

## **Inovação e sustentabilidade estratégica nas organizações: química verde, ecotecnologia e ecoeficiência aplicadas à Cadeia Produtiva de Couro, Calçados e Artefatos**

*Innovation and strategic sustainability in organizations: green chemistry, ecotechnology and eco-efficiency applied to the Productive Chain of Leather, Footwear and Artifacts*

*Innovación y sostenibilidad estratégica en las organizaciones: química verde, ecotecnología y ecoeficiencia aplicadas a la cadena productiva de cuero, calzado y artefactos*

### **Samuel Carvalho De Benedicto**

Professor Titular e Pesquisador do Centro de Economia e Administração da Pontifícia Universidade Católica de Campinas - PUC-Campinas, Brasil.  
samuel.benedicto@puccampinas.edu.br

### **Élide Pallos De Benedicto**

Mestre em Administração pela Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Brasil  
mrosario@gmail.com

### **Luiz Henrique Vieira da Silva**

Mestrando em Sustentabilidade e bolsista Capes Modalidade I, Pontifícia Universidade Católica de Campinas - PUC-Campinas, Brasil  
luiz.hvs@puccampinas.edu.br

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar como a adoção de uma tecnologia gerada a partir dos conceitos de química verde, ecotecnologia e ecoeficiência pode contribuir para a consolidação da prática da sustentabilidade estratégica nas organizações. Realizou-se, então, um estudo de caso na Universidade Federal de Lavras, onde foi desenvolvida uma ecotecnologia para a extração de cromo e colágeno do couro, possibilitando uma solução ambientalmente correta para a Cadeia Produtiva Couro-Calçadista. A pesquisa concluiu que a nova ecotecnologia está associada aos conceitos de química verde e ecoeficiência, podendo contribuir de forma mais efetiva para as práticas da sustentabilidade estratégica. A nova ecotecnologia assume dois importantes aspectos ligados à sustentabilidade estratégica: (i) redução de consumo de água, energia elétrica e materiais em seus processos produtivos, e; (ii) adequação dos negócios da empresa à Política Nacional de Resíduos Sólidos, por meio da diminuição do consumo de insumos e matérias-primas, tratamento adequado dos resíduos e criação de projetos de reciclagem e reaproveitamento de materiais. Ao adotar estas práticas, a organização gerará um impacto positivo sobre o meio ambiente e obterá uma significativa diminuição de custos em suas atividades operacionais. Portanto, a adoção da sustentabilidade estratégica é uma maneira de contribuir para a perenidade dos negócios e para a construção de uma sociedade sustentável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade estratégica, Química verde, Ecotecnologia, Ecoeficiência, Produção Mais Limpa.

## SUMMARY

*The objective of this paper was to study how the adoption of a technology generated from the concepts of green chemistry, ecotechnology and ecoefficiency can contribute to the consolidation of the practice of strategic sustainability in organizations. A case study was carried out at the Federal University of Lavras, where an ecotechnology was developed for the extraction of chromium and collagen from the leather, enabling an environmentally correct solution for the Leather-Footwear Production Chain. The research concluded that the new ecotechnology is associated with the concepts of green chemistry and ecoefficiency, and can contribute more effectively to the practices of strategic sustainability. The new ecotechnology assumes two important aspects related to strategic sustainability: (i) reduction of consumption of water, electricity and materials in its production processes; (ii) adaptation of the company's business to the National Solid Waste Policy, through the reduction of consumption of raw materials and inputs, adequate treatment of waste and creation of recycling and reuse projects. By adopting these practices, the organization will have a positive impact on the environment and will achieve a significant reduction of costs in its operational activities. Therefore, the adoption of strategic sustainability is a way to contribute to the sustainability of the business and to the construction of a sustainable society.*

**KEY WORDS:** Strategic Sustainability, Green Chemistry, Ecotechnology, Eco-efficiency, Cleaner Production.

## RESUMEN

*El objetivo de este trabajo fue estudiar cómo la adopción de una tecnología generada a partir de los conceptos de química verde, ecotecnología y ecoeficiencia puede contribuir a la consolidación de la práctica de la sustentabilidad estratégica en las organizaciones. Se realizó un estudio de caso en la Universidad Federal de Lavras, donde se desarrolló una ecotecnología para la extracción de cromo y colágeno del cuero, posibilitando una solución ambientalmente correcta para la Cadena Productiva Couro-Calzado. La investigación concluyó que la nueva ecotecnología está asociada a los conceptos de química verde y ecoeficiencia, pudiendo contribuir de forma más efectiva a las prácticas de la sustentabilidad estratégica. La nueva ecotecnología asume dos importantes aspectos vinculados a la sostenibilidad estratégica: (i) reducción del consumo de agua, energía eléctrica y materiales en sus procesos productivos; (ii) adecuación de los negocios de la empresa a la Política Nacional de Resíduos Sólidos, por medio de la disminución del consumo de insumos y materias primas, tratamiento adecuado de los residuos y creación de proyectos de reciclaje y reaprovechamiento de materiales. Al adoptar estas prácticas, la organización generará un impacto positivo sobre el medio ambiente y obtendrá una significativa disminución de costos en sus actividades operativas. Por lo tanto, la adopción de la sostenibilidad estratégica es una manera de contribuir a la perennidad de los negocios ya la construcción de una sociedad sostenible.*

**PALABRAS CLAVE:** Sostenibilidad estratégica, Química verde, Ecotecnología, Ecoeficiencia, Producción Más Limpia.

## 1. Introdução

A degradação excessiva do meio ambiente e o desaparecimento de recursos naturais, devido à utilização desenfreada e irracional dos mesmos, têm gerado uma grande preocupação entre ambientalistas e autoridades. Essa atenção ultrapassou os âmbitos técnico e governamental, transbordando até o ambiente empresarial, fazendo com que os tomadores de decisão e estrategistas organizacionais admitissem uma mudança de postura com relação ao meio ambiente, que pode ser entendido como “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (BRASIL, 1981), bem como ao bem-estar das sociedades e à manutenção da vida das futuras gerações.

Como forma de medidas de proteção e de permanência no mercado globalizado, as organizações de diversas nações têm visto a gestão ambiental a partir de uma ótica diferenciada. Ao contrário do que muitos argumentam, esta responsabilidade socioambiental não se trata apenas de um “modismo” ou oportunismo, mas sim, de uma questão de sobrevivência num mercado cada vez mais competitivo e exigente (GOMES, 2009).

A sustentabilidade estratégica é uma das formas de demonstrar isso e baseia-se na geração de valor, em detrimento da depreciação e do esgotamento dos recursos ambientais (SAVITZ; WEBER, 2006). Trata-se, portanto, de uma estratégia que procura fazer uso da necessidade de se respeitar e preservar o meio ambiente e, a partir disso, encontrar oportunidades de criação de valor.

As iniciativas e inovações que têm como escopo a eficiência ecológica oferecem grandes vantagens para as organizações que as adotam, pois potencializam e incrementam a obtenção de vantagens competitivas, principalmente em indústrias com custos de processamento elevados (ORSATO, 2006).

A sustentabilidade estratégica já pode ser vista em organizações que atuam em múltiplas atividades, mas especialmente nos setores industriais que geram grandes volumes de resíduos sólidos, líquidos e gasosos (DE BENEDICTO; ANDRADE; STIEG, 2010). Dentre os setores industriais que geram volume significativo de resíduos nos seus processos produtivos podemos citar: indústria têxtil, papel e celulose, petroquímica, galvanoplastia, curtumes, laticínios, mineradoras, dentre outras (BOS, 2006).

Os efluentes gerados por estes setores necessitam de uma destinação final adequada ou tratamento. Para tanto, estas empresas precisam contar com tecnologias limpas (também denominadas ecotecnologias) que permitam minimizar ou eliminar a geração de resíduos danosos ao meio ambiente. Tais tecnologias podem ser desenvolvidas tanto nas próprias empresas quanto nas universidades e centros de pesquisa.

Durante muito tempo as empresas enxergaram as práticas de sustentabilidade como algo negativo e dispendioso. Poucas empresas encararam o desafio de desenvolver práticas aprimoradas de gestão e produção bem como tecnologias voltadas para a solução de problemas ambientais.

Os gestores geralmente eram desafiados por questões tais como: Quais são as oportunidades reais de atuação no contexto da sustentabilidade? Como identificá-las, gerenciá-las e explorá-

las? Porém, estudos mostram que a gestão ambiental vem ganhando um espaço crescente no meio empresarial.

Isto não significa que todos os setores empresariais já se encontram conscientizados da importância da gestão responsável dos recursos naturais. Entretanto, de acordo com Santos, Rosa, Costa e Lago (2011), essa realidade está mudando gradativamente. Por exemplo: o estudo realizado por Bonini (2010) revela que, em 2007, 29% dos executivos viam as alterações ambientais e climáticas como uma oportunidade para os negócios empresariais, ao invés de um risco. Em 2010 esse percentual subiu para 59%.

Muitas organizações que não praticavam a sustentabilidade estratégica reorientaram suas posturas após perceberem esta necessidade. Outras organizações souberam ser mais eficazes em aproveitar o momento, desenvolvendo competências que contribuem mais diretamente para a consolidação de vantagens competitivas num cenário em que as questões socioambientais estão em pauta (MONTEIRO; GUZMÁN, 2009). Em parte, isso se deve ao entendimento de que a empresa que não adequar suas atividades ao conceito de desenvolvimento sustentável poderá perder competitividade no curto ou médio prazo (NIDUMOLU; PRAHALAD; RANGASWAMI, 2009).

Mas, afinal, o que é sustentabilidade estratégica? De acordo com Gomes (2009), a sustentabilidade pressupõe a implementação de práticas de gestão que visam a eliminação do desperdício, na tentativa de trabalhar pela otimização dos custos (otimização energética e reaproveitamentos de matéria-prima).

Assim, pode-se dizer que a adoção de uma sustentabilidade estratégica não se limita à prática de princípios ecológicos e sociais de modo desinteressado. Ela é a soma da satisfação de três necessidades: *win-win-win* (ganha-ganha-ganha): ganha a empresa porque a sua reputação e proposta de valor irão aumentar, ganham os *stakeholders*, porque aumentam a probabilidade de obterem benefícios (financeiros ou não) e ganha o ambiente, que passa a ser, à luz desta estratégia, um bem precioso.

Oliveira, Medeiros, Terra e Quelhas (2012) argumentam que a sustentabilidade estratégica se encontra ligada ao conceito do *Triple Bottom Line* ou “teoria dos três pilares” (People, Planet e Profit - Pessoas, Planeta e Lucro). Analisando-os separadamente, tem-se: (i) pilar econômico - cujo propósito é a criação de empreendimentos viáveis, atraentes para os investidores; (ii) pilar ambiental - cujo objetivo é analisar a interação de processos com o meio ambiente sem lhe causar danos permanentes, e; (iii) pilar social - que se preocupa com o estabelecimento de ações justas para trabalhadores, parceiros e sociedade.

O *Triple Bottom Line* pode ser implementado fazendo uso da denominada Matriz de Alinhamento Estratégico Sustentável (MAES), que envolve o elemento financeiro, os clientes, os processos internos e o aprendizado e crescimento em conexão com os pilares social, econômico e ambiental, conforme exposto no quadro 1.

**Quadro 1: Matriz para Alinhamento da Estratégia Sustentável (MAES).**

Pilares	Social	Econômico	Ambiental
Financeiro	Distribuição de ganhos às partes interessadas (fornecedores, distribuidores, comunidades e demais interessados)	Maximização dos lucros Maximização das receitas	Investimentos em tecnologias alinhadas aos conceitos de P+L e de inovação Participação em índices de sustentabilidade Participação no programa de créditos de carbono
Clientes	Aumento da percepção externa quanto ao seu comprometimento social através do desenvolvimento de programas sociais junto aos órgãos públicos ou privados	Aumento da participação no mercado Retenção de clientes Identificação de novos mercados	Aumento da percepção externa quanto ao seu comprometimento ambiental com o desenvolvimento de programas ambientais
Processos internos	Transparência, ética e tratamento justo nos relacionamentos intraorganizacionais (seleção, avaliação e contato com todos os <i>stakeholders</i> )	Otimização de processos produtivos internos e externos Estabelecimento de padronização reduzindo erros e desperdícios	Exigência de práticas ambientalmente corretas nos processos intraorganizacionais Implantação de normas ambientais
Aprendizado e Crescimento	Desenvolvimento cultural e educacional dos stakeholders do processo	Investimento no desenvolvimento de competências necessárias e aderentes aos resultados da organização	Conscientização, desenvolvimento e multiplicação de cultura ambientalmente responsável

Fonte: Adaptado de Oliveira et al. (2012).

Com base em um estudo recente, Gomes, Cardoso e Carneiro (2011) ampliam a visão destacada anteriormente. Os autores denominam os três pilares da sustentabilidade estratégica como “dimensões” e acrescentam que essas três dimensões devem estar ancoradas em sete pilares: conduta, acionistas, sociedade, clientes, pessoas, meio ambiente e inovação e criatividade, conforme exposto na figura 1.

**Figura 1: Dimensões da sustentabilidade estratégica**



Fonte: Gomes et al. (2011).

Os pilares expostos na figura anterior servem como alicerce na definição da sustentabilidade estratégica. Contudo, é necessário responder à seguinte questão: as organizações que se declaram comprometidas com a sustentabilidade, de fato, incorporam esses pilares em seus processos estratégicos?

Segundo Boechat e Paro (2007, p. 3), quando uma organização incorpora estratégias sustentáveis ao conjunto de estratégias organizacionais, isso se torna um “bom indicio de seu posicionamento entre os temas mais relevantes para o direcionamento futuro da empresa”. E ainda, passa a exigir “certo grau de discussão quanto à inter-relação que o desafio mantém com outros temas relevantes, para inserção no mercado e competitividade”.

Para Oliveira *et al.* (2012, p. 71), atualmente, as empresas podem e devem mudar seu negócio incluindo o fator socioambiental em suas estratégias: embora quase todas elas “tenham incluído a busca pela sustentabilidade em suas missões e visões, ainda são raras as empresas reconhecidas como exemplo a ser seguido nesse campo”. Isso se deve, principalmente, “à falta de um modelo que alie, de forma eficaz, o planejamento estratégico [...] com os conceitos da sustentabilidade”. De acordo com os autores, o que comumente se vê na prática, “é uma diversidade de instrumentos de gestão, muitos dos quais de grande qualidade, porém que não demonstram a capacidade de executar tal interação entre a sustentabilidade e a estratégia de negócios na qual a empresa está inserida”.

Por sua imensa capacidade de afetar os sistemas natural e social, as empresas possuem papel fundamental no desenvolvimento sustentável de todas as sociedades modernas (HAWKEN; LOVINS; LOVINS, 2007). Assim, a transformação real do papel das empresas na sociedade deveria ser sistêmica, em vez de apenas consistir em mudanças periféricas (MARCOVITCH, 2006; PAULRAJ, 2009).

A partir destas considerações, fica evidente que muitas empresas já evoluíram para além do simples cumprimento da legislação ambiental. Efetivamente, muitas empresas manifestam uma preocupação com as questões ambientais de forma simbiótica às suas atividades principais. Isto ocorre porque estas organizações vislumbraram a possibilidade de unir atividades econômicas, ambientais e sociais.

Entretanto, para colocar em prática a sustentabilidade estratégica, as empresas precisam conhecer os conceitos e ferramentas envolvidas no desenvolvimento de novas tecnologias limpas e também de alternativas administrativas para gerir esta nova racionalidade. É neste contexto que entram em cena os conceitos de química verde, ecotecnologia (ouecoinovação) e ecoeficiência, conforme será analisado a seguir.

O primeiro conceito a ser analisado é a denominada química verde (*green chemistry*), química ambiental ou limpa e química para o desenvolvimento sustentável (SANTOS *et al.*, 2011). De acordo com Meirelles (2009) a química verde envolve o desenho, desenvolvimento e implementação de produtos químicos e processos para reduzir ou eliminar o uso ou geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente.

Segundo o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2010) a química verde surgiu no início da década de 1990, principalmente nos Estados Unidos, Inglaterra e Itália, objetivando contribuir para solucionar ou minimizar a grave questão dos resíduos químicos produzidos em indústrias de vários segmentos. Essa nova filosofia introduziu novos conceitos e valores para as

diversas atividades fundamentais da química, bem como, para os diversos setores da atividade industrial e econômica correlatos.

Mediante a proposição de soluções inovadoras e desafiadoras, esta nova visão do problema tem seu foco na necessidade de se buscar uma alternativa para evitar, minimizar ou ainda reaproveitar os resíduos, em detrimento da preocupação exclusiva com o tratamento do resíduo no fim da linha de produção.

O segundo conceito a ser analisado é o da ecotecnologia ou ecoinovação. Segundo Giannetti *et al.* (2003) a ecotecnologia é uma ciência que integra as áreas de estudo da ecologia e da tecnologia, criando projetos sustentáveis. Seu objetivo é atender às necessidades humanas, minimizando o impacto ambiental através do conhecimento das estruturas e processos dos ecossistemas e da sociedade. Os autores enfatizam que as ecotecnologias implicam em ferramentas tecnológicas que oferecem vantagens ambientais sobre suas contrapartes tradicionais. Buscam reproduzir processos naturais que possam ser utilizados para a minimização dos impactos causados pelas atividades humanas.

As ecotecnologias também se caracterizam pela abordagem holística dada à solução dos problemas que ameaçam a sustentabilidade de um ecossistema e em termos gerais procura-se que sejam técnicas simples, baratas e duradouras.

Atualmente, as ecotecnologias também fazem parte das chamadas TAS (tecnologias ambientalmente sustentáveis), pois não se tratam apenas de tecnologias individuais, mas de “sistemas totais”, que incluem conhecimentos técnicos, processos, produtos e serviços e equipamentos, bem como os procedimentos organizacionais e de gestão.

De acordo com Horbach (2008), as ecotecnologias se encontram atreladas às denominadas inovações ambientais. Para Kemp e Foxon (2007), a inovação ambiental (ou ecoinovação) é aquela cujo foco é melhorar o desempenho ambiental de uma empresa, tanto através da redução de danos quanto de melhorias propriamente ditas.

Assim como a inovação em geral, a inovação ambiental só é válida quando apresenta um sucesso equilibrado dos diversos objetivos da empresa: sucesso financeiro, operacional, no longo prazo etc. Dessa forma, o benefício ambiental deve ocorrer em paralelo aos benefícios econômicos e sociais. Concentra-se em oportunidades de negócio e permite às empresas tornarem-se mais responsáveis do ponto de vista ambiental e social, além de mais lucrativas.

Os autores enfatizam que a inovação ambiental pode ocorrer através da melhoria de processos, produtos ou modelos de negócio, contando que o resultado final seja positivo para o meio ambiente. Ou seja, a inovação ambiental seria produtos e processos novos que oferecem valor de negócio e de mercado, mas diminui significativamente os impactos ambientais. Sendo assim, a definição final dos autores é que:

Ecoinovação é a produção, aplicação ou utilização de um bem, serviço, processo produtivo, estrutura organizacional ou métodos gerenciais que são novos para a empresa ou usuário e que resulta, através do seu ciclo de vida, em uma redução do risco ambiental, poluição e impactos negativos do uso de recursos (incluindo uso de energia) quando comparados com as alternativas relevantes (KEMP; FOXON, 2007, p. 4).

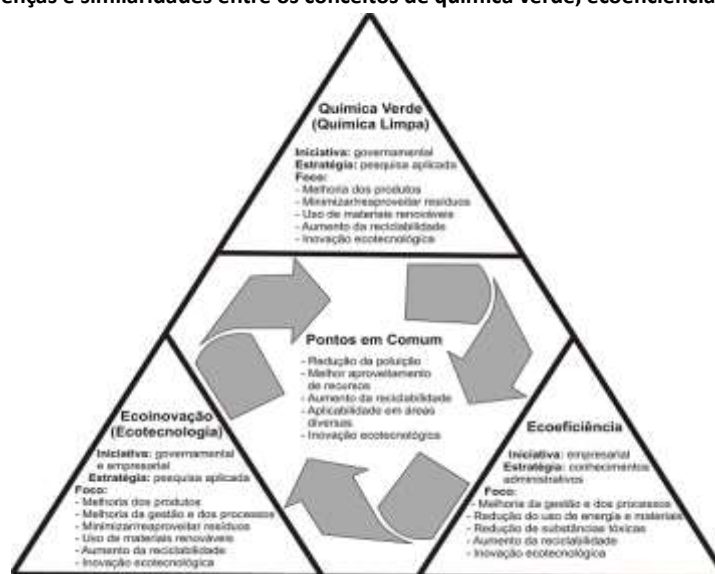
O terceiro conceito a ser analisado é o da ecoeficiência. De acordo com Santos *et al.* (2011) a ecoeficiência é uma filosofia de gestão que encoraja o mundo empresarial a procurar melhorias ambientais que potenciem, paralelamente, benefícios econômicos e sociais. Concentra-se em oportunidades de negócio. Permite que as empresas se tornem mais responsáveis ambientalmente e, ao mesmo tempo, mais lucrativas. Incentiva a inovação e, por conseguinte, o crescimento e a competitividade.

Segundo Chambolle (2001) a ecoeficiência apresenta sete componentes que permitem uma melhoria nas empresas: (i) redução do uso de energia; (ii) redução do uso de materiais; (iii) otimização do uso de materiais renováveis; (iv) redução da dispersão de substâncias tóxicas; (v) aumento da reciclabilidade; (vi) aumento da intensidade de serviços, e; (vii) prolongamento do ciclo de vida dos produtos. Isso significa dizer que a ecoeficiência permite criar mais valor com menor uso de recursos e, conseqüentemente, menor impacto ecológico.

Apesar de terem origens diferenciadas, os conceitos de química verde, ecotecnologia e ecoeficiência apresentam diversos pontos em comum. Como visto anteriormente, o conceito de química verde não contempla nenhuma medida referente à gestão empresarial ou de processos. O mérito da química verde está em obter novas rotas de produção orientadas a um pensamento mais ecológico e também do design de novos produtos. Por sua vez, a ecotecnologia e, também, a ecoeficiência possuem ligação direta com a gestão empresarial e de processos. Preocupam-se com a melhoria de processos, produtos ou modelos de negócio, desde que o resultado final apresente três benefícios: (i) econômicos – que seja economicamente viável para a empresa; (ii) sociais – que apresente benefícios à comunidade no entorno ou à sociedade como um todo; (iii) ambientais – que preserve o meio ambiente.



Figura 2: Diferenças e similaridades entre os conceitos de química verde, ecoeficiência e ecotecnologia



Fonte: Elaborada pelos autores, com base nos dados da pesquisa.

Com base na figura 2 é possível presumir que a união da química verde, ecoeficiência e ecotecnologia pode ser interessante para que as empresas alcancem a sustentabilidade estratégica. As interfaces destes três conceitos permitem inferir que ambos apresentam a oportunidade de serem trabalhados de forma interconectada em variados setores de produção. Pautando-se nos objetivos deste trabalho, destaca-se a importância destes conceitos a serem aplicados na Cadeia Produtiva de Couro, Calçados e Artefatos, que possui grande expressividade no cenário econômico nacional.

Esta Cadeia é de extrema importância na economia brasileira, não só pelo volume de exportações, mas também pela geração de empregos (em torno de 600 mil), constituída por aproximadamente 800 plantas curtidoras que processam cerca de 40 milhões de peles anualmente, 120 fabricantes de máquinas e equipamentos, 2.400 empresas fabricantes de Artefatos de Couro.

Nos últimos anos o setor se atualizou tecnologicamente, alcançando a 2ª colocação em produção mundial de couros, e a 4ª colocação em exportações, passando a responder por 13% da oferta internacional deste produto. O setor calçadista brasileiro é um dos mais importantes do mundo, contando com cerca de 8.200 empresas que empregam 359 mil trabalhadores diretamente. Atualmente, a produção anual gira em torno de 895 milhões de pares, colocando o Brasil como o 3º maior produtor, 5º maior consumidor e 6º maior exportador de calçados no mundo (ABICALÇADOS, 2011).

Entretanto, a Cadeia Produtiva de Couro, Calçados e Artefatos enfrenta sérios problemas em relação ao grande impacto ambiental causado pela geração de resíduo. Em função da quantidade gerada, dificuldades na gestão e disposição final, o setor tem um grande desafio: promover seu desenvolvimento sustentável e com menor impacto ao meio ambiente.

Atualmente, existem várias leis ambientais que orientam empresas sobre o descarte adequado dos refugos. Sejam induzidas ou não pela força da legislação ambiental, muitas empresas que

agredem mais profundamente o meio ambiente já desenvolvem ações práticas para reverter esse quadro. Os programas de gestão ambiental oferecem às empresas oportunidades de atender às pressões de organizações ambientalistas, satisfazer os consumidores com preocupações ambientais, aumentar a qualidade de seus produtos e reduzir custo de produção, melhorando a imagem da organização perante a sociedade.

Dentre outros setores industriais, esta preocupação ambiental já pode ser sentida no Setor de Fabricação de Artefatos de Couro, altamente geradora de resíduos e efluentes danosos à saúde e ao meio ambiente (NAGEL; COSTA; PADRE, 2009). A preocupação ambiental com os rejeitos desse setor é justificada pelo alto volume gerado e pelo grau de contaminação com metais tóxicos desses resíduos. O couro *wet blue*, usado na fabricação de sapatos e bolsas, entre outros artigos, passa por um processo de curtimento que envolve um elemento químico tóxico, o cromo (Matos & Monteiro, 2009).

Os metais pesados, como o cromo, diferem de outros agentes tóxicos porque não são sintetizados nem destruídos pelo homem. Os detritos com metais tóxicos possuem alto poder de contaminação, além do elevado custo para sua disposição em aterros industriais. De modo específico, os resíduos sólidos de couro causam impactos negativos ao meio ambiente e ao homem, pois possuem alto poder de contaminação, quando não são convenientemente tratados e simplesmente abandonados em corpos d'água, aterros industriais ou mesmo lixeiras clandestinas. Com facilidade, o cromo atinge o lençol freático ou mesmo reservatórios ou rios que são as fontes de abastecimento de água das cidades. Ao ser depositado no solo, o cromo pode ser absorvido por plantas que posteriormente servirão de alimento diretamente ao homem ou a animais e os contamina pelo processo de bioacumulação (MATTOS; MONTEIRO, 2009).

O cromo, quando presente em forma solúvel, hexavalente, cromato ou dicromato, pode representar um sério risco ambiental, mesmo em concentrações relativamente baixas. Quando na forma hexavalente, este elemento poderá causar, dentre outros sintomas/doenças: (i) inibição ou paralisação do crescimento e mutações celulares em plantas; (ii) interferência na reprodução, no metabolismo e no sistema imunológico dos animais; (iii) cânceres (tumores), corrosão da cartilagem do nariz, dermatite, doenças respiratórias, intoxicação pela fumaça, queda de dentes e interferência nos sistemas imunológico, cardiovascular, gastrointestinal, hepático e renal nos seres humanos, mormente, em trabalhadores de curtumes (BOS, 2006).

Os resíduos contendo cromo (aparas, pó de couro, serragem, entre outros) são considerados Classe 1, ou seja, extremamente perigosos, pois, apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Por isso, são regidos por legislação específica, exigindo tratamento e disposição especiais. Esses efluentes devem ser depositados em aterros específicos – o que nem sempre acontece. No Brasil existem poucos aterros desse tipo em funcionamento. Entretanto, esta prática tende a desaparecer, já que a instalação de novos aterros Classe 1 está sendo proibida. Desta forma, a geração e disposição do resíduo gerado pelo setor têm despertado grande interesse da cadeia produtiva do couro, dos órgãos governamentais, das instituições de pesquisa e da sociedade (MONTEIRO, 2006).

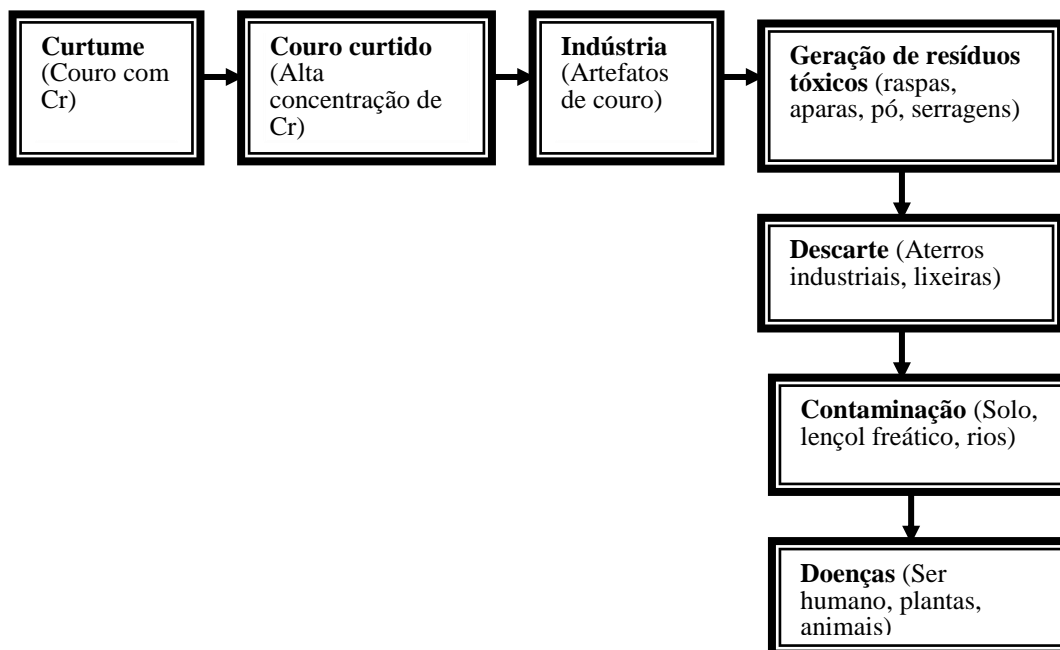
Segundo Bos (2006, p. 80) o cromo, que “foi descoberto na Rússia em 1765, passa a ser utilizado como curtente em escala industrial a partir de 1884”. Nos últimos cem anos o cromo

tem sido o principal insumo utilizado pelas empresas no processo de curtimento, devido às facilidades técnicas, como custos baixos e qualidade final do couro. Segundo Mattos e Monteiro (2009) para cada couro curtido com cromo, são gerados de três a quatro quilos de resíduo.

Para Oliveira (2007, p. 48), “cerca de 70% da produção mundial de peles é de responsabilidade de países em desenvolvimento, com leis ambientais frágeis e pouca fiscalização” para regular o destino das quase 800 mil toneladas de raspas e aparas de couro contaminadas com cromo. Segundo o mesmo autor, entre 12% e 22% da pele curtida tornam-se resíduos contendo cromo. Isto significa que, levando em conta os dados atuais da Abicalçados (2011), as cerca de 40 milhões de peles bovinas produzidas anualmente no país geram aproximadamente 110 mil toneladas de resíduo.

A figura 3 representa o ciclo tradicional de curtição do couro fazendo uso do cromo (Cr), com grande geração de resíduos poluentes e a consequente contaminação de lençóis freáticos e cursos de água.

Figura 3: Ciclo tradicional de curtição do couro com grande geração de resíduos poluentes.



Fonte: Elaborada pelos autores, com base nos dados da pesquisa.

Oliveira (2008) ainda destaca que mais de 90% do couro curtido no Brasil é obtido por meio do emprego do cromo. Outros curtentes minerais tais como zircônio, alumínio e titânio, além dos taninos vegetais, podem ser utilizados, porém, nenhum deles apresenta resultados tão satisfatórios à semelhança do cromo. A substituição do Cr no curtimento não tem sido possível devido à sua versatilidade, eficiência e custos relativamente baixos. Desse modo, o tratamento dos resíduos sólidos de curtumes contendo Cr, visando agregar valor a esses materiais e possibilitando sua utilização em diversos ramos da agropecuária e da indústria, constitui atualmente um tópico de grande importância ambiental, técnica e econômica.

No início dos anos 2000 iniciou-se uma busca por soluções tecnológicas a fim de atenuar os impactos ambientais gerados pela produção coureiro-calçadista, que é promovida pelas empresas, mas provocada pelas autoridades públicas. Essa preocupação constitui um reflexo das barreiras impostas por países importadores de produtos derivados do couro. Países como Alemanha, Coréia do Sul, Japão, USA e Canadá restringem a entrada de couros e calçados brasileiros impondo barreiras tarifárias (cotas de importação e tarifas alfandegárias) e não tarifárias (critérios ecológicos, padrões de qualidade, entre outros) (BOS, 2006).

Ao longo dos anos 2000 surgiram diversos estudos tanto em empresas quanto em universidades e centros de pesquisa buscando encontrar uma solução ambientalmente correta para a enorme quantidade de resíduos gerados em toda a Cadeia Produtiva de Couro, Calçados e Artefatos. Alguns desses estudos não apresentaram resultados satisfatórios.

Porém, como será demonstrado, a presente pesquisa, desenvolvida no Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras, buscou integrar os conceitos de química verde, ecotecnologia e ecoeficiência apresentando resultados práticos que podem ser aplicados nas empresas do setor coureiro-calçadista.

## **2. Objetivos**

Este estudo teve como objetivo verificar como a adoção de uma tecnologia gerada a partir dos conceitos de química verde, ecotecnologia e ecoeficiência pode contribuir de forma mais efetiva para a consolidação da prática da sustentabilidade estratégica nas organizações.

Para melhor compreender a dinâmica e os aspectos práticos nesta importante área do conhecimento, realizou-se um estudo de caso no Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras – UFLA, onde foi investigada a geração de uma nova ecotecnologia que visa minimizar os riscos à saúde pública em indústrias da Cadeia Produtiva de Couro, Calçados e Artefatos.

## **3. Metodologia do estudo**

Devido às características desta investigação em proposição, adotou-se a postura metodológica de natureza qualitativa, conforme delineado por Gil (2007). Conforme preconizado por Yin (2010) como um método de pesquisa para a análise de fenômenos sociais, organizacionais, políticos e individuais, optou-se pelo estudo de caso.

A pesquisa foi realizada no ano de 2011 junto ao Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras - UFLA. Nesta pesquisa foram empregados os seguintes instrumentos e técnicas de coleta de dados: (i) entrevistas pessoais, semi-estruturadas realizadas com o pesquisador principal, Prof. Dr. Luiz Carlos Alves de Oliveira; (ii) pesquisa documental, em que foram prospectados documentos escritos, agendas de pesquisa, planejamentos, projetos, relatórios de pesquisa, contratos, arquivos, relatórios anuais e outras formas de comunicação. Marconi & Lakatos (2007), Mattar (1996) e Boyd & Wetfall (1964) salientam que existem diversos benefícios que o uso da entrevista pode trazer à pesquisa, tais como: alta quantidade de dados gerados; identificação das discordâncias nas respostas; e soluções acerca das dúvidas sobre estas respostas.

A estratégia geral utilizada para a análise dos dados nesta investigação foi a *Explanation Building* ou construção da explanação, que se enquadra nos estudos de casos de natureza qualitativa. A construção da explanação é construída de forma a refletir as proposições teóricas significativas, dando ênfase àquilo que realmente importa, ou seja, confrontando os elementos teóricos com os achados da pesquisa (YIN, 2010).

#### **4. Resultados e discussão**

Este tópico contempla os principais resultados resgatados a partir dos dados coletados no Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras – UFLA, visando compreender como a adoção de uma ecotecnologia gerada a partir dos conceitos de ecoeficiência e química verde poderá contribuir de forma mais efetiva para a consolidação da prática da sustentabilidade estratégica nas organizações.

A seguir serão analisados aspectos relacionados à técnica de extração de cromo e colágeno do couro, a qual possibilita uma solução ambientalmente correta para a enorme quantidade de resíduos gerados em toda a Cadeia Produtiva de Couro, Calçados e Artefatos.

Nos últimos anos, foram feitas diversas tentativas de extração do cromo e reutilização dos resíduos do couro. Entretanto, todos os métodos disponíveis para reutilização dos resíduos de couro curtido exigem tratamentos drásticos, processos químicos ou termoquímicos, causando a hidrólise total do couro, tornando-o pouco atraente ao mercado. Tais métodos também provocam a dissolução do colágeno – um composto químico com elevado teor de nitrogênio - produzindo apenas um material proteico de difícil reutilização.

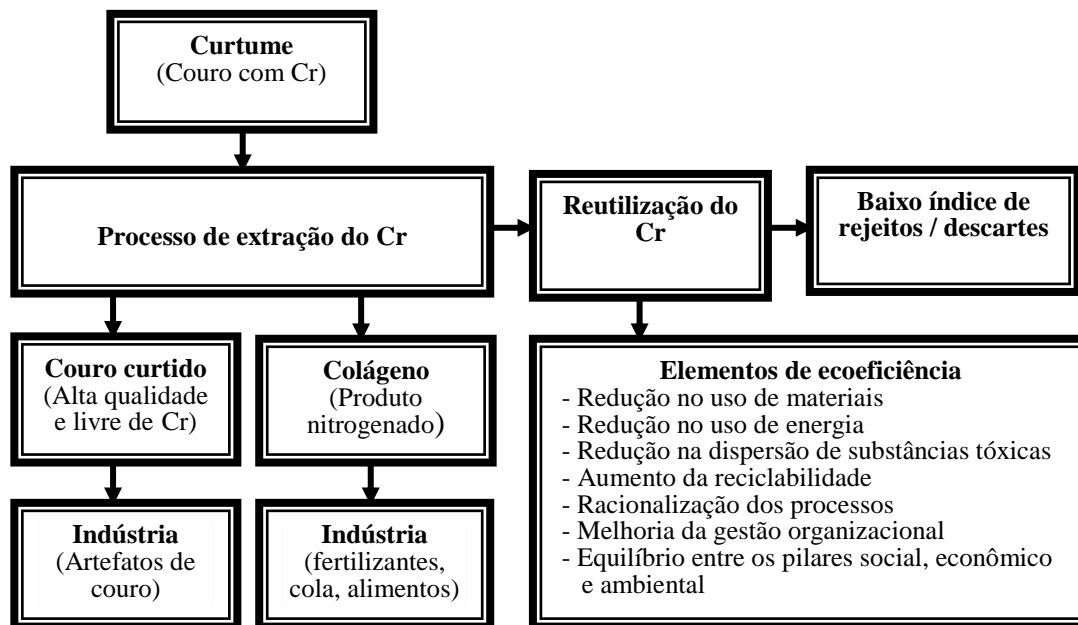
Partindo do conceito de química verde, em anos recentes, o Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras – UFLA vem desenvolvendo uma pesquisa objetivando resolver o problema ambiental descrito anteriormente. Esta inovação ecotecnológica não se constitui num produto em si, mas numa técnica. Ao contrário de outras técnicas de extração do cromo, a pesquisa desenvolvida na UFLA visa retirar o elemento químico dos resíduos sem geração de mais lixo e com possibilidade de geração de lucro.

Esta técnica permite que o cromo – presente no couro e não utilizado nas indústrias coureiro-calçadistas – seja extraído de forma livre e limpa, podendo ser reutilizado pela própria fábrica de curtimento de couro, nas próximas peles. Durante o processo de retirada do cromo, há ainda a retirada de colágeno, um composto químico que também pode ser aproveitado na indústria de alimentos, cola ou como fertilizante. Testes em casas de vegetação mostraram a eficiência na liberação do nitrogênio para o crescimento de capim elefante de forma semelhante à adubação com nitrogênio mineral. Com o aproveitamento total do colágeno, o processo se torna autossustentável.

Destaca-se, ainda, que a utilização de resíduos da indústria do couro como fonte de nutrientes para as plantas cultivadas proporciona menor utilização de fertilizantes convencionais e menor acúmulo de resíduos em aterros sanitários. Desse modo, a viabilidade do uso desses resíduos como fonte alternativa de N para as plantas cultivadas, torna-se algo de grande interesse para a exploração agrícola.

A figura 4 representa o ciclo ambientalmente correto de curtição do couro resultando em reaproveitamento do cromo (Cr) e produção de colágeno.

Figura 4: Metodologia ambientalmente correta de curtimento do couro.



Fonte: Elaborada pelos autores, com base nos dados da pesquisa.

Dessa forma, percebe-se que a nova ecotecnologia assume dois importantes aspectos ligados à sustentabilidade estratégica: (i) redução de consumo de água, energia elétrica e materiais em seus processos produtivos, e; (ii) adequação dos negócios da empresa à Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), por meio da diminuição do consumo de insumos e matérias-primas e do tratamento adequado do lixo, como descarte correto e criação de projetos de reciclagem e reaproveitamento de materiais.

Ao adotar estas práticas, a organização gerará um impacto positivo sobre o meio ambiente e obterá uma significativa diminuição de custos em suas atividades operacionais.

## 5. Considerações finais

O estudo analisou como a adoção de uma tecnologia gerada a partir dos conceitos de química verde, ecotecnologia e ecoeficiência pode contribuir de forma mais efetiva para a consolidação da prática da sustentabilidade estratégica nas empresas, partindo do pressuposto de que as organizações têm destinado cada vez mais atenção à causa ambiental.

Muitas empresas que não praticavam a sustentabilidade estratégica reorientaram suas posturas após perceberem esta tendência. Em linhas gerais, as organizações passaram a ser pressionadas para uma atuação responsável e mais participativa com a sociedade, ao passo que buscavam novas oportunidades em negócios, pelo exercício de práticas sustentáveis.

Para alcançar o seu objetivo, a pesquisa avaliou dados coletados no Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras – UFLA. A nova ecotecnologia desenvolvida na UFLA envolveu uma técnica de extração de cromo e colágeno do couro, possibilitando uma solução ambientalmente correta para a enorme quantidade de resíduos gerados em toda a Cadeia

Produtiva de Couro, Calçados e Artefatos. A técnica permite que o cromo - presente no couro e não utilizado nas indústrias coureiro-calçadistas - seja extraído de forma livre e limpa, podendo ser reutilizado pela própria fábrica de curtimento de couro, nas próximas peles, o que condiz com o conceito de química verde.

O estudo também relacionou a ecotecnologia estudada com o conceito de ecoeficiência. Ao adotar uma ecotecnologia neste molde, a organização ascenderá à Produção Mais Limpa, que preconiza o melhor aproveitamento de matéria prima e energia e a reutilização/reciclagem de materiais. Como resultado, espera-se conseguir uma redução sistêmica de resíduos, insumos e emissões, o que é condizente com os princípios da sustentabilidade estratégica.

Entretanto, muitos empresários e gestores brasileiros ainda não compreendem o desafio da sustentabilidade. Essa visão distorcida: (i) corrobora para a falta de articulação institucional - entre empresas, universidades, setor público e sociedade civil; (ii) justifica a resistência das empresas em apoiar um projeto de pesquisa desta natureza, e; (iii) contribui para não incorporar o tema ambiental nas suas estratégias de negócios.

Desse modo, é imperioso afirmar que as organizações ainda necessitam compartilhar do entendimento de que deve existir um objetivo comum – e não um conflito – entre desenvolvimento econômico e a prática da sustentabilidade, tanto para o momento presente como para as gerações futuras. Isso demanda romper com as condutas tradicionais e adotar novas práticas estrategicamente sustentáveis, alternativas e viáveis, como a adoção de uma ecotecnologia (nos moldes desta estudada), representando a adequação da organização aos três pilares sustentáveis: Econômico, Ambiental e Social e, com isso, reduzindo os impactos causados por suas atividades ao meio ambiente.

Destaca-se, finalmente, que as ecotecnologias são instrumentos relevantes e estratégicos para que as empresas – tanto da Cadeia Produtiva de Couro, Calçados e Artefatos quanto de outras cadeias – repensem seu posicionamento e direcionem seus esforços também para novas oportunidades até então ignoradas ou desconhecidas. Investir em sustentabilidade empresarial é, além de um comportamento ético, altruísta e necessário, uma maneira de, conseqüentemente, contribuir para a perenidade dos negócios, beneficiando a própria atividade empresarial, a geração de empregos e o desenvolvimento local, rumo à construção de uma sociedade sustentável.

#### **AGRADECIMENTO**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Também, necessitou ser financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e pela Fundação Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CALÇADOS (ABICALÇADOS). **Cartilha estatística 2011**. 2011. Disponível em: <http://www.abicalcados.com.br>. Acesso em: 19 jan. 2013.

BOECHAT, Claudio Bruzzi; PARO, R. Sustentabilidade no Brasil. **HSM Management**, 63(1), p. 35-39. 2007.

- BONINI, S. **How companies manage sustainability**. 2010. Disponível em: <http://download.mckinseyquarterly.com/sustainability.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2012.
- BOS, Alexandre. **Barreiras técnicas ao comércio internacional de couros e calçados**. 2006. (Dissertação de Mestrado). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.
- BOYD, Harper W.; WESTFALL, Ralph. **Pesquisa mercadológica: texto e caso**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, v.1 e 2. 1964.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 03 ago. 2010. Seção 1.
- CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Química Verde no Brasil: 2010-2030**. Brasília: CGEE. 2010.
- CHAMBOLLE, Thierry. Criar mais valor com menos impacto. In: Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável (WBCSD). **A Eco-eficiência**. (p. 14-21). Lisboa: WBCSD. 2001
- DE BENEDICTO, Samuel Carvalho; ANDRADE, G. H. N.; STIEG, C. M. Programas de gestão ambiental nas organizações: uma reflexão teórica sobre a sua necessidade e importância. In: **4º Encontro Nacional de Estudos em Gestão Social** (p. 1-13). Lavras: ENAPEGS. 2010.
- GIANNETTI, B. F., ALMEIDA, C. M. V. B., & BONILLA, S. H. Implementação de Eco-Tecnologias rumo à ecologia industrial. **RAE Eletrônica**, 2(1), p. 1-19. 2003.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo, Atlas, 2007.
- GOMES, Sandra Cristina de Jesus. **As práticas de sustentabilidade estratégica nas empresas portuguesas** (Dissertação de Mestrado) Universidade do Porto. 2009.
- GOMES, P. H. V.; CARDOSO, V. I. C.; CARNEIRO, C. M. B. O desafio da medição da sustentabilidade das empresas. In: **14.º Seminários em Administração USP** (Código: 552 ). São Paulo: SEMEAD USP. 2011.
- HAWKEN, P.; LOVINS, A.; LOVINS, L. H. **Capitalismo natural: criando a próxima revolução industrial**. São Paulo: Cultrix. 2007.
- HORBACH, Jens. Determinants of environmental innovation-New evidence from German panel data sources. **Research Policy**, 37(1), p. 163-173. 2008.
- KEMP, René.; FOXON, T. *Typology of eco-innovation*. 2007. Disponível em: (<http://www.merit.unu.edu>). Acesso em: 22 nov. 2012.
- MARCOVITCH, Jacques. **Para mudar o futuro: mudanças climáticas, políticas públicas e estratégias empresariais**. São Paulo: EDUSP/Saraiva. 2006.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. (6. ed.). São Paulo: Atlas. 2007.
- MATTAR, Fauze. N. **Pesquisa de marketing: edição compacta**. São Paulo: Atlas. 1996.
- MATTOS, K. M. C.; MONTEIRO, M. R. Produção Mais Limpa no Setor de Fabricação de Artefatos de Couro. In: **2.º International Workshop Advances in Cleaner Production**. São Paulo: FAPESP/CAPES.
- MEIRELLES, Sílvia. Laureano. **Química Verde: a indústria química e seus impactos na indústria da construção** (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2009.
- MONTEIRO, Alessandra Elias. **Índice de qualidade de aterros industriais** (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2006.
- MONTEIRO, Sónia Maria da Silva; GUZMÁN, Beatriz Aibar. Determining factors of environmental strategic positioning adopted by Portuguese large companies. **Social Responsibility Journal**, 5(4), p. 478-498. 2009.
- NAGEL, C. C. COSTA, A. C. S.; PADRE, J. G. **Destinação ambientalmente correta de resíduos das indústrias de abate bovino e couro**. Maringá: DAG/UEM. 2009.
- NIDUMOLU, Ram; PRAHALAD, C. K.; RANGASWAMI, M. R. Why sustainability is now the key driver of innovation. **Harvard Business Review**, 87(1), p. 57-64. 2009.



OLIVEIRA, Luiz Carlos Alves de. **Nova tecnologia para o tratamento ecologicamente correto do couro com cromo** (Entrevista de pesquisa 16 Jun). Lavras: DAE/UFLA. 2010.

OLIVEIRA, Luiz Carlos Alves de. Pesquisa encontra destino ecologicamente correto para as sobras de couro com cromo. In: **Programa de Incentivo à Inovação**. (p. 47-48). Lavras: UFLA. 2007.

OLIVEIRA, Diana Quintão Lima de. Utilização de resíduos da indústria de couro como fonte nitrogenada para o capim-elefante. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32(1), pp. 417-424. 2008.

OLIVEIRA, Lucas Rebello de; MEDEIROS, Rafaella Martins; TERRA, Pedro de Bragança; QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves. Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações. **Produção**, 22(1), p. 70-82. 2012.

ORSATO, Renato J. Competitive Environmental Strategies: when does it pay to be green? **California Management Review**, 48(2), p. 127-143. 2006.

PAULRAJ, Antony. Environmental Motivations: a classification scheme and its impact on environmental strategies and practices. **Business Strategy and the Environment**, 18(7), pp. 453-468. 2009.

SANTOS, E.; ROSA, Leandro de Abreu, COSTA, Luiz Cláudio de Melo; LAGO, R. **Os princípios de química verde e uma nova metodologia para a medida de ecoeficiência**. 2011. Disponível em: <http://www.vertiecotecnologias.com.br>. Acesso em: 22 nov. 2012.

SAVITZ, Andrew W.; WEBER, Karl. **The Triple Bottom Line: how today's best-run companies are achieving economic, social and environmental success**. San Francisco: John Wiley. 2006.

TASHIZAWA, T.; POZO, H. Gestão de operações socioambientais. **Patrimônio: Lazer & Turismo**, 7(11), p. 38-65. 2010.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos** (4. ed.). Porto Alegre: Bookman. 2010.