

VI-074 - PROJETO DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA PARA UMA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

Leandro Finger⁽¹⁾

Tecnólogo em Gestão Ambiental pela UTFPR. Mestrando em Tecnologias Ambientais pela UTFPR.

Poliana Paula Quitaiski⁽²⁾

Engenheira Ambiental pela UTFPR. Mestranda em Tecnologias Ambientais pela UTFPR.

Juliana Bortoli Rodrigues Mees⁽³⁾

Tecnóloga Ambiental em Resíduos Industriais pelo CEFET/PR (2002). Mestre em Engenharia Agrícola: Recursos Hídricos e Meio Ambiente pela UNIOESTE/PR. Doutora em Engenharia Agrícola: Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela UNIOESTE/PR.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Brasil, 4232 – Parque Independência - Medianeira – PR - CEP: 85884-000 - Brasil - Tel: (45) 99856-2260 - e-mail: fingerleandro@hotmail.com.

RESUMO

Estima-se que os laticínios com sua parcela de faturamento possuam em torno de 10% do total das indústrias alimentícias brasileiras, responsáveis por significantes níveis de poluição devido a geração de efluentes e resíduos remanescentes do processo. Uma vez que as empresas vêm buscando diminuir os custos de operação e produção, surge a implantação do projeto de Produção mais Limpa (P+L), como alternativa para diminuir o desperdício de matéria prima, a geração de resíduos e efluentes industriais, causando impacto positivo para o meio ambiente e para a lucratividade do empreendimento. Os dados foram levantados por meio de pesquisas bibliográficas e visitas ao laticínio de interesse, com realização de entrevistas com funcionários e gerente/proprietário do empreendimento para levantamento de dados e documentações. O estudo baseou-se metodologia proposta pelo CNTL/SENAI (2003) e foi realizado em uma indústria de laticínios de pequeno porte localizada no município de Serranópolis do Iguauçu – PR, onde constatou-se que a atividade de produção de queijos seria prioritária para ações de produção mais limpa, uma vez que é o processo mais longo e usufrui da maior quantidade de energia para fabricação e estocagem. Dessa forma foram avaliadas algumas oportunidades de melhoria, que consistiram em troca de lâmpadas, substituição da madeira por briquetes e alteração do sistema de limpeza.

PALAVRAS-CHAVE: Produção mais Limpa, Laticínios, Lucratividade, Viabilidade.

INTRODUÇÃO

O cenário atual traz situações como cobranças e fiscalizações por parte dos órgãos ambientais e legislações impostas pelos governos sobre as indústrias, sendo que tal cenário dissemina a busca por processos e produtos que minimizem os impactos ambientais (MORO et al., 2015).

Estima-se que os laticínios com sua parcela de faturamento possuam em torno de 10% do total das indústrias alimentícias brasileiras (CARVALHO, 2010), de pequeno, médio ou grande porte que formam um conjunto importante na indústria alimentícia, mas que por outro lado, são responsáveis por significantes níveis de poluição por meio da geração de efluentes e resíduos remanescentes do processo (FABBI et al., 2007)

O beneficiamento do leite demanda de grande volume de água, independentemente do produto, gerando em média dois litros e meio de efluente para cada litro de leite beneficiado, tornando os laticínios um dos principais geradores de efluentes industriais (VILA, 2007).

A produção mundial de leite ultrapassa a marca de 500 bilhões de litros/ano (EMBRAPA, 2006), e o Brasil possui uma grande produção, extrapolando a marca de 24 milhões de litros de produção sob inspeção e cerca de 35 milhões de litros na produção anual do país (CONAB, 2016).

As empresas vêm buscando diminuir os custos de operação e produção, e neste cenário, surge a implantação do projeto de Produção mais Limpa (P+L), como alternativa para diminuir o desperdício de matéria prima, a

geração de resíduos e efluentes industriais, causando impacto positivo para o meio ambiente e para a lucratividade do empreendimento (PIMENTA et al., 2007; PEREIRA, 2012).

A empresa é sem sombra de dúvidas a maior favorecida pelo projeto de Produção mais Limpa (SOUZA, 2008), tendo em vista que um P+L traz diversos benefícios, sendo alguns diretos e de visível retorno, ou a médio e longo prazo, ou ainda indiretos, como a melhoria na imagem pública da empresa devido ao gerenciamento ambiental instalado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para concretização deste estudo, foram realizadas diversas pesquisas bibliográficas visando entendimento sobre o tema em questão, e visitas a um laticínio localizado no município de Serranópolis do Iguaçu, no oeste do estado do Paraná. O laticínio de estudo denomina-se Laticínio Lactomil®. Foram realizadas entrevistas com funcionários e gerente/proprietário do empreendimento para levantamento de dados e documentações.

A Figura 1 apresenta o organograma funcional, onde estão representadas as relações funcionais da organização.

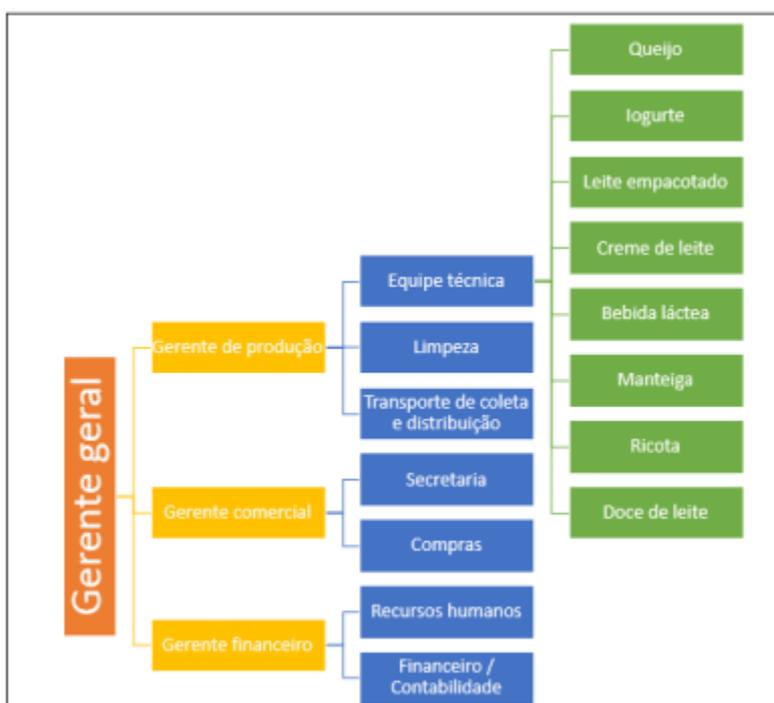


Figura 1: Organograma funcional da empresa.

Seguiu-se a metodologia para minimização de resíduos proposta pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas – CNTL/SENAI (2003), abordando as seguintes etapas: Planejamento e organização, diagnóstico e pré-visualização, avaliação, estudo de viabilidade e implementação com planos de continuidade.

- Planejamento e organização: esta etapa teve como objetivo a participação da gerência, a difusão para a administração e colaboradores sobre os objetivos da avaliação do P+L, a formação da equipe do projeto e identificação dos recursos financeiros e humanos necessários, além do estabelecimento de contato com as fontes de informação.
- Diagnóstico e pré-avaliação: realizou-se o diagnóstico ambiental e de processo, com elaboração de um fluxograma dos principais processos produtivos da empresa, além do levantamento do uso de matérias-primas e a geração de resíduos, efluentes e emissões atmosféricas, afim de estabelecer o foco de avaliação do P+L.

- Avaliação: identificaram-se as oportunidades visualizadas pela equipe com viabilidade de implementação imediata e as que necessitariam de análises adicionais, para serem praticadas, afim de trazer benefícios.
- Estudos de viabilidade: foram avaliadas a viabilidade técnica, econômica e ambiental, sendo elencadas oportunidades viáveis e documentados os resultados esperados para então selecionar as melhores para implantação.

Para proposição das oportunidades de prevenção à poluição e minimização de resíduos na fase de análise de viabilidade utilizou-se a metodologia do CNTL/SENAI (2003) que estrutura as estratégias de opções de P+L em três níveis, sendo os níveis 1 e 2 correspondentes a minimização de resíduos e emissões, e o nível 3 a reuso de resíduos, efluentes e emissões, como apresentado na Figura 2.

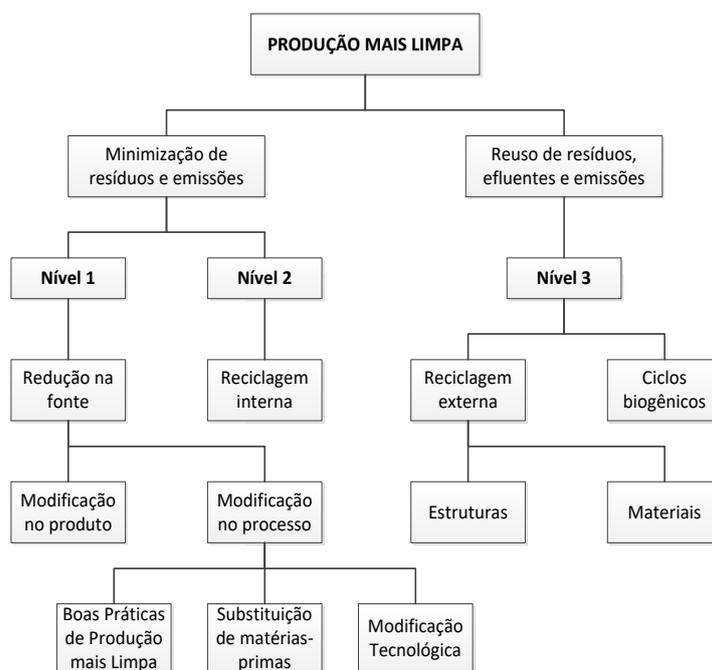


Figura 2: Organograma de opções de Produção mais Limpa.
Fonte: CNTL/SENAIS (2003).

A metodologia de aplicação de um P+L busca implantar as melhores tecnologias e processos produtivos com objetivo de minimizar os impactos ambientais, além de diminuir o uso de matéria prima (FERNANDES et al., 2015). A Produção mais Limpa é aplicada a um processo industrial, visando a conservação das matérias primas e a redução da quantidade e toxicidade de emissões atmosféricas e lançamento de efluentes líquidos ou resíduos sólidos do processo produtivo (MAGANHA, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A indústria de interesse possui 25 funcionários, com uma frota própria de 8 caminhões que realizam a recolha de aproximadamente 80 mil litros de leite *in natura* nas propriedades agrícolas da região e a distribuição dos produtos pós beneficiamento.

Primeiramente, realizou-se uma pré-avaliação na indústria, com objetivo de levantar dados e informações da área externa e interna.

a) Externa:

- O laticínio gera emissões atmosféricas provenientes principalmente da caldeira, além da queima de combustíveis dos caminhões que fazem o transporte da matéria prima e dos produtos industrializados.
- A água utilizada em toda a indústria é oriunda de poço artesiano comunitário;
- O processo de queima de madeira na caldeira gera cinzas;

- O esgoto sanitário é enviado para fossa séptica. E o efluente gerado na industrialização é enviado para um sistema de tratamento, composto por um tanque de decantação, tanque com chicanas e 2 lagoas facultativas.

b) Interna:

- Ocorre a geração de resíduos plásticos durante o processo de empacotamento, proveniente de embalagens com defeitos e falta de ajuste na máquina empacotadora, além de embalagens de produtos utilizados na fabricação de queijo e outros;
- Durante a produção de queijo ocorre a geração de resíduos do produto;
- São gerados diariamente resíduos como luva, toucas e outros de higiene pessoal corretamente descartados;

A Figura 3 apresenta as etapas de fabricação do queijo, principal processo de interesse para realização deste trabalho.

Entradas	Etapas	Saídas
Matéria-prima; Combustível; Água; Energia; Produtos químicos; EPIs.	Transporte e Recepção da matéria-prima	Emissões atmosféricas; Efluentes líquidos; Resíduos sólidos.
Produtos químicos; Energia; EPIs.	Análise da matéria-prima	Efluentes líquidos; Resíduos sólidos.
Energia; EPIs.	Padronização	Resíduos sólidos.
Energia; EPIs.	Clarificação	Resíduos sólidos.
Energia; EPIs.	Homogeneização	Resíduos sólidos.
Energia; EPIs.	Pasteurização	Resíduos sólidos.
Energia; Madeira; EPIs.	Tratamento térmico	Resíduos sólidos; Emissões atmosféricas; Ruído; Calor.
Água; Coalhos; Cloreto de sódio; Hipoclorito; EPIs.	Adição da cultura	Resíduos sólidos.
Produtos químicos; Combustível; Água; EPIs.	Coagulação	Resíduos sólidos; Emissões atmosféricas.
	Corte da coalhada	Restos de queijo; Soro
EPIs; Energia elétrica;	Enformagem e prensagem	Resíduos sólidos; Soro.
Salmoura.	Salga	Efluentes líquidos.
	Secagem	
Energia elétrica.	Maturação	Soro.
Embalagens; Energia elétrica.	Embalagem	Sobras de embalagens; Perda de produto; Ruído.
Combustível.	Distribuição	Emissões atmosféricas.

Figura 3: Fluxograma do processo produtivo de queijo.

Posteriormente a pré-avaliação, iniciaram-se as atividades em busca de oportunidades de melhoria, que foram baseadas em três opções:

- Redução na fonte: considerando qualquer modificação de procedimentos, instalação de equipamentos ou substituição de matérias primas que provoquem a minimização de resíduos;
- Reciclagem: considerando a oportunidade de retornar para o mesmo processo, os resíduos que seriam destinados a tratamento ou disposição final;
- Recuperação: considerando o possível emprego de recursos contidos nos resíduos gerados em outra etapa do processo.

DADOS QUANTITATIVOS

Objetivando-se o alcance dos indicadores de desempenho do Laticínio Lactomil, elencou-se dados quantitativos sobre o consumo de alguns recursos e matéria prima, como apresentado na Tabela 1. Devido à grande variedade de produtos fabricados, os dados se relacionam a produção média diária de 385 kg de queijo.

Tabela 1: Dados quantitativos da indústria.

Indicador	Quantidade	Unidade
Consumo de água	4,62	m ³ .d ⁻¹
Consumo de energia elétrica	808,5	KW.d ⁻¹
Consumo de matéria-prima (leite)	3,85	m ³ .d ⁻¹
Consumo de combustível (caldeira)	-	m ³ .d ⁻¹
Consumo de combustível (óleo diesel)	0,1538	m ³ .d ⁻¹
Consumo de coalho	0,00023	m ³ .d ⁻¹
Consumo de cloreto de cálcio	0,00115	m ³ .d ⁻¹
Consumo de sal	62,22	kg.d ⁻¹

Com relação a geração de resíduos sólidos, o laticínio tem uma pequena geração diária de 3 kg de plástico e 7 kg de retalhos de queijo. Quanto aos efluentes gera-se em torno de 9 m³.d⁻¹.

Por meio de cálculos, obteve-se o índice de eficiência de produção do laticínio, que é de 95%, com 5% de retrabalhos sendo que destes 2% não são reaproveitados.

Foram levantados os indicadores do processo produtivo, apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Indicadores do processo produtivo.

Indicador	Quantidade	Unidade
Consumo de água	12	L.kg de queijo ⁻¹
Consumo de energia elétrica	2,1	KW.kg de queijo ⁻¹
Matéria-prima	10	L.kg de queijo ⁻¹
Consumo de combustível (madeira)	0,0003	m ³ .kg de queijo ⁻¹
Consumo de combustível (óleo diesel)	0,4	L.kg de queijo ⁻¹
Consumo de coalho	0,0006	L.kg de queijo ⁻¹
Consumo de cloreto de cálcio	0,003	L.kg de queijo ⁻¹
Consumo de sal	0,156	kg.kg de queijo ⁻¹
Geração de resíduos sólidos	0,0008	kg.kg de queijo ⁻¹
Geração de efluentes líquidos	0,0009	m ³ .kg de queijo ⁻¹

O levantamento dos indicadores é uma importante ferramenta de medida, que permite expressar os resultados relativos ao desempenho ambiental e econômico da indústria. Assim como o gerenciamento da produção, buscando analisar se a empresa tem realizado os objetivos e metas estabelecidos e/ou para estabelecer comparações dentro do mesmo setor.

Os indicadores são ainda utilizados para realizar o monitoramento das medidas de produção mais limpa após sua implantação, gerando uma base de dados para futuras ações de melhoria contínua do processo.

A empresa realiza retrabalhos, o que traz maiores custos com energia, equipamentos e ingredientes. A Tabela 3 apresenta os dados de produção, eficiência e desperdícios com relação a produção de queijo.

Tabela 3: Produção, Eficiência e desperdícios da indústria.

Produto	Quantidade produzida	Custo por quantidade	Custo total	Eficiência de produção	Produto desperdiçado	Desperdícios
	kg.mês ⁻¹	R\$.kg ⁻¹	R\$.kg ⁻¹	%	unid.mês ⁻¹	R\$.mês ⁻¹
Queijo colonial	3000	10,80	32400,00	95 + 3*	60	648,00
Queijo mussarela fatiado	1500	11,50	17250,00	95 + 3*	30	345,00
Queijo mussarela não fatiado	5500	11,00	60500,00	95 + 3*	110	1210,00

* Retrabalhos.

Devido ao fato de a empresa executar retrabalhos com relação aos seus produtos, há um custo maior com: mão de obra, equipamentos, energia e ingredientes auxiliares, gerando um custo aproximado de 85 reais por dia, dependendo do produto a ser fabricado e do retrabalho realizado.

Depois de realizar uma pré-avaliação interna e externa do laticínio Lactomil, decidiu-se dar prioridade ao processo de fabricação do queijo para as ações de produção mais limpa, uma vez que é o processo mais longo e usufrui da maior quantidade de energia para fabricação e estocagem.

A Tabela 4 apresenta os tipos de resíduos sólidos gerados no setor da produção do queijo e suas respectivas causas de geração.

Tabela 4: Causas de geração dos resíduos sólidos.

Causa da geração de resíduos	Restos de queijo	Plásticos	Cinzas	EPIs
Transporte e recepção				X
Caldeira			X	X
Salga e coalhada		X		X
Enformagem	X			X
Embalagem		X		X

OPÇÕES DE P+L

Neste sentido, as propostas de produção mais limpa que foram examinadas, poderiam ser implementadas para reduzir o uso de energia elétrica e água, e substituição da queima de madeira na caldeira. A seguir temos as opções de P+L.

TROCA DE LÂMPADAS

O Laticínio Lactomil utiliza para iluminação 30 lâmpadas do tipo fluorescente de formato tubular, com potência de 40 W, com vida útil de 7.500 horas. A substituição por lâmpadas do tipo led geraria melhor iluminação, menor emissão de calor e menor frequência de manutenção, tornando-se tecnicamente viável.

As lâmpadas atuais possuem vida útil de 7.500 horas, enquanto que as lâmpadas de led possuem uma vida útil de 30.000 horas das lâmpadas de led. Segundo dados de um fornecedor de materiais elétricos (SANTA RITA, 2015), a utilização de uma lâmpada led de 18 W gera uma iluminação melhor e economia de 22 W/h em comparação a fluorescente de 40 W. De acordo com a pesquisa de preços, a compra de 30 lâmpadas do modelo atual traz um custo de 181,50 reais. Já a compra de lâmpadas do tipo led sugeridas geraria um custo de 1.500,00 reais.

Analisando a vida útil de cada tipo de lâmpada, e levando-se em conta um preço médio cobrado pela energia elétrica, obtemos em 30.000 horas de utilização de lâmpadas led, uma economia total de R\$ 5.762,10. Os cálculos comprovam com eficácia a viabilidade econômica da troca de lâmpadas.

Ao substituir as lâmpadas fluorescentes por lâmpadas do tipo led, consegue-se obter uma iluminação ainda melhor do ambiente, ou seja, a substituição é tecnicamente viável.

Quanto à viabilidade ambiental, as lâmpadas do tipo led recomendadas não possuem em sua composição metais pesados, não sendo necessário um descarte especial como é o caso das lâmpadas fluorescentes e de logística reversa, além de poderem ser enviadas a reciclagem.

SUBSTITUIÇÃO DA MADEIRA POR BRIQUETES

O uso de briquetes ao invés da madeira habitual é observado como uma boa alternativa, devido ao seu alto poder calorífico, de cerca de 4600 kcal.kg⁻¹, sendo aproximadamente o dobro da lenha tradicional (2400 kcal.kg⁻¹), e tendo ainda uma umidade de ±12%, considerada baixa quando comparada a umidade de 35% a 45% da lenha. Além disso, os briquetes podem ser armazenados em menor espaço. Tais fatores tornam tecnicamente viável a substituição.

O laticínio utiliza aproximadamente 3 m³ de lenha por dia em todo o setor de produção, com custo médio de R\$ 65,00 m³. Tomando como base um período de 48 dias, o custo de lenha é de R\$ 9.360,00. Por meio da

comparação e tendo em vista o poder calorífico de lenha tradicional e briquetes, verificou-se que seriam necessários 25 toneladas de briquetes para suprir a necessidade de 48 dias.

Através de pesquisa de mercado, sugeriu-se a compra dos briquetes com um custo de R\$ 300,00/tonelada, totalizando R\$ 7.500,00 para as 25 toneladas, necessárias para 48 dias. Comparando os custos de lenha tradicional e briquetes, ambos entregues no pátio da empresa, obtém-se uma economia de R\$ 1.860,00 viabilizando economicamente.

Quanto a viabilidade ambiental, os briquetes geram menor emissão atmosférica devido ao maior poder calorífico, além de que, são produzidos de madeira de reflorestamento, evitando que a empresa venha a utilizar madeira de derrubada ilegal.

ALTERAÇÃO DO SISTEMA DE LIMPEZA

Atualmente é realizada limpeza manual dos equipamentos, sendo observado grande desperdício de água. Sugere-se a utilização de um sistema de pulverização de espuma, com menor utilização de mão de obra, e boa eficiência na limpeza, sendo viável tecnicamente.

Para o sistema sugerido seriam necessários investimentos na compra de equipamento. Através de pesquisa de mercado, obtiveram-se valores médios de R\$ 50,00 para a pistola de detergente, e R\$ 300,00 para um compressor de modelo adequado para tais atividades.

Através de cálculos obteve-se uma economia de água em torno de 78%, gerando uma economia mensal na conta de água de R\$ 50,96 para a empresa. Atualmente o gasto com produtos químicos de limpeza, gira em torno de R\$ 130,00 mensais, uma vez que a utilização dos mesmos não é padronizada, e de visível desperdício. Neste contexto, o sistema sugerido geraria retorno financeiro em poucos meses.

Ao implantar um sistema de espuma para a limpeza dos equipamentos, obtém-se a redução do consumo de água, por si só uma grande vantagem do ponto de vista ambiental, além de consequentemente menor volume de efluente e carga poluidora inferior devido ao menor uso de produtos químicos.

CONCLUSÃO

As sugestões de produção mais limpa sugeridas para a indústria Laticínios Lactomil, possuem potencial para agregar eficiência no processo de produção. Através de cálculos, obteve-se resultados positivos para uma possível implantação das sugestões.

Caso a empresa tenha interesse em implantar as sugestões, estará produzindo seus produtos gerando menores impactos ambientais e utilizando menores índices de matéria prima e insumos. Este trabalho pode servir de base para outros estudos e projetos de produção mais limpa. Sugere-se estudos em empresas com setor ambiental em pleno funcionamento, onde possam ser sugeridas e implementadas as melhorias, para posterior acompanhamento dos resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARVALHO, G. R. A indústria de laticínios no Brasil: passado, presente e futuro. Circular Técnica (INFOTECA-E). Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 12p. 2010.
2. CNTL. Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Implementação de programas de produção mais limpa. SENAI. Departamento Regional do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2003.
3. CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Relatório do quadro de oferta e demanda da produção de leite brasileira. Brasília, DF, Brasil. 2016.
4. EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Gado de Leite. Brasília, DF, Brasil. 2006.
5. FABBI, L. M.; FRANÇA, R. G.; TOMAZELLI, I. B.; FILLIPINI, T. A. Monitoramento de efluentes de agroindústrias de Chapecó, Santa Catarina. Revista de Ciências Ambientais, Canoas, v. 1, nº 2, p 67-82, 2007.

6. FERNANDES, L. J.; QUALHARINI E. L.; FERNANDES, A. S. da C.; NÓBREGA, M. de J. R. da; Um estudo da produção mais limpa na gestão ambiental. Revista Augustos, v. 20, n. 39, p. 52-64. 2015.
7. MAGANHA, M. F. B. Guia técnico ambiental da indústria de produtos lácteos. CETESB - companhia de tecnologia de saneamento ambiental, São Paulo, 89 p., 2006.
8. MORO, M. F.; ADAMY, A. P. do; Produção mais Limpa como alternativa para o gerenciamento de resíduos em laticínios. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Fortaleza, CE, Brasil. 2015.
9. PEREIRA, G. R.; SANT'ANNA, F. S. P. Uma análise da produção mais limpa no Brasil. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, v 24, p.17-26. 2012
10. PIMENTA, H. C. D.; GOUVINHAS, R. P. Implementação da produção mais limpa na indústria de panificação de Natal-RN. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. ABEPRO. Foz do Iguaçu, PR, Brasil. 2007.
11. VILLA, R. D.; SILVA, M. R. A. da; NOGUEIRA, R. F. P. Potencial de aplicação do processo foto-fenton/solar como pré-tratamento de efluente da indústria de laticínios. Química nova, São Paulo, v. 30, nº 8, 2007.