne´rsplatsen 4, 221 00 Lund, Sweden Accepted 21 December 2004

MOURA, Luiz Antônio Abdalla de. *Qualidade e gestão ambiental*. 3ed. São Paulo: Juarez de Oliveira: 2002.

\_\_\_\_\_ *Economia ambiental: gestão de custos e investimentos*. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2000.

\_\_\_\_\_ *Qualidade e gestão ambiental: sugestões para implantação das normas ISO 14.000 nas empresas*. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2000.

MUNASINGHE, M. & MCNEELY, J. *Keys concepts and terminology of sustainable development*. Washington. D.C. The United Nations University & The World Bank. 1995

MUTHER, R. *Planejamento do Layout: Sistema SLP*. Supervisão Itiro Iida. Tradução Elizabeth de Moura Vieira, Jorge Aiub Hijjar e Miguel de Simoni. São Paulo, Edgard Blücher. 1978.

PAIVA, Paulo Roberto de. *Contabilidade ambiental*. São Paulo: Atlas; 2003

PORTER, M.E. VAN DER LINDE, C. Toward a New Conception of the Environmental-Competitiveness Relationship. *Journal of Economic Perspectives*. Vol. 9.n. 4, p. 97-118. 1995.

PRAHALAD, C. K. *Os desafios do novo milênio*. Exame, São Paulo, p. 126-132, 14 de junho de 2000.

PRATES, G. A. *Ecodesign utilizando QFD, métodos Taguchi e DFE*. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

PRONK, J. *Sustainable Development: from concept to action*. The Hague Report. New York: United Nations Development Programme. 1992.

REBELO, S. *Gestão ambiental participativa: a lacuna entre a proposta e a implementação*. Dissertação (mestrado) Programa de Pós Graduação em Geografia Universidade Federal de Santa Catarina. SC 1998.

REIS, Luis Felipe Sanches de Sousa Dias; QUEIROZ, Sandra Mara Pereira de. *Gestão ambiental em pequenas e médias empresas*. Rio de Janeiro: Qualitymark; 2002.

RIBEIRO, M. S. *Custeio das atividades de natureza ambiental*. 1998. Tese (Doutorado em Ciências Contábeis) – Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

ROTHERBERG, S.; PIL, F. K; MAXWELL, J. Lean, green, and the quest for superior environmental performance. *Production and Operations Management*. V.10, n. 3, p. 228-244, 2001.

SÁ, A. L. Ativo intangível e potencialidades dos capitais. *Revista Brasileira de Contabilidade*, nº 125, pag. 48, Set/out. 2000.

SALING, P.; KISCHERER, A.; DITRICCH-KRAMER, B.; WITTINGLER, R; ZOMBIK, W.; SCHIMIDT, I.; SCROTT, W. E SCHIMIDT, S. – *Eco-efficiency analysis by BASF: the method*. In: Life Ciclee management. 2002. p. 01-16.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Portal SEBRAE/RS – Consultoria – *Ecodesign/Conceito*. Rio Grande do Sul, 2004. Disponível em : [http://www.2.sebrae-rs.com.br/consultoria/ecodesign\\_conceito/default.asp](http://www.2.sebrae-rs.com.br/consultoria/ecodesign_conceito/default.asp). Acesso em 03/03/2004.

SENAC. *SENAC e Educação Ambiental*. n. 5, p. 30-3, 1996.

SILVA, L. S. A. QUELHAS, O. L. G. O impacto da sustentabilidade no custo de financiamento das empresas. XIII SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção. *Anais*. Bauru. 2006

SOUSA, A.; PEROBA, L. E.; OLIVEIRA, R. C. Meio ambiente e competitividade: Análise dos sistemas produtivos. *Meio Ambiente Industrial*, ed. 47, n.46, ano VIII, p. 96-101, jan/fev, 2004.

STEVENSON, W. J. *Estatística aplicada a administração*. São Paulo. Harbra; 1986

STREIT, K. F.; XAVIER, J. L. N.; GONDRAN, E.; RODRIGUES, A. A. S. ; BERNARDES, A.M.; FERREIRA, J. Z. Reciclagem de água de processos de curtimento. XVII Encontro Nacional da ABQ TIC. *Anais*. Gramado. 2005.

SWEATMAN, A.; SIMON, M. *Design for environment tools and product innovation*. In: 3<sup>rd</sup> International Seminar o Life Cycle Engineering, “Eco-Performance`96, ETH Zurich, Switzerland, 1996.

TINOCO, João Eduardo Prudência; KRAEMER, Maria Elisabeth Pereira. *Contabilidade e gestão ambiental*. São Paulo: Atlas; 2004.

US-EPA, Office of Pollution Prevention and Toxics, Pollution Prevention Division. *The use of life cycle assessment in environmental labeling programs*. Elaborado por Julie Wintes Lynch. Washington, D.C.; setembro. 1993.

VALLE, C. E. *Qualidade Ambiental: como se preparar para as normas ISSO 14000*. São Paulo: Pioneira; 1995.

VIEIRA, F. G. D. ARRUDA, R. S. V. SILVA, W. R. Organizações, Cultura E Natureza: Um Estudo Sobre Os Perigos E Riscos Ambientais Do Uso De Automóveis No Mercado Brasileiro - *Revista Eletrônica de Gestão Organizacional* (Disponível em [www.gestaoorg.dcs.ufpe.br](http://www.gestaoorg.dcs.ufpe.br)). Vol.1; n. 2. Julho/Dezembro. 2003.

VILLAR, A. M.; NOBREGA JUNIOR, C.L. *Planejamento das instalações industriais*. João Pessoa: Editora Manufatura; 2004.

VILLIERS, M. DE. *Água – Como o uso deste precioso recurso natural poderá acarretar a mais séria crise do século XXI*. Rio de Janeiro: Ediouro; 2002.

WCED- World Commission on Environment and Development. *Our common future*. Oxford: Oxford University Press; 1987.

WILKINSON, A.; HILL, M.; GOLLAN, P. The sustainability debate. *International Journal of Operations & Production Management*. V.21, n. 12, p. 1492-1500, 2001.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. *Building the business case for sustainable development*. Sustain issue, n.17, oct. 2001. disponível em <http://www.wbcsd.com>. Acesso em 30 de julho de 2003.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e método*. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZBONTAR, L. e GLAVIC, P. *Total site: wastewater minimization. Wastewater reuse and regeneration reuse*. Resources, Conservation and Recycling, volume 3, p. 261-275, 2000.