

Estudos Científicos com Enfoque no Desenvolvimento Sustentável



Organizadores:

Fladimir Fernandes dos Santos
Marco Aurélio Batista de Sousa
Nirlene Fernandes Cechin

Organizadores:

Fladimir Fernandes dos Santos
Marco Aurélio Batista de Sousa
Nirlene Fernandes Cechin

Estudos científicos com enfoque no desenvolvimento sustentável

1a. Edição

**BAGÉ
EDITORA FAITH
2018**

Título: Estudos científicos com enfoque no desenvolvimento sustentável

Organizadores: Fladimir Fernandes dos Santos, Marco Aurélio Batista de Sousa, Nirlene Fernandes Cechin

Edição de Capa: Editora Faith,

Imagem: Fladimir Fernandes dos Santos

Diagramação: Editora Faith

Copyright: ©2018 todos os direitos reservados ao autor, sob encomenda à Editora Faith.

ISBN: 978-85-68221-28-0

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E82 Estudos científicos com enfoque no desenvolvimento sustentável / Fladimir Fernandes dos Santos, Marco Aurélio Batista de Souza, Nirlene Fernandes Cechin, (organizadores). -- Bagé, RS: Faith, 2018. 163 p.

ISBN: 978-85-68221-28-0

1. Estudos científicos

2. Agronegócio

3. Gestão ambiental

4. Meio ambiente

I. Santos, Fladimir Fernandes dos

II. Sousa, Marco Aurélio Batista de

III. Cechin, Nirlene Fernandes IV. Título

CDU:502:338.01

Ficha catalográfica elaborada por Dayse Pestana – CRB10/1100

Direção Geral
Caroline Powarczuk Haubert
Revisão
Editora Faith

Corpo Editorial

Prof. Dr. Alfredo Alejandro Gugliano - UFRGS
Prof. Dr. Dejalma Cremonese - UFRGS
Profª. Dra. Elisângela Maia Pessôa - UNIPAMPA
Prof. Dr. Fernando da Silva Camargo - UFPEL
Prof. Dr. Gabriel Sausen Feil - UNIPAMPA
Profª. Dra. Patrícia Krieger Grossi - PUC-RS
Prof. Dr. Ronaldo B. Colvero - UNIPAMPA
Profª. Dra. Simone Barros Oliveira - UNIPAMPA
Profª. Dra. Sheila Kocourek - UFSM
Prof. Dr. Edson Paniagua - UNIPAMPA
Profª. Dra. Maria de Fátima Bento Ribeiro – UFPEL
Profª. Dra. Danusa de Lara Bonoto – UFFS – CAMPUS CERRO LARGO
Profª. Dra. Érica do Espírito Santo Hermel – UFFS - CAMPUS CERRO
LARGO/RS
Prof. Dr. João Carlos Krause – URI – CAMPUS SANTO ÂNGELO.
Prof. Dr. Márcio Marques Martins -UNIPAMPA - CAMPUS BAGÉ - RS
Prof. Dr. Marcos BARros - UFPE
Profª. Dra. Paula Vanessa Bervian – UFFS- CAMPUS CERRO LARGO/RS
Profª. Dra. Sandra Nonenmacher – IFFAR – CAMPUS PANAMBI

Sumário

APRESENTAÇÃO	6
Capítulo 1 - Expansão do Agronegócio no Bioma Cerrado na Região Centro-Oeste do Brasil: uma Análise sob a Perspectiva da Preservação Ambiental (Sirlei Tonello Tisott, Verônica Schmidt)	8
Capítulo 2 - Comitê Camaquã e Gestão Ambiental: uma Experiência de Mobilização Social para Gestão dos Recursos Hídricos (Juliana Young, Jussara Cruz, Francisco Serdoura, Cristine Schwanke, Beatriz Stoll Moraes)..	28
Capítulo 3 - Determinação de Vazões em Cursos d'água por Diferentes Metodologias: estudo de caso da Microbacia do Arroio Caverá (Mônica Coffferri, Adriana Gindri Salbego)	45
Capítulo 4 - Estudo de Áreas Urbanas Susceptíveis à Inundações na Cidade de Alegrete/RS (Wilber Feliciano Chambi Tapahuasco, Stefanie Almeida dos Santos)	61
Capítulo 5 - Produtividade da Cultura do Sorgo Forrageiro sob Diferentes Regimes de Irrigação com Reúso de Efluente da Suinocultura (Luana Di Verona Ferreira Brasil Appratto, Roberlaine Ribeiro Jorge)	78
Capítulo 6 - Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil: uma Análise em Canteiro de Obras (Peter Jessé Dalla Corte, Fladimir Fernandes dos Santos, Nirlene Fernandes Cechin)	95
Capítulo 7 - Energia Sustentável: Cinza da Casca de Arroz (CCA) para Aplicação em Catalizador na Conversão à Biodiesel (Cristine Machado Schwanke, Juliana Young, Beatriz Stoll Moraes)	113
Capítulo 8 - Estudo Bibliométrico em Logística Reversa no Encontro Nacional de Engenharia de Produção 2005 a 2011 (Ariane Santos Morais, Ettore Pirani, Silvio Paula Ribeiro, Marco Aurélio Batista de Sousa) .	129
Capítulo 9 - Tecnologia Limpa: o caso de Inovação em Gestão Ambiental de um Posto de Abastecimento de Combustíveis (Fabiana dos Santos Pereira Campos, Romero de Albuquerque Maranhão, Rhadassa Maria Sousa, Maria Tereza Saraiva de Souza)	144

APRESENTAÇÃO

O desafio de propor a adoção de práticas que visam contribuir para um modelo de desenvolvimento sustentável também deve fazer parte de pesquisas científicas desenvolvidas no âmbito acadêmico. Entende-se que as Instituições de Ensino Superior estão inseridas em um cenário cuja preocupação com o meio ambiente é vital, seja pelas pesquisas realizadas nos diferentes setores, seja pelo desenvolvimento de trabalhos que visem promover o cumprimento das leis ambientais.

Nesse contexto, discussões a respeito da preocupação com o meio ambiente, assim como a aplicação de práticas sustentáveis, devem ser evidenciadas por meio de pesquisas, para que haja a conscientização da sociedade perante esse problema. Dessa maneira, esse livro possui importância para o cenário atual, pois permitirá mostrar algumas das produções acadêmicas realizadas por pesquisadores de diferentes Instituições de Ensino Superior, assim como os enfoques que têm sido adotados nas pesquisas realizadas.

Diante o exposto, no capítulo 1 deste livro tem-se uma análise da dinâmica de expansão e intensificação das culturas da soja, milho e cana-de-açúcar no Bioma Cerrado, na região Centro-Oeste do Brasil, no período de 1993 a 2012, e sua interface com o ambiente socioeconômico e natural.

No capítulo 2 é apresentada a influência do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Camaquã, localizado no Estado do Rio Grande do Sul, como promotor da gestão integrada e participativa dos recursos hídricos.

O capítulo 3 trata de um estudo sobre a medição de vazão em um curso d'água, localizado na cidade de Alegrete, estado do Rio Grande do Sul, a partir de medições realizadas pelo método do flutuador, molinete hidrométrico modelo OTT C31 e pelo método acústico, com o equipamento OTT Qliner 2.

No capítulo 4 é apresentado um estudo de caso do mapeamento

das áreas urbanas susceptíveis a inundações na cidade de Alegrete, estado do Rio Grande do Sul, com o intuito de definir os fatores específicos que influenciam nas inundações, os problemas e impactos gerados, a dimensão das áreas inundadas, além de propor possíveis medidas mitigadoras.

No capítulo 5 tem-se uma análise da produção de matéria seca do sorgo forrageiro, sob diferentes regimes de irrigação e adubação, utilizando efluente da suinocultura, semeado sobre cobertura de solo com aveia preta dessecada. O experimento foi conduzido na casa de vegetação da Universidade Federal do Pampa – Campus Alegrete.

O capítulo 6 aborda a forma como algumas empresas do setor da construção civil estão tratando do gerenciamento dos resíduos gerados no canteiro de obras, tendo como base a legislação e as normas vigentes no Brasil.

No capítulo 7 tem-se uma avaliação da viabilidade de utilização de cinza de casca de arroz (CCA) na produção de catalizadores para ser utilizado na produção de combustível alternativo, o biodiesel.

O capítulo 8 enfocou, por meio de um estudo realizado entre as publicações no Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), no período de 2005 a 2011, na área de logística reversa, a contribuição dos principais pesquisadores na área estudada.

O capítulo 9 traz uma análise da influência da implementação de tecnologias limpas em uma organização de combustíveis na redução do impacto ambiental negativo de seus resíduos e emissões, bem como do uso de recursos naturais.

Aos autores dos capítulos publicados nesse livro, nossos agradecimentos, por toda dedicação e empenho para que esta publicação pudessem ser realizada, com votos de muito sucesso.

Fladimir Fernandes dos Santos
Marco Aurélio Batista de Sousa
Nirlene Fernandes Cechin
Organizadores

Capítulo 1

Expansão do Agronegócio no Bioma Cerrado na Região Centro-Oeste do Brasil: uma Análise sob a Perspectiva da Preservação Ambiental

Sirlei Tonello Tisott ¹
Verônica Schmidt ²

RESUMO

O Brasil está em evidência frente a questões que envolvem o desenvolvimento agrícola e programas de preservação ambiental, destacando-se mundialmente como um dos principais países produtores de alimentos e domínio de regiões prioritárias de conservação, que concentram altos níveis de biodiversidade. O objetivo deste estudo é analisar a dinâmica de expansão e intensificação das culturas da soja, milho e cana-de-açúcar no bioma cerrado na região Centro-oeste do Brasil, no período de 1993 a 2012, e sua interface com o ambiente socioeconômico e natural. A partir dos dados secundários, constatou-se uma tendência crescente de expansão e intensificação da atividade agrícola no bioma cerrado. O agronegócio gerou benefícios socioeconômicos e colaborou para a redução do *déficit* mundial de alimentos, no entanto, também contribuiu na redução da vegetação original. Mato Grosso do Sul e Goiás

¹ Doutora em Agronegócio pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Professora da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS – nas áreas de auditoria contábil, contabilidade e gestão ambiental, responsabilidade social e sustentabilidade. E-mail: sirlei.tonello@yahoo.com.br

² Doutora em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Professora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e orientador no PPGAgronegócio, atuando nas áreas de saneamento aplicado à saúde animal, gestão em resíduos de saúde, produção e manejo de pequenos ruminantes, agronegócio, gestão ambiental. E-mail: veronica.schmidt@ufrgs.br

apresentam os menores níveis de vegetação natural remanescente, permanecendo apenas 23,9% e 34,5%, respectivamente.

Palavras-chave: Desenvolvimento agrícola. Desenvolvimento socioeconômico. *Stakeholders*. Biodiversidade.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil está em evidência frente a questões que envolvem o desenvolvimento agrícola e programas de preservação ambiental, destacando-se mundialmente como um dos principais países produtores de alimentos e domínio de regiões prioritárias de conservação que concentram e hospedam altos níveis de biodiversidade.

O agronegócio brasileiro experimenta oportunidades consideráveis de desenvolvimento, tendo em vista a alta demanda de alimentos e produção de biocombustíveis, no entanto, também vivencia o desafio de equilibrar a produção agrícola com a preservação do meio ambiente. A expansão e intensificação da produção podem ser associadas a efeitos ambientais negativos, incluindo desflorestamento, perda da biodiversidade, poluição de águas subterrâneas e erosão do solo (BRUSSAARD et al., 2010, FAO, 2013).

Assim, “a sociedade enfrenta o desafio de desenvolver estratégias que reduzam os impactos ambientais negativos do uso da terra em vários serviços e escalas, mantendo os benefícios sociais e econômicos” (FOLEY et al., 2005, p. 572).

Na década de 1970 iniciou o processo de ocupação da região Centro-oeste do Brasil que, originalmente, apresentava grande parte coberta pelo bioma cerrado. Com a expansão da atividade agrícola e pecuária, houve uma redução significativa da vegetação nativa, permanecendo apenas 38,4% até o ano de 2010. Atualmente, o bioma cerrado é considerado como um *hotspots* mundial (MYERS, 2000), demandando proteção e gerenciamento.

A teoria dos *stakeholders* é uma abordagem de gestão estratégica e

“ênfatiza a gestão ativa do ambiente de negócios, relacionamentos e promoção de interesses comuns” (FREEMAN; MCVEA, 2001, FREEMAN et al., 2010). Nesse estudo, destacam-se interesses comuns que envolvem o agronegócio, a sociedade, o meio ambiente, o setor governamental, centros de pesquisa científica, sendo que as partes envolvidas são denominadas de *stakeholders* (FREEMAN; MCVEA, 2001, CLIFTON; AMRAN, 2011).

Diante desse contexto de expansão e visibilidade do agronegócio no Brasil Central e preocupações de preservação do *habitat* natural e da biodiversidade, o objetivo desse artigo é analisar a dinâmica de expansão e intensificação das culturas da soja, milho e cana-de-açúcar no bioma cerrado na região Centro-oeste do Brasil, no período de 1993 a 2012, e sua interface com o ambiente socioeconômico e natural.

Essa investigação, com recorte longitudinal (RICHARDSON, 1999) e fundamentada em dados secundários, se justifica tendo em vista que, nas duas décadas em análise a produção agrícola aumentou expressivamente, resultante da expansão da área plantada e da produtividade. A região Centro-oeste do Brasil ampliou sua área plantada, passando de aproximadamente 7 milhões de hectares para 20 milhões de hectares, um aumento de 186%, contribuindo com 30% dos 47% de crescimento ao nível de Brasil (IBGE, 2013). O agronegócio brasileiro participou com um desempenho acima da média mundial e se tornou líder de produtividade agrícola na América Latina e Caribe (OECD, 2013).

A próxima seção apresenta conceitos sobre a teoria dos *stakeholders*, uma abordagem de gestão estratégica das partes interessadas que envolvem grupos humanos e não humanos, entre eles: a sociedade, as organizações, o ambiente natural, biodiversidade.

2. TEORIA DOS *STAKEHOLDERS*

Em 1980 emergiu a abordagem de *stakeholder*, sendo que, o livro de Freeman, de 1984, “Gestão estratégica – uma abordagem dos *stakeholders*”, representa o estudo central que deu o seu impulso a esta

abordagem (CLIFTON; AMRAN, 2011).

A definição de *stakeholders* envolve uma ou diversas partes interessadas, grupo ou indivíduo que afeta ou pode afetar a realização dos objetivos de uma organização. Cabe dizer que a definição atribuída por Freeman, em 1984, é a mais utilizada (FREEMAN; MCVEA, 2001). A abordagem tem o objetivo de gerenciar os diferentes grupos de interesse e os relacionamentos resultantes de uma forma estratégica (FREEMAN; MCVEA, 2001).

De acordo com Clifton e Amran (2011), uma organização existe para o benefício de um número de *stakeholders* e não apenas aos acionistas/proprietários. Este número pode ser representado por duas visões: a) Visão estreita - parte humana, geralmente inclui acionistas, financiadores, empregados, clientes, fornecedores, comunidades locais e o governo – são os *stakeholders* primários, e os *stakeholders* secundários derivados do grupo anterior, com interação indireta; b) visão ampla – partes humanas e não humanas (incluindo espécies, ecossistemas, gerações futuras).

A teoria dos *stakeholders* é uma abordagem de gestão estratégica e “ênfatisa a gestão ativa do ambiente de negócios, relacionamentos e promoção de interesses comuns” (FREEMAN et al., 2010). Um processo estratégico que busca reforçar as relações a médio e longo prazo, incentivando os gestores a olharem para fora da organização, identificar e investir nos *stakeholders*. O gerenciamento deve ser construído em parceria com os *stakeholders* e envolve a comunicação, negociação, contratação, gestão e motivação (FREEMAN; MCVEA, 2001).

Essa abordagem amplia a visão de maximização de lucro e inclui interesses e reivindicações de outros grupos não societários. Assim, tentam-se identificar quais são as partes interessadas que merecem ou exigem a atenção. Mitchell et al. (1997) colabora com a abordagem ressaltando que, para a identificação dos *stakeholders* é necessário a avaliação sistemática das partes interessadas em termos da ausência ou presença de atributos de poder, legitimidade e urgência. Qualquer grupo que possua um desses atributos em relação à organização é um *stakeholder* e deve receber a atenção (CLIFTON; AMRAN, 2011).

Um dos atributos para mapear os *stakeholders* é o poder

(MITCHELL et al., 1997). O *stakeholder* tem o poder na medida em que tem ou pode ter acesso aos meios coercitivo (força, retenção), utilitário (recursos materiais ou financeiros) ou normativo (regulatório). Quanto ao atributo urgência, a primeira questão a esclarecer é urgente para quem? A resposta na literatura tende a favorecer a urgência para a parte interessada (MITCHELL et al., 1997). A legitimidade das reivindicações de uma das partes interessadas é a percepção de que as ações de uma entidade são desejáveis ou apropriados dentro de algum sistema socialmente construído de normas, valores e crenças (CLIFTON; AMRAN, 2011).

O ambiente natural (biomas) é um *stakeholder* do agronegócio, classificado como *stakeholder* não humano, que vem demandando estratégias de preservação. O aumento de produtividade por unidade de terra, o uso de fertilizantes, o aumento e manutenção de matéria orgânica no solo em áreas de cultivo, as práticas agroflorestais, são exemplos de estratégias de manejo da terra que geram benefícios ambientais, sociais e econômicos (FOLEY et al., 2005, SCHROTH; MCNEELY, 2011).

De acordo com Ewert et al. (2005), a demanda crescente de alimentos no século 21 só pode ser satisfeita por meio de aumento na área de produção ou com o aumento de produtividade. Os autores reforçam que uma das estratégias para obter maiores rendimentos é a utilização de tecnologias, que inclui mecanização, pesticidas, herbicidas, conhecimento agrônomo, desenvolvimento de variedades de maior rendimento.

De acordo com Azevedo (2010), analisar como o agronegócio está se preparando para se posicionar e agir estrategicamente diante desses fatores é importante para o futuro das atividades produtivas, visto que, “os agricultores não são os únicos interessados na agricultura”. O processo envolve diversos grupos de interesse – os *stakeholders* e conhecer quem são estes, no agronegócio, e estabelecer diálogo é fundamental para promover o conhecimento coletivo e propor acordos entre as partes (BRUSSAARD et al. 2010).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo é de natureza exploratória, qualitativa e quantitativa (CRESWELL, 2010), seguindo a estratégia de revisão bibliográfica e coleta de dados secundários através do tempo, numa perspectiva longitudinal (RICHARDSON, 1999), forneceram subsídios para discussão e análise do tema proposto, elementos à identificação da expansão e intensificação do agronegócio na região e caracterização do bioma cerrado. Os dados foram obtidos em banco de dados divulgados por instituições como:

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): série histórica da área, produção e produtividade das lavouras temporárias (soja, milho e cana-de-açúcar) no período de 1993 a 2012.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (MMA) e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA): Relatório Técnico de Monitoramento do Desmatamento no Bioma Cerrado, 2002 a 2008 e 2010.

A escolha das variáveis soja, milho e cana-de-açúcar foram definidas a partir do *ranking* da área de terra com plantio de lavoura temporária, sendo que as três culturas totalizam 89,5% de ocupação da terra em relação ao total das lavouras temporárias (IBGE, 2013), destacando alta representatividade tanto em área plantada quanto em volume de produção.

A delimitação geográfica do bioma não se ajusta com a divisão territorial do Brasil, necessitando alguma estratégia para relacionar estatísticas existentes nos banco de dados com os biomas chegando a uma aproximação dos dados. Nesse caso, foram identificadas as microrregiões dos estados do Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul e segregadas as que pertencem, total ou parcialmente ao bioma cerrado. Outros estudos já utilizaram esse critério de aproximação de dados, sendo que um deles é a pesquisa realizada por Silveira Cunha et al. (2008).

As ferramentas do Excel foram utilizadas para sistematização dos

dados e elaboração de estatísticas e gráficos. Foram analisadas as séries históricas verificando a tendência da atividade, por meio do Modelo de Tendência Linear (ANDRADE; OGLIARI, 2010).

4. A OCUPAÇÃO ANTRÓPICA DO BIOMA CERRADO

O bioma cerrado é o segundo maior bioma terrestre brasileiro e abrange cerca de 24% do território nacional com uma área total de 2.039.386 km², incidindo sobre os estados do Mato Grosso, Minas Gerais, Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul, Maranhão, Bahia, Piauí, São Paulo, Paraná, Rondônia e Distrito Federal de forma contínua, além de encaves em domínios vizinhos como no Amazonas, Roraima e Amapá (MMA-IBAMA, 2011). A Figura 1 ilustra a delimitação geográfica dos diferentes biomas terrestres brasileiros e segrega a região Centro-oeste que representou um recorte para a coleta de dados nesse estudo.

Figura 1 – Mapa do Brasil: bioma cerrado/região Centro-oeste



Fonte: Elaborado pelos autores com imagens do Google³

³ Mapa de Biomas e Vegetação. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/images/biomas_grf01.gif. Acesso em: 10/04/2018.

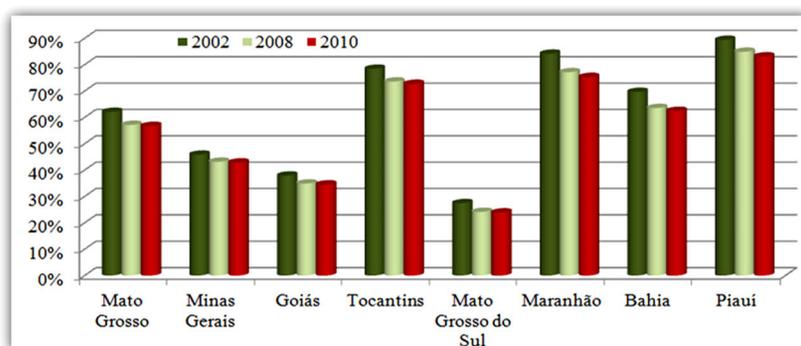
Região Centro Oeste. Disponível em: <https://escolakids.uol.com.br/public/images/legenda/9fdb8b0f01f0c47343359870ef527fb1.jpg>. Acesso em: 10/04/2018.

A intensificação do ciclo de ocupação do cerrado ocorreu a partir da década de 1970 com o deslocamento da capital do Brasil, do Rio de Janeiro para Brasília, que ganhou novo impulso com a instituição de políticas públicas e ações de ocupação do território e desenvolvimento do Brasil Central. O estado foi o principal agente das mudanças, com apoio financeiro, tecnológico, incentivos fiscais, subsídios à exportação e investimentos em infraestrutura (eletrificação rural, implantação de sistemas de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas, construção de rodovias), visando à integração produtiva da região do cerrado ao mercado nacional e internacional. O fluxo migratório teve origem, principalmente, das regiões Sul e Sudeste do país abrindo caminhos e formação dos primeiros povoamentos para a expansão do agronegócio (EMBRAPA, 2013, MATOS; PESSÔA, 2011).

Os baixos preços da terra, o relevo mais plano, a regularidade climática e as políticas públicas de desenvolvimento impulsionaram a expansão do agronegócio no Brasil Central. A agricultura intensiva na região do cerrado caracteriza-se pela produção em grande escala, associada a condições tecnológicas avançadas, como o alto grau de mecanização, irrigação, novas variedades de sementes, insumos, manejo do solo, entre outros (REZENDE, 2002, EWERT et al., 2005).

Em decorrência dessas condições favoráveis para a expansão da agricultura na região do cerrado, foram registrados crescentes níveis de redução da vegetação natural do bioma. Assim, a Figura 2 demonstra esses índices ao longo do período de 2002 a 2010.

Figura 2 – Gráfico da vegetação original remanescente no bioma cerrado



Fonte: Dados do MMA e IBAMA (2009, 2011)

Destaca-se que o cerrado, na região Centro-oeste do Brasil, apresenta o maior grau de desflorestamento com uma taxa de 61,6%, permanecendo apenas 38,4% da vegetação nativa (índice inferior à média geral do cerrado que é de 50,84%). No entanto, o contrário é observado na região MaToPiBa, que apresenta maior nível de vegetação original remanescente. A região MaToPiBa corresponde aos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, considerada a nova fronteira agrícola do país.

Ao analisar essas informações por estados que compõe a região Centro-oeste, evidenciam-se os seguintes índices de desflorestamento até o ano de 2010: 76,1% (remanescente 23,9%) em Mato Grosso do Sul, 65,5% (remanescente 34,5%) em Goiás e 43,3% (remanescente 56,7%) em Mato Grosso. A reserva legal para a proteção em terras privadas no cerrado corresponde a 20%, e 35% em áreas de cerrado na Amazônia Legal (MMA, 2013). Com isso, observam-se alertas quanto aos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul, visto que a maior parte da vegetação nativa em biomas brasileiros encontra-se dentro de terras privadas (FERREIRA et al., 2012) e os índices de vegetação remanescente nestes estados estão atingindo os limites da reserva legal.

Considerado como um *hotspots* mundial, o bioma cerrado é uma das 25 regiões prioritárias de conservação e que concentram altos níveis de biodiversidade (MYERS, 2000). De acordo com Klink e Machado (2005), o cerrado possui a mais rica flora com mais de 7.000 espécies e um alto nível de endemismo, 199 espécies de mamíferos e 837 de aves. Queiroz (2009) destaca que há muitas incertezas quanto às estimativas numéricas da biodiversidade, salientando que há escassez de dados estatísticos e incipientes iniciativas de gestão pública ambiental, algumas ações são identificadas em prol da preservação da biodiversidade do cerrado: identificação de 431 áreas prioritárias no cerrado, das quais 181 são protegidas e 237 áreas são consideradas de importância biológica extremamente alta e grupo de trabalho do Programa Cerrado Sustentável (MMA, 2013); programas específicos voltados para a conservação do cerrado da Conservação Internacional (CI-Brasil), a *The Nature*

Conservancy (TNC) e a WWF-Brasil (KLINK; MACHADO, 2005).

O agronegócio é fator fundamental para o processo de desenvolvimento socioeconômico, principalmente de países em desenvolvimento. A expansão da agricultura e uso de tecnologias modernas levou o agronegócio brasileiro a apresentar indicadores significativos de participação na economia nacional e também de inserção no cenário internacional, destacando-se entre os principais países agroexportadores (QUEIROZ, 2009; KLINK; MACHADO, 2005). Em 2012, o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio representou 22,24% do PIB brasileiro (CEPEA, 2013) e, no mesmo período, o total das exportações brasileiras contou com a participação de 39,5% do agronegócio (MAPA, 2013).

Quanto ao aspecto social, o agronegócio também contribuiu para o desenvolvimento, elevando os índices sociais. A média do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) na região Centro-oeste, composta pelos estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Distrito Federal, passou de 0,510 para 0,753, no período de 1991 a 2010 (PNUD, 2013).

5. EXPANSÃO E INTENSIFICAÇÃO DAS LAVOURAS NO BIOMA CERRADO

O ranking do uso da terra para a produção agrícola de lavouras temporárias, na região Centro-oeste do Brasil, concentra-se principalmente em três culturas que representam 89,5% em 2012, sendo que a soja ocupa 56,3%, o milho 27,7% e a cana-de-açúcar 7,5% (IBGE, 2013). A Tabela 1 evidencia os números da expansão (área plantada em hectares) da produção (em toneladas) e da intensificação da agricultura (produtividade em toneladas por hectare – t/ha), correspondente ao período de 1993 a 2012.

Tabela 1 – Produção, área plantada e produtividade da soja, milho e cana-de-açúcar

Ano	SOJA**			MILHO**			CANA-DE-AÇÚCAR**		
	Produção (t)	Área (ha)	t/ha*	Produção (t)	Área (ha)	t/ha*	Produção (t)	Área (ha)	t/ha*
1993	5,202,740	2,305,744	2.3	3,329,388	955,350	3.5	9,418,021	150,433	62.6
1994	5,892,734	2,566,189	2.3	4,106,706	1,191,245	3.4	10,318,857	147,279	70.1
1995	5,415,092	2,595,158	2.1	4,632,325	1,165,906	4.0	10,742,985	167,612	64.1
1996	5,046,761	2,111,532	2.4	4,858,274	1,169,165	4.2	11,989,555	172,029	69.7
1997	5,901,217	2,317,115	2.5	5,214,933	1,287,103	4.1	11,896,318	169,452	70.2
1998	7,423,114	2,889,591	2.6	3,570,783	995,859	3.6	14,179,779	202,629	70.0
1999	7,438,297	2,766,930	2.7	4,559,881	1,196,469	3.8	13,303,926	209,134	63.6
2000	8,427,540	2,987,507	2.8	4,592,722	1,164,418	3.9	13,856,048	205,878	67.3
2001	8,424,893	3,001,357	2.8	5,592,801	1,217,040	4.6	14,205,973	191,867	74.0
2002	10,502,919	3,596,985	2.9	4,546,994	971,230	4.7	16,614,407	275,553	60.3
2003	11,845,326	4,101,187	2.9	5,159,247	1,004,929	5.1	17,935,479	246,961	72.6
2004	12,283,150	4,879,438	2.5	4,964,688	925,688	5.4	19,418,173	265,826	73.0
2005	13,296,870	5,228,634	2.5	4,183,807	838,583	5.0	20,724,489	287,141	72.2
2006	11,573,112	4,773,304	2.4	5,018,346	978,531	5.1	25,012,847	326,390	76.6
2007	11,855,818	4,172,026	2.8	6,490,505	1,235,720	5.3	28,788,875	372,267	77.3
2008	13,030,429	4,293,425	3.0	8,109,349	1,347,604	6.0	40,733,150	527,396	77.2
2009	13,490,103	4,520,150	3.0	8,030,477	1,347,350	6.0	53,122,455	664,696	79.9
2010	14,516,597	4,807,658	3.0	8,259,480	1,366,221	6.0	57,456,912	722,836	79.5
2011	15,002,013	4,992,528	3.0	8,999,276	1,437,852	6.3	64,050,673	856,962	74.7
2012	16,276,424	5,210,836	3.1	14,386,455	1,866,688	7.7	69,476,824	915,257	75.9

Fonte: Elaborado com dados do SIDRA-IBGE

* t/ha – representa a produtividade

** Dados referentes a delimitação geográfica do bioma cerrado na Região Centro-Oeste do Brasil

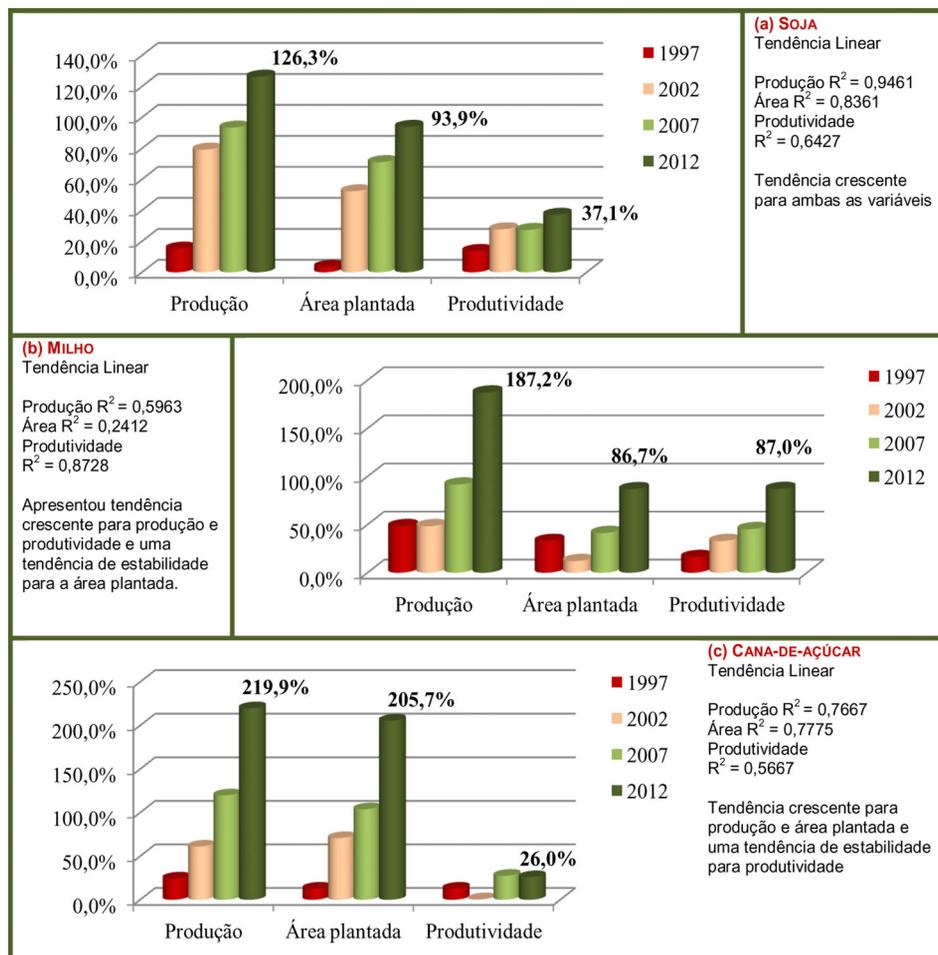
Na Figura 3(a) soja, observa-se que o crescimento acumulado é mais acentuado na produção com um percentual de 126,3% e menos acentuado na produtividade com 37,1%. A área plantada contribui com 72% no aumento da produção, enquanto que a produtividade representou 28%. Esta cultura apresenta uma tendência linear crescente em ambas as variáveis.

O milho apresenta uma tendência linear crescente na produção e produtividade, enquanto que a área plantada se manteve, estatisticamente, com uma tendência de estabilidade. Na Figura 3(b) milho, pode-se observar que na primeira década, do período analisado, houve uma retração da área plantada de milho, que possivelmente levou a esta tendência. No entanto, os dados da Tabela 1, evidenciam que esta tendência começou a se reverter nos últimos anos, a partir de 2007.

A produtividade do milho é destaque entre as três culturas e o crescimento acumulado da produção conta com a participação de aproximadamente 50% com o aumento da área plantada e 50% com o au-

mento da produtividade. O aumento de produtividade resultou de esforços científicos com o melhoramento genético, nutrição de plantas e proteção das culturas, apoiado pelo desenvolvimento de tecnologias para a mecanização e irrigação (FOLEY et al., 2005, BRUSSAARD et al., 2010).

Figura 3 – Gráfico do crescimento acumulado da produção, área e rentabilidade



Fonte: Dados da pesquisa

A cana-de-açúcar apresenta tendência linear de estabilidade para a variável produtividade, enquanto que a tendência da produção e área plantada é significativamente crescente. A Figura 3(c) cana-de-açúcar, ilustra um crescimento acumulado da produção de 219,9%, sendo que a expansão da área plantada contribuiu com 89% e a produtividade com 11%. Das três culturas, a cana-de-açúcar representa a que menos contribuiu em termos de produtividade.

Para as três culturas a evolução da área plantada foi a que mais contribuiu no aumento da produção, porém, associado à produtividade, com níveis mais elevados para a cultura do milho e menos elevado para a soja e a cana-de-açúcar. O panorama aqui apresentado retrata uma região designada como fronteira agrícola. Uma fronteira agrícola caracteriza-se pela expansão e intensificação da agricultura – aumento de área plantada associado ao aumento de produtividade (BARRETTO, 2013).

Em resumo, destaca-se que entre as três culturas, a cana-de-açúcar apresenta o menor rendimento durante o período analisado. A soja apresenta uma tendência crescente mais equilibrada em todas as variáveis e a menor expansão da área plantada concentra-se no cultivo do milho. A cana-de-açúcar, apesar de apresentar o maior índice de expansão, é a cultura que utiliza a menor quantidade de terra, sendo que, na delimitação geográfica do bioma cerrado na região Centro-oeste, dos 7.992.781 hectares de terra ocupados com as três culturas, 65% foram destinados, em 2012, ao plantio de soja, 23% ao plantio do milho e 11% à cana-de-açúcar.

6. A INTERFACE DO AGRONEGÓCIO NO BIOMA CERRADO REGIÃO CENTRO-OESTE COM O MEIO SOCIOECONÔMICO E NATURAL

De acordo com Brussaard et al. (2010), a biodiversidade está reduzindo, em grande parte causada pela expansão das áreas agrícolas, ao mesmo tempo a insegurança alimentar é um importante e crescente problema atingindo mais de 1 bilhão de pessoas. A expansão e intensifica-

ção da produção podem ser associadas a efeitos ambientais negativos, incluindo desflorestamento, perda da biodiversidade, poluição de águas subterrâneas e erosão do solo (BRUSSAARD et al., 2010, FAO, 2013).

Essas constatações levam a alguns questionamentos: Quais regiões demandam maior atenção para a identificação de áreas prioritárias de conservação, gestão e monitoramento? Quais regiões oferecem oportunidade de expansão para as atividades agrícolas? Expandir área plantada ou preservar *habitat* natural, o que é urgente? Investir em tecnologias como estratégia de intensificação agrícola? As práticas agroflorestais geram benefícios econômicos, sociais e ambientais? Quem são os *stakeholders* do agronegócio? A partir disso, e considerando que “os agricultores não são os únicos interessados na agricultura” (BRUSSAARD et al., 2010), sugere-se que estas e outras questões, interesses, desafios e oportunidades sejam discutidos numa agenda única entre os principais grupos de interesses – os *stakeholders*. O Quadro 1 apresenta uma síntese da pesquisa, estabelecendo ligações do agronegócio com o ambiente natural e socioeconômico.

Quadro 1 – Interface do agronegócio com o meio socioeconômico e natural

Ambiente natural	Bioma cerrado Região Centro-oeste	<ul style="list-style-type: none"> - Crescentes níveis de redução da vegetação natural do bioma. - Vegetação remanescente 38,4%. - Possui a mais rica flora com mais de 7.000 espécies, 199 espécies de mamíferos e 837 de aves (Klink e Machado, 2005). - Incipientes iniciativas de gestão pública ambiental (QUEIROZ, 2009).
Agronegócio ↔	Bioma cerrado	Desafios estratégicos de produção x preservação
Agronegócio	Dinâmica do cultivo da soja, milho e cana-de-açúcar no bioma cerrado na região Centro-oeste	<ul style="list-style-type: none"> - Intensificação da ocupação do cerrado a partir de 1970. - Baixos preços da terra, o relevo mais plano, a regularidade climática. - Uso da terra (lavouras temporárias): a soja ocupando 56,3%, o milho 27,7% e a cana-de-açúcar 7,5% (IBGE, 2013). - Crescimento acumulado: <ul style="list-style-type: none"> - Soja: produção 125,3%, área plantada 93,9%, produtividade 37,1% - Milho: produção 187%, área plantada 86,7%, produtividade 87% - Cana-de-açúcar: produção 219,9%, área 205,7%, produtividade 26%
Agronegócio ↔	Socioeconômico	Oportunidades estratégicas de produção x desenvolvimento
Ambiente socioeconômico	Indicadores socioeconômicos	<ul style="list-style-type: none"> - PIB do agronegócio representou 22,24% do PIB brasileiro, em 2011 (CEPEA, 2013). - Exportação brasileira contou com a participação de 39,5% do agronegócio (MAPA, 2013). - Crescimento do IDHM, de 0,510 para 0,753, no período de 1991 a 2010 (PNUD, 2013). - Inserção no cenário internacional - um dos principais países agroexportadores de alimentos. Abastecimento mundial de alimentos.

Fonte: Dados da pesquisa

As relações e comunicações entre esses grupos de interesses são denominadas diálogo entre os *stakeholders* e podem ser classificadas em diálogo político, multi-*stakeholders* e corporativo, envolvendo os seguintes grupos de interesse: corporações, Organizações não governamentais (Ongs) nacionais e internacionais, pesquisadores, governantes, fornecedores, consumidores/mercado, empregados, sociedade, cidadãos (AZEVEDO, 2010). Esses são considerados grupos que também possuem interesses comuns sobre a agricultura, que visam reforçar as relações de médio e longo prazo e envolvem a comunicação, negociação, contratação, gestão e motivação (FREEMAN et al., 2010; FREEMAN; MCVEA, 2001). Conhecer quem são os *stakeholders* do agronegócio e estabelecer diálogo é fundamental para promover o conhecimento coletivo e propor acordos entre as partes.

O diálogo entre os *stakeholders* possibilita criar suporte para a formulação de políticas, leis e normatizações, criar acordos nacionais e internacionais, demonstrar abertura e vontade para trocas de experiências e diferentes pontos de vista (AZEVEDO, 2010). Além disso, são necessários maiores esforços de investigação e decisões políticas envolvendo-se o mais rápido possível na identificação, avaliação e comunicação das questões ambientais e possíveis soluções gerenciais.

No Quadro 2 destacam-se demandas socioeconômicas e naturais, oportunidades e desafios para o agronegócio encontrados pela análise dos dados.

Quadro 2 – Participação ativa dos *stakeholders* na formulação de estratégias

Demandas socioeconômicas e naturais	Stakeholders Diálogo	Agronegócio	Estratégias	Resultados esperados pelo meio socioeconômico e natural
<ul style="list-style-type: none"> - Déficit mundial de alimentos - Produção de biocombustíveis - Desenvolvimento socioeconômico - Preservação do bioma cerrado 		<ul style="list-style-type: none"> Oportunidades Desafios 	<ul style="list-style-type: none"> Onde expandir? Expandir ou intensificar a produção? Quais são as áreas prioritárias de conservação? O que monitorar? O que é urgente? 	<ul style="list-style-type: none"> - Mais renda - Mais emprego - Aumento PIB do agronegócio - Aumento exportações - Mais alimentos - Preservação do <i>habitat</i> natural - Preservação da biodiversidade - Áreas prioritárias conservação - Minimização de impactos

Fonte: Elaborado pelos autores

É essencial reduzir a lacuna existente entre investigação e política, fornecendo maiores incentivos à pesquisa que contribuam para conciliar produção agrícola e conservação ambiental no Brasil (FERREIRA et al., 2012).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo revela que é crescente a expansão e intensificação da atividade agrícola no bioma cerrado na região Centro-oeste, também demonstra sua importância para o meio socioeconômico, melhorando os indicadores econômicos e sociais da região e do Brasil, além de contribuir para minimizar o *déficit* mundial de alimentos. A intensificação da ocupação do cerrado na região Centro-oeste começou na década de 1970, no entanto, os números demonstram que a região ainda pode ser considerada como uma “fronteira do agronegócio” apresentando indicadores crescentes de expansão nos últimos 20 anos.

O agronegócio gerou benefícios socioeconômicos, como aumento de renda, desempenho positivo nas agroexportações e colaborou para a redução do *déficit* mundial de alimentos, no entanto, também contribuiu na redução da vegetação original do bioma cerrado.

Nos estados do Mato Grosso do Sul e Goiás é necessária mais atenção, visto que eles apresentam os menores níveis de vegetação natural remanescente, permanecendo apenas 23,9% e 34,5%, respectivamente. O contrário é observado na região MaToPiBa, que apresenta o maior nível de vegetação original remanescente no bioma cerrado. Assim, como consequência do esgotamento das terras agrícolas na região Centro-oeste, uma nova fronteira agrícola é visualizada na região MaToPiBa, merecendo novas investigações e atenção científica no intuito de colaborar com políticas e ações de desenvolvimento agrícola, socioeconômico e de preservação ambiental.

O desafio de manter níveis adequados de biodiversidade conciliando com a crescente demanda de alimentos envolve mudanças significativas nas políticas, instituições e práticas (BRUSSAARD et al., 2010). Para tanto, a participação ativa e o diálogo entre os *stakeholders* é funda-

mental para promover o conhecimento coletivo, propor acordos entre as partes, formular políticas de desenvolvimento alinhadas a políticas de preservação, de minimização de impactos e estabelecimento de estratégias de curto, médio e longo prazo.

O estudo apresentou enfoque científico sob a perspectiva dos *stakeholders* com contribuição interdisciplinar, um olhar holístico de abrangência mundial, com foco regional na agricultura e no bioma cerrado no Centro-oeste do Brasil. A partir desse contexto, foram identificados oportunidades e desafios para o agronegócio que requerem diálogo e participação ativa dos *stakeholders* na promoção de conhecimento coletivo e formulação de políticas que integrem interesses comuns.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, D. F.; OGLIARI, P. J. **Estatística para as ciências agrárias e biológica**: com noções de experimentação. Florianópolis: Ed da UFSC. 470p., 2010.

AZEVEDO, D. B. **Diálogos entre *stakeholders* em redes de organizações de agronegócio na busca da mitigação dos efeitos da mudança climática**: o caso do Instituto Agronegócio Responsável – Ares. 278p. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, 2010.

BARRETTO, A.G.O.P. **Agricultural land-use expansion dynamics in Brazil**. 147p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, 2013.

BRUSSAARD, L. et al., 2010. Reconciling biodiversity conservation and food security: scientific challenges for a new agriculture. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, 2, p.34-42.

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Publicações**. 2013. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/indicador/>>. Acesso em: nov. de 2013.

CLIFTON, D.; AMRAN, A. The stakeholder approach: a sustainability perspective. **Journal of Business Ethics**. 16 p., 2011.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quan-

titativo e misto. Tradução de Magda França Lopes. Porto Alegre: Sage, 2010.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa cerrado**. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/uniidade/ocerrado/>>. Acesso em: nov. de 2013.

EWERT, F. et al. Future scenarios of European agricultural land use: estimating changes in crop productivity. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. 107, p.101-116, 2005.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAO statistical yearbook 2013**. Rome. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/>>. Acesso em: nov. de 2013.

FERREIRA, J. et al. Towards environmentally sustainable agriculture in Brazil: challenges and opportunities for applied ecological research. **Journal of Applied Ecology**. 49, p.535-541, 2012.

FOLEY et al. Global consequences of land use. **Science**. 309 (July), p.570-574, 2005.

FREEMAN, R.E. et al. **Stakeholder theory: the state of the art**. e-Book, 2010. Disponível em: <www.cambridge.org/9780521190817>. Acesso em: nov. de 2013.

FREEMAN, R.E.; MCVEA, J. A stakeholder approach to strategic management. **Darden Business School Working Paper**, nº 01-02, 2001. Disponível em: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=263511>. Acesso em: nov. de 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/agropecuaria/censoagro/2006/>>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: nov. de 2013.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do cerrado brasileiro. **Revista Megadiversidade**. 1, p.147-155, 2005.

MAPA – *Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*. **Balança comercial brasileira e balanço comercial do agronegócio: 1989 a 2012**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/internacional/indicadoreseestatisticas/balancacomercial>>. Acesso em: nov. de 2013.

MATOS, P.F.; PESSÔA, V.L.S. A modernização da agricultura no Brasil e os novos usos do território. **Revista Geo UERJ**. 2 (22), p.290-322, 2011.

MITCHELL, K. et al. Toward a theory of stakeholder identification and salience: defining the principle of who and what really counts. **Academy of Management Review**. 22 (4), p.853-886, 1997.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Conservação e uso sustentável**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado/conservacao-e-uso-sustentavel>>. Acesso em: nov. de 2013.

MMA-IBAMA - Ministério do Meio Ambiente e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2011. **Monitoramento do Bioma Cerrado 2009-2010**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/florestas/controle-e-prevencao-do-desmatamento>>. Acesso em: Nov. de 2013.

MMA-IBAMA - Ministério do Meio Ambiente e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2009. **Relatório técnico de monitoramento do desmatamento no bioma cerrado – 2002 a 2008**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/florestas/controle-e-prevencao-do-desmatamento>>. Acesso em: nov. de 2013.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. 403, p.853-858, 2000.

OECD - Organisation for economic co-operation and development, 2013. Disponível em: <<http://www.oecd-ilibrary.org/economics>>. Acesso em: nov. de 2013.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Ranking IDHM Unidades da Federação 2010**. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/Ranking-IDHM-UF-2010.aspx>>. Acessado em: nov. de 2013.

QUEIROZ, F. A. Impactos da sojicultura de exportação sobre a biodiversidade do cerrado. **Revista Sociedade e Natureza** 21 (2), p.193-209, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/13v21n2.pdf>>. Acesso em: nov. de 2013.

REZENDE, G. C. 2002. Ocupação agrícola e estrutura agrária no cerrado: o papel do preço da terra, dos recursos naturais e da tecnologia.

Texto para discussão n° 913. IPEA – Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <http://www.livrosgratis.com.br/arquivos_livros/td_0913.pdf>. Acesso em: nov. de 2013.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1999.

SCHROTH, G.; MCNEELY, J. A. Biodiversity conservation, ecosystem services and livelihoods in tropical landscapes: towards a common agenda. **Environmental Management**. v. 48, p. 229-236, 2011.

SILVEIRA CUNHA, N.R.S. et al. A intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos cerrados, Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural** 46 (2), p. 291-323, 2008.

Capítulo 2

Comitê Camaquã e Gestão Ambiental: uma Experiência de Mobilização Social para Gestão dos Recursos Hídricos

Juliana Young¹
Jussara Cruz²
Francisco Serdoura³
Cristine Schwanke⁴
Beatriz Stoll Moraes⁵

RESUMO

O Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos (GIRH) é um modelo de gestão que promove a administração desses recursos de forma mais sustentável e participativa. O sistema de gestão ambiental e o sistema de gestão dos recursos hídricos possuem íntima relação, pois ambos procuram administrar os recursos naturais, para mantê-los ou

¹ Doutoranda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Mestre em Engenharia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Geóloga do Laboratório de Geociências, no Campus Caçapava do Sul da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. E-mail: julianayoung@unipampa.edu.br

² Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Professora Associada da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. E-mail: jussaracruz@gmail.com

³ PhD, MSc, Arquiteto. Professor Auxiliar da Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa. E-mail: fs@fa.ulisboa.pt

⁴ Doutora em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Professora Adjunta, no Campus Bagé, da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. Email: cristine.schwanke@unipampa.edu.br

⁵ – Doutora em Engenharia com ênfase em Tecnologias Ambientais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGe3M/UFRGS); Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH/UFRGS). Professora da Área Ambiental na Universidade Federal do Pampa, campus São Gabriel. E-mail: beatrizmoraes@unipampa.edu.br

recuperar a sua qualidade. O objetivo deste capítulo é apresentar a influência do Comitê Camaquã como promotor da gestão integrada e participativa dos recursos hídricos. O perfil dos membros do comitê e sua percepção quanto à gestão das águas foram identificados por meio de questionários de percepção e levantamento bibliográfico. Pela análise realizada, observa-se que a percepção dos membros é de que o comitê consegue atuar de forma satisfatória, bem como cumprir suas atribuições relacionadas com a gestão da água. No entanto, ao buscar resultados práticos percebe-se que a estrutura em que estão inseridos dificulta a realização de suas ações devido à burocracia e isto afeta a visibilidade destes colegiados. Conclui-se que os consórcios municipais possuem maior flexibilidade administrativa para gerir recursos para obras na bacia, entretanto, os comitês de bacia inserem a participação pública de forma equilibrada e democrática promovendo o controle social do estado.

Palavras-chave: Água. Comitê de Bacia. Gestão Integrada.

1. INTRODUÇÃO

A percepção de que os recursos naturais estão se esgotando ou tendo sua qualidade deteriorada evidencia a necessidade de um modelo de gestão que consiga promover o gerenciamento de forma mais sustentável.

À vista disso, este capítulo tem o intuito de contribuir com a compreensão da necessidade de visão integrada do gerenciamento de recursos hídricos, vinculando-se à gestão dos demais recursos ambientais e partindo-se do pressuposto de que no ambiente tudo está interligado, sendo essencial política única.

A gestão ambiental é um campo de estudo da administração, que une o exercício de atividades econômicas e sociais de forma a propiciar a utilização dos recursos naturais de maneira racional, visando a sustentabilidade. Desta forma, o sistema de gestão ambiental possui ín-

tima ligação com o sistema de gestão dos recursos hídricos, ou seja, ambos buscam administrar os recursos naturais para mantê-los ou recuperar sua qualidade, além de auxiliar na prevenção e resolução de problemas ambientais.

A partir dessa inter-relação surge o conceito da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (GIRH) como um método que possibilita o desenvolvimento e o gerenciamento coordenados da água, terra e recursos relacionados, a fim de potencializar a segurança socioeconômica de maneira justa, sem afetar a sustentabilidade de ecossistemas vitais”² e que gerencia os recursos de forma conjunta, considerando as influências das atividades humanas e de um recurso sobre o outro.

Existe a tendência ao aumento dos conflitos pelo uso da água devido a sua escassez, seja em relação à qualidade ou pela quantidade. O enfrentamento deste problema pode ser realizado pela implementação da GIRH, levando em consideração a gestão ambiental, bem como a participação de todos na construção de pactos e consenso para o gerenciamento eficiente dos recursos hídricos. Segundo a Lei n. 9433/97, os comitês de bacia são os locais adequados para tanto.

Nesse viés, torna-se importante compreender como a participação social está ocorrendo no âmbito destes colegiados. Uma forma de realizar essa análise é por meio de consulta às atas de reuniões e da aplicação de questionários para medir a percepção sobre o tema pelos envolvidos. O Comitê Camaquã foi escolhido como estudo de caso devido à localização onde está inserida a UNIPAMPA, campus Caçapava do Sul/RS.

1.1 Objetivo Geral

O estudo realizado teve por objetivo a identificação da contribuição dos comitês de bacia do Rio Grande do Sul para implementação da gestão integrada dos recursos hídricos dentro de suas atribuições deliberativas.

² Disponível em: <<http://www.un.org/waterforlifedecade/iwrm.shtml>> Acesso em 13 de abril de 2018.

1.2 Objetivos Específicos

- Identificação do perfil dos integrantes do Comitê Camaquã para verificar se este é representativo dos habitantes da bacia hidrográfica;
- Identificação da percepção dos membros sobre a atuação do Comitê Camaquã quanto aos principais problemas de deterioração da qualidade das águas na bacia do rio Camaquã;
- Identificação da percepção dos membros do Comitê Camaquã quanto às causas da escassez de água nos municípios da bacia e sobre a atuação do comitê à resolução dos conflitos;
- Contribuição ao resgate do histórico da criação do Comitê Camaquã.

2. REVISÃO DA LITERATURA

De acordo com Lanna (2001), o gerenciamento integrado de bacia hidrográfica deveria ser considerado como resultado da adoção desta como unidade de planejamento sob a intervenção do gerenciamento ambiental. O autor salienta a impropriedade no uso do termo, muitas vezes sendo referir o gerenciamento isolado de um único recurso ambiental, como, por exemplo, a água. Ainda, aponta que “[...] confundir um com o outro significa estabelecer uma redução temática ao gerenciamento de bacias hidrográficas” (LANNA, 2001, p.15).

Lanna (2001) continua ressaltando que o termo gerenciamento de bacias hidrográficas também é equivocadamente utilizado como um de seus instrumentos, o manejo de bacias hidrográficas, que “[...] diz respeito à promoção de melhorias de uso dos recursos naturais em uma bacia hidrográfica, geralmente de pequenas dimensões, com a participação da comunidade” (LANNA, 2001, p.16). Desta forma, o gerenciamento de bacia hidrográfica faz parte do gerenciamento ambiental, superando o conceito de manejo de bacia.

O gerenciamento das águas no âmbito da sua bacia hidrográfica, de forma descentralizada e participativa, ainda necessita estudos e ajustes à efetividade; no entanto, é notório que no Brasil busca-se a

concretização pelos comitês de bacia, os quais funcionam como “parlamentos da água”. A esse respeito, vale observar conceito da GIRH:

A Gestão Integrada dos Recursos Hídricos é, acima de tudo, uma filosofia. Como tal, oferece um quadro conceitual orientador com o objetivo de gestão sustentável e desenvolvimento de recursos hídricos. O que exige é que as pessoas tentem mudar suas práticas de trabalho para olhar o quadro maior que envolve suas ações e percebam que estas não ocorrem independentemente das ações dos outros. Ela também busca introduzir o elemento da democracia descentralizada na forma como a água é gerenciada, com ênfase na participação dos interessados e na tomada de decisões no nível mais adequado (CAP-NET, 2008, p. 7, tradução nossa).

O artigo 3º da Lei n.º 9433/97 traz o conceito de GIRH ao determinar a integração da gestão de recursos hídricos com a ambiental e a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo (BRASIL, 1997).

Ainda, em relação à gestão integrada dos recursos hídricos (GIRH), Araújo et al. (2015, p. 816) consideram que, “[...] dada a diversidade de usuários e partes interessadas, a gestão integrada tornou-se um paradigma”.

Em dimensão simbólica, a participação contribui na quebra deste paradigma e na construção de uma identidade coletiva à criação de controle social da gestão das políticas públicas e como “[...] conquista política que, nesse caso, significa conquistar direitos, uma vez que as políticas sociais distribuem não somente bens, mas igualmente poder [...]” (TEIXEIRA, 2002 apud MILANI 2008, p. 558). Deste modo, é legítimo considerar que a participação social concebe a construção de uma cidadania ativa que propicia a gestão integrada dos recursos.

Tanto a Lei Federal n.º 9433/97 (BRASIL, 1997), como a Lei Estadual n.º 10350/94 (RIO GRANDE DO SUL, 1994), deixam explícita a vontade do legislador de inserir a participação pública na gestão das águas como forma de resolução de conflitos por pactos sociais. Demonstram a preocupação de que a participação seja harmoniosa, restringindo a intervenção do setor público. A lei gaúcha define a proporcionalidade

(40%, 40% e 20%) entre usuários da água, população da bacia e setor público.

3. CASO DE ESTUDO: COMITÊ CAMAQUÃ

O Comitê Camaquã surgiu como um resultado da reação e organização da comunidade da bacia do rio Camaquã em virtude da mortalidade de peixes, ocorrida em 1989, relacionada à contaminação das águas pela atividade minerária de ouro e cobre, em Lavras do Sul e em Caçapava do Sul, respectivamente. Esse movimento foi iniciado com protestos no município de Encruzilhada do Sul, mobilizando os demais municípios e obrigando as autoridades estaduais a tomarem providências para recuperação da qualidade das águas do rio Camaquã. Com a ação, formou-se o Consórcio Intermunicipal de Defesa do Rio Camaquã – CIDERCA (COMITE CAMAQUÃ, 2018).

O CIDERCA foi fundado em 1993 e cadastrado como uma associação de defesa de direitos sociais, da qual participavam os municípios de Amaral Ferrador, Arambaré, Arroio do Padre, Bagé, Barão do Triunfo, Barra do Ribeiro, Caçapava do Sul, Camaquã, Canguçu, Cerro Grande do Sul, Chувиска, Cristal, Dom Feliciano, Dom Pedrito, Encruzilhada do Sul, Hulha Negra, Lavras do Sul, Pelotas, Pinheiro Machado, Piratini, Santana da Boa Vista, São Lourenço do Sul, Sentinela do Sul, Tapes e Turuçu (COMITE CAMAQUÃ, 2018).

Oliveira Junior (2016, p. 2), quanto aos consórcios de municípios, coloca que:

A descentralização da prestação dos serviços estatais, visando à proximidade da política ao cidadão, e vice-versa, gerando o empoderamento e bem-estar social, coloca o entrave da superação das desigualdades regionais como ponto chave das discussões sociais dentro do cenário regional. Os consórcios municipais, sejam eles constituídos apenas por municípios, ou municípios e estado, e ainda entre municípios, estado e União, induzem que a superação desta problemática é possível desde que seja considerada a vocação do território, a estrutura administrativa dos entes e o resgate das redes de garantia dos direitos sociais já existentes no território.

O mesmo autor ressalta a legitimidade destes organismos atribuída por Lei:

A Emenda Constitucional Nº. 19/1998, a qual alterou o Art. 241 da Constituição Federal do Brasil, possibilitou o estabelecimento da Lei Federal Nº. 11.107/2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos, proporcionando segurança jurídica e viabilidade às cooperações instituídas pelos entes federativos, com base na integração e solidariedade (OLIVEIRA JUNIOR, 2016, p. 3).

Em 1997, com a promulgação da Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos, que instituía a criação de comitês para o gerenciamento das bacias hidrográficas; o Conselho de Recursos Hídricos do Estado do RS designou o CIDERCA para coordenar os preparativos da instalação do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Camaquã. Um ano depois, realizou-se audiência pública em Caçapava do Sul/RS para estabelecer a composição do futuro comitê (COMITÊ CAMAQUÃ, 2018).

Assim, o Comitê Camaquã iniciou suas atividades com o apoio da Fundação de Ensino Superior da Região Centro-Sul (FUNDASUL), que celebrou o primeiro convênio com a Secretaria de Obras Públicas e Saneamento, para a manutenção administrativa daquele. A sede física do comitê foi estabelecida na Associação dos Usuários do Perímetro de Irrigação do Arroio Duro (AUD), município de Camaquã, onde permanece até então. Além de disponibilizar a sede, a AUD também assumiu o papel de mantenedora e ordenadora de despesas do Comitê Camaquã.

3.1 A bacia do rio Camaquã

A bacia hidrográfica do rio Camaquã localiza-se na área central do Estado do Rio Grande do Sul, abrangendo 28 municípios (Figura 1).

Quadro 1 – Resumo dos dados do Comitê e da Bacia do rio Camaquã

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAMAQUÃ	
Instalação do Comitê Camaquã	28/07/1999 instalação em 13 de abril de 2000
Referência Legal de criação	Decreto Estadual nº 39.638 de 28/07/1999
Local da Sede	Município de Camaquã
Área territorial da bacia	21.260 km ²
População urbana estimada	Aproximadamente 236.287 mil hab.
Plano de Bacia	Aprovado em 2016
Principais usos da água	Abastecimento e Irrigação
Vazão de referência e percentual outorgável	Q90 e 50-60%Q90
Precipitação pluviométrica anual média	1340mm
Extensão rio principal	430km
Municípios parcialmente inseridos na bacia	Arroio do Padre, Bagé, Barão do Triunfo, Barra do Ribeiro, Caçapava do Sul, Cachoeira do Sul, Camaquã, Canguçu, Cerro Grande do Sul, Dom Feliciano, Dom Pedrito, Encruzilhada do Sul, Hulha Negra, Lavras do Sul, Pelotas, Pinheiro Machado, Piratini, Santana da Boa Vista, São Jerônimo, São Gabriel, Sentinela do Sul, Tapes e Turuçu
Municípios totalmente inseridos na bacia	Amaral Ferrador, Arambaré, São Lourenço do Sul, Chuvisca, Cristal, Camaquã

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

3.2 Crise hídrica na bacia do Camaquã

O Rio Grande do Sul, mesmo sendo uma região com pluviosidade significativa ao longo do ano – com registro de pluviosidade em torno dos 1397mm em Porto Alegre, capital do Estado – vem passando por séria crise hídrica nos municípios do interior.

Alguns municípios, como Bagé e Hulha Negra, enfrentam anualmente o racionamento de água e, em 2018, outros 18 municípios atingiram o seu limite, sendo decretada situação de emergência em virtude

da falta de água.

De acordo com a Defesa Civil, a seca representa um prejuízo de R\$ 250 milhões para o estado, principalmente no setor agrícola (lavouras de soja e milho). Entre os municípios que decretaram situação de emergência devido à estiagem, citam-se – além de Bagé e Hulha Negra – São Jerônimo, Canguçu, Amaral Ferrador, Cerro Grande do Sul, Camaquã, Dom Feliciano, Turuçu, São Lourenço do Sul, Arroio do Padre e Cristal, todos localizados na bacia hidrográfica do rio Camaquã (G1, 2018).

A situação em tela mostra-se preocupante, uma vez que o rio Camaquã já foi um rio caudaloso e, agora, encontra-se com o canal assorido e com a vazão bastante reduzida nos períodos de seca, sinalizando que a recarga dos lençóis subterrâneos está sendo insuficiente, como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Rio Camaquã, trecho inserido no município de Cristal/RS



Fonte: Zencker (2018, não paginado)

Pela Figura 2 percebe-se que, embora o rio possua um canal amplo, o mesmo está coberto por areia, provavelmente, em consequência do desmatamento nas áreas de cabeceira, que além ocasionar o carreamento de sedimentos para o rio, reduz a infiltração da chuva no solo, fazendo com que em períodos de estiagem menos água esteja disponível no nível freático para aprovisionar o rio.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para atender aos objetivos propostos, a pesquisa foi desenvolvida por meio de análise de bibliografia existente, como documentos e atas das reuniões, relatórios, pareceres, projetos, observação de reuniões, consultas públicas ocorridas nos últimos 5 anos, realização de entrevistas com pessoas que participaram desde a formação do comitê e também da aplicação de questionário de percepção aos membros do Comitê Camaquã.

A pesquisa bibliográfica visa explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas em documentos e em outros estudos realizados anteriormente. Para apoiar-se em bibliografia existente, Lakatos e Marconi (2003, p. 183) acreditam que:

[...] a pesquisa bibliográfica, ou de fontes secundárias, abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc., até meios de comunicação orais: rádio, gravações em fita magnética e audiovisuais: filmes e televisão. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto.

A leitura interpretativa dos documentos e publicações existentes, conforme as autoras: “[...] é aquela que relaciona as afirmações do autor com os problemas para os quais, através da leitura de textos, está se buscando uma solução.” (LAKATOS; MARCONI, 2003, p. 23). Neste sentido, buscou-se relacionar a identificação e soluções dos problemas por meio da bibliografia existente.

A pesquisa descritiva é utilizada para identificar as representações sociais e o perfil de indivíduos e grupos, como também realizar estudos que visam identificar estruturas, formas, funções e conteúdos. Desta forma, a pesquisa apoiou-se sobre dados e/ou fatos colhidos da própria realidade, vivenciada pelos membros do comitê. Para tornar viável a operação da coleta de dados, utilizou-se como principais instrumentos: a observação de reuniões do comitê e das audiências públicas do Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) de empreendimento minerário, a entrevista com membros do comitê Camaquã e o questionário. As respostas foram consideradas como os dados da pesquisa realizada por meio de questionário como proposto por Vieira (2009).

Reflexões sobre questões metodológicas, sobretudo pesquisa qualitativa, vêm sendo cada vez mais necessárias e presentes no contexto acadêmico e científico, indicando um movimento de ressignificação da prática de investigação em Ciências Humanas e Sociais, por isso, consideradas nesta pesquisa (GALIAZZI; FREITAS, 2005, p. 135). Já os métodos quantitativos foram utilizados sempre que houve necessidade de mensurar um comportamento, priorizando a quantificação do fenômeno investigado, focando-se no caráter subjetivo do objeto analisado. De modo geral, a pesquisa quantitativa foi utilizada quando se precisou medir opiniões, reações e sensações de um universo (público-alvo) através de uma amostra, representada pelos membros presentes em reunião ordinária do comitê, estatisticamente considerada representativa (MANZATO; SANTOS, 2012, p. 7).

Quanto às questões envolvendo a ética da pesquisa, os questionários seguem a normativa que rege a pesquisa humana no Brasil. Assim, a investigação não foi submetida ao Conselho de Ética, pois se tratou de pesquisa para coleta de opinião pública em sentido amplo, com participantes não identificados, a fim de se apurarem dados estatisticamente, à inteligência das orientações contidas na Resolução n.º 510 (BRASIL, 2016).

5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

O perfil dos membros do Comitê Camaquã tem maioria dos respondentes do sexo masculino, representando este gênero 79% do total de respostas. A faixa etária dos 30 aos 60 anos predominou com 63% das respostas. Quanto à renda média, 42% declararam receber entre 2 e 4 salários mínimos, 26% de 6 a 8 e 32% acima de 8 salários mínimos. Entre os entrevistados, 58% declararam possuir pós-graduação, 21% curso superior e 16% ensino médio, o que não reflete o perfil característico da população da bacia que está sendo representada.

Pela análise dos questionários de percepção, observou-se que o Comitê Camaquã discute assuntos de gestão dos recursos hídricos que resultam em ações de melhoria da qualidade das águas, ou seja, os membros entrevistados acreditam que é um organismo atuante na bacia.

Ao se perguntar sobre a importância do monitoramento da vazão e da qualidade das águas, a maioria respondeu positivamente, entendendo necessário o diagnóstico para tomada decisões e determinação de ações prioritárias no gerenciamento das águas.

Em relação aos diversos usos da água, 84% dos respondentes admitem que existem conflitos na bacia, citando o arroio Velhaco, caso conhecido pelos membros do Comitê Camaquã devido às brigas entre irrigantes – inclusive resultando em agressão física. Assim, o bombeamento de água para irrigação de arroz é o principal conflito, dado o elevado volume de derivação. Neste sentido, a percepção de 47% dos respondentes é de que o comitê resolve os conflitos; 42% acreditam que não resolve, e 11% disseram que não sabiam.

Quanto ao questionamento sobre a influência da cobrança pelo uso da água na gestão; 84% responderam que acreditam que há influência. No entanto, ao aprovar o plano de bacia, a plenária do Comitê Camaquã não aprovou a instituição da cobrança, postergando-a por meio da criação de um grupo de trabalho. Pela observação e leitura das atas, acredita-se que a maioria da plenária não tem conhecimento de que a cobrança é instituída por lei, e de que todo o comitê pode ser responsabilizado pelo seu entrave – promovido por ação do Ministério Público.

Quando perguntados sobre o instrumento de enquadramento dos corpos hídricos, verifica-se que, embora os membros possuam conhecimento sobre a relação entre os tipos de usos e a qualidade requerida para garantia destes; não há unanimidade entre eles que o propósito do enquadramento seja a melhoria dos corpos de água.

Em relação à discussão nas reuniões sobre formas de melhorar a qualidade das águas, 100% dos questionados assentiram; porém, não sabem citar quais medidas efetivas foram propostas pelo comitê para alcançar tal objetivo.

Pela observação das audiências públicas do EIA-RIMA de um empreendimento minerário na bacia do Camaquã percebeu-se que uma forte mobilização da população e dos prefeitos, a qual deveria estar presente no comitê, na verdade encontra-se pulverizada – fato corroborado pelas intervenções dos participantes nas referidas audiências. Assim, veio à tona lembranças do desastre ambiental passado, resgatando-se o espírito de coesão dos municípios a jusante, a fim de demonstrar a resistência ao empreendimento pelos *stakeholders*, liderado por ambientalistas da cidade de Bagé/RS, mas em movimento paralelo ao Comitê Camaquã. No entanto, esse grupo acabou percebendo a legitimidade do comitê ao buscar seu apoio contra a instalação do empreendimento, inclusive criando-se documento direcionado à SEMA com questionamentos sobre uma série de fatores, tais como, risco ambiental e impactos socioambientais não contemplados no EIA-RIMA.

O CIDERCA, organismo antecessor ao Comitê Camaquã, conforme relatado na seção 2.1 deste capítulo, devido a sua organização enquanto associação, revelou ter autonomia e agilidade para gerir os recursos conjuntos dos municípios membros. Ainda, demonstrou habilitação legal para pôr em prática obras que melhoram a qualidade das águas, todavia, restringem à participação das instâncias municipais, não se inserindo a sociedade tampouco o estado.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O GIRH é um modelo de gestão dos recursos hídricos com múltiplas percepções, considerando a gestão ambiental na gestão das águas e

ainda, inserindo a participação pública. Os comitês de bacia brasileiros foram concebidos dentro desta perspectiva e como forma de inserção dos *stakeholders*. São instâncias vinculadas ao Estado, sendo consultivos e deliberativos, mas não executivos. De acordo com a legislação brasileira são eles que devem decidir a prioridade das obras na bacia, acompanhar a execução do plano de recursos hídricos e sugerir providências para o cumprimento de metas; contudo, não possuem a estrutura necessária para implementar as exigências legais.

Se estes comitês, previstos pelo legislador como a forma de inserção da participação na gestão dos recursos hídricos, não estão conseguindo cumprir seu papel, é preciso compreender como a participação está ocorrendo, no intuito de aferir os pontos frágeis e buscar soluções para o aprimoramento e, por consequência, do próprio funcionamento do Comitê. Lanna (2000) coloca ser injusto afirmar que os comitês de bacia não funcionam, na medida em que assumiram a totalidade das atribuições legais por falta de base técnica para respaldar suas deliberações (por exemplo, o sistema não está plenamente implantado em todos os Estados brasileiros).

Neste sentido, Oliveira Junior (2016, p.3) destaca que os consórcios de municípios são ágeis “constituindo um instrumento para a superação dos desafios locais”, o que ficou institucionalizado depois da sua regulação.

Conclui-se pelos resultados obtidos nas observações de reuniões, análise de atas e respostas aos questionários, que o Comitê Camaquã ainda precisa investir na capacitação de seus membros, publicizar suas deliberações para alcançar visibilidade dentro dos municípios e ser mais proativo na articulação da implantação do plano de bacia. Ainda, pela análise do perfil dos membros, constatou-se necessário buscar mecanismos à inserção de representantes por gênero de forma mais paritária, bem como de etnia, inserindo comunidades indígenas e quilombolas, as quais encontram-se afastadas do processo de gestão.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R.S.; Alves, M. G.; MELO, M.T. C.; CHRISPIM, Z. M. P.; MENDES, M. P.; SILVA JUNIOR, G. C. Water resource management: A comparative evaluation of Brazil, Rio de Janeiro, the European Union, and Portugal. **Science of the Total Environment**, n. 511, p. 815–828, 2015. doi:10.1016/j.scitotenv.2014.11.098.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm> Acesso em: 05 abril 2018.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde, Resolução nº 510 de 07 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. 2016. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <<http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>> Acesso em: 03 abril 2018.

CAP-NET. **Integrated Water Resources Management for River Basin Organizations**. Manual de Treinamento. In: TAYLOR, Paul; LIDÈN, Rikard; NDIRANGU, Wangai; JIN, Lee. (Elab.). 2008. Disponível em: <<http://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/references/iwrm-for-river-basin-organisations-capnet-2008.pdf>> Acesso em: 06 abril 2018.

COMITÊ CAMAQUÃ. **Site oficial**. Disponível em: <<http://www.comitecamaqua.com/index.php/home>> Acesso em: 08 abril 2018.

GAMA ENGENHARIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Relatório Final Síntese: Serviços de Consultoria Relativos ao Processo de Planejamento da Bacia Hidrográfica do Camaquã Fases A, B e C**. 209p., Setembro 2016. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/0Byn_B-4Lg7RGXzRMcmpKMmp5djA/view> Acesso em 14 abril 2018.

GALIAZZI, Maria do Carmo; FREITAS, José Vicente de (org.). **Metodologias emergentes de pesquisa em educação ambiental**. Ijuí: Editora Unijuí, 2005.

G1. Jornal online. **Falta de chuva preocupa agricultores do Sul do RS**. Matéria postada em 14/02/2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/falta-de-chuva-preocupa-agricultores-do-sul-do-rs.ghtml>> Acesso em: 06 abril de 2018.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos**

de **Metodologia Científica**. Ed. Atlas SA, São Paulo, 5º ed. 2003. 312p. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india> Acesso em: 05 abril. 2018.

LANNA, Antônio Eduardo. Da Gestão Participativa da Água que (Não) Temos para a Gestão Participativa da Água que Queremos. In: I SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO CENTRO-OESTE. VALORIZANDO, CONSERVANDO E PRESERVANDO UMA RIQUEZA REGIONAL, Brasília, DF, **Anais...**, ABRH: FINATEC, 2000. Não paginado.

LANNA, Antônio Eduardo. Instrumentos de planejamento e gestão ambiental para a Amazônia, cerrado e pantanal: demandas e propostas: metodologia de gerenciamento de bacias hidrográficas. **Série Meio Ambiente em Debate**, nº. 36, Brasília: Ed. IBAMA, 2001. 60p.

MANZATO, Antônio Jose; SANTOS, Adriana Barbosa. **A Elaboração de Questionários na Pesquisa Quantitativa**. 2012. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/Ensino_2012_1/ELABORACAO_QUESTIONARIOS_PESQUISA_QUANTITATIVA.pdf> Acesso em: 06 abril 2018.

MILANI, Carlos R. S. O princípio da participação social na gestão de políticas públicas locais: uma análise de experiências latino-americanas e europeias. **Rev. Adm. Pública**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 3, p. 551-579, June 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-76122008000300006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 08 abril 2018.

OLIVEIRA JUNIOR, José Luiz de. Território Consorcial: O Enfrentamento das Desigualdades Regionais e a Fomentação de Políticas Públicas por meio de Consórcio de Município. In: **IX Congresso de Gestão Pública – CONSAD**, Brasília, DF, 8-10 junho 2016. Disponível em: <<http://www.ocpf.org.br/wp-content/uploads/2016/06/Painel-36-01.pdf>> Acesso em: 08 abril 2018.

RIO GRANDE DO SUL. Lei Estadual nº 10.350. Institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, regulamentando o artigo 171 da Constituição do Estado do Rio Grande do Sul. 1994. **Diário Oficial do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/10.350.pdf>>. Acesso em: 02 abril 2018.

VIEIRA, Sonia. **Como elaborar questionários**. Ed Atlas, São Paulo, 86p. 2009. ISBN 978.85.224.5573.7

ZENCKER, Renato. Rio Camaquã, trecho inserido no município de Cristal/RS. 2018. **Fotografia, color**. Foto do acervo do Presidente do Comitê Camaquã, Engenheiro Renato Zencker.

Capítulo 3

Determinação de Vazões em Cursos D'água por Diferentes Metodologias: estudo de caso da Microbacia do Arroio Caverá

Mônica Cofferi ¹
Adriana Gindri Salbego ²

RESUMO

Os objetivos deste trabalho referem-se à medição de vazão em um curso d'água localizado na cidade de Alegrete, estado do Rio Grande do Sul. O local da medição pertence à microbacia hidrográfica do Arroio Caverá, que possui uma área de drenagem correspondente a 1.450 km² e deságua na sub-bacia do Ibirapuitã, com área de 5.965 km². A partir das medições realizadas pelo método do flutuador, molinete hidrométrico modelo OTT C31 e pelo método acústico com o equipamento OTT Qliner 2, realizou-se uma análise comparativa a fim de verificar qual método apresenta maior confiabilidade de resultados. Os resultados encontrados foram correlacionados com os dados apresentados pela estação fluviométrica na sub-bacia do Ibirapuitã (estação 76750000 da ANA), no mesmo dia das medições, comprovando os métodos do molinete e ADCP dentro de um intervalo de confiança de 95%. Assim, foi possível também validar o método de proporção de áreas, que realiza a correspondência das vazões em áreas às quais não se dispõe de dados com aquelas que os apresentam, por meio das estações fluviométricas ou registros históricos.

¹ Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. E-mail: monicacofferi1@gmail.com

² Doutora em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Professora Adjunta no curso de graduação em Engenharia Civil, Campus Alegrete da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. E-mail: adrianasalbego@unipampa.edu.br

Palavras-chave: Hidrometria. Medição de vazão. Proporção de áreas.

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda para utilização dos recursos hídricos promove a necessidade de tratar a gestão de uma forma diferenciada, atentando-se em especial quanto à disponibilidade e qualidade da água. O conhecimento das informações hidrológicas de um determinado curso d'água é de fundamental valia, uma vez que auxilia a tomada de decisões quanto ao abastecimento de água humano, irrigação, controle ambiental ou projetos de construção, como pontes e hidrelétricas. Para tanto, faz-se necessária a obtenção de dados hidrométricos precisos e seguros, a fim de auxiliar a avaliação e planejamento do uso múltiplo da água.

A vazão não pode ser medida diretamente, mas pode ser calculada a partir de variáveis possíveis de serem tomadas, como largura, profundidade e velocidade do canal (WMO, 2010). Diversos métodos são empregados para a determinação da vazão, como o molinete hidrométrico, flutuador, método acústico ou estruturas como vertedores e calhas.

O método convencional (com molinete hidrométrico) calcula a vazão a partir da determinação da área da seção e velocidade média do fluxo. Consiste no método mais tradicional utilizado, apesar de apresentar maior dificuldade de obtenção de dados em grandes profundidades (SANTOS et al., 2001).

A medição acústica consiste em um método mais moderno de medição da vazão. Possui como princípio a integração de áreas e velocidades da seção, sendo essas informações coletadas por intermédio de ondas acústicas de alta frequência. Esse método é mais utilizado em cursos d'água de médio e grande porte, necessitando de menor tempo de execução.

A maneira mais simples para medir a velocidade da água é por meio de um flutuador. Nessa metodologia, é possível obter-se a velocidade superficial pelo tempo de deslocamento de um flutuador num dado

percurso. Geralmente, é uma técnica de medição que apresenta resultados com razoável precisão, recomendada para estimativas preliminares.

Diante das diferentes técnicas comumente utilizadas para a determinação de um dado tão importante para a hidrologia, faz-se necessária a comparação entre a eficiência de cada método, considerando suas diferentes características, de modo a contribuir para a escolha deste.

1.1 Objetivo geral

Comparar as técnicas de medição de vazão em cursos d'água, por meio de equipamentos convencionais (método do flutuador e molinete hidráulico) e acústico (ADCP – Acoustic Doppler Current Profile).

1.2 Objetivos específicos

* Avaliar estatisticamente a variação entre resultados obtidos através dos métodos do flutuador, molinete e ADCP;

* Utilizar os métodos de cálculo de seção média e meia seção para o cálculo de vazão, comparando os resultados;

* Relacionar as vazões medidas *in loco* com as obtidas pelo método de proporção de áreas (estação fluviométrica).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Hidrometria

A hidrometria constitui-se de uma parte da hidrologia destinada à medição de variáveis hidrológicas, objetivando mensurar dados como precipitações, vazões, níveis da água, entre outros, quanto a variação temporal e espacial (SANTOS et al., 2001). Conforme cita Santos et al. (2001, p. 119), “a vazão ou descarga de um rio é o volume de água que passa através de uma seção transversal na unidade de tempo (em geral um segundo)”. Complementando essa assertiva, Johnstone e Cross (1949, p. 56) afirmam que a vazão é igual à área transversal multiplicada pela velocidade média nesta seção.

2.2 Métodos para a medição da vazão

Os métodos de medição da vazão na hidrometria associam esse dado a uma cota linimétrica, a qual é correspondente à cota da superfície livre em relação a um plano arbitrário de referência. Os métodos comumente empregados para a medição da vazão são: método volumétrico, método químico, dispositivos regulares, flutuadores, molinete hidrométrico e método acústico. Serão descritos no presente trabalho os métodos de medição da velocidade, acústico e flutuadores, uma vez que esses serão utilizados para a realização da metodologia proposta.

2.2.1 Flutuadores

A medição de vazão com flutuadores consiste em determinar a velocidade em que um objeto flutuante escoar, medindo-se o tempo necessário para que este se desloque em um trecho de curso d'água com comprimento conhecido. Foi descrito pela primeira vez por Leonardo da Vinci (1452-1519), utilizando o método para mostrar que a velocidade máxima ocorre na superfície da água.

Constitui-se de uma metodologia que indica a velocidade da superfície da água, sendo necessário aplicar-se um coeficiente redutor para se obter a velocidade média na seção (SANTOS et al., 2001). A Organização Mundial de Meteorologia (WMO, 2010) recomenda que se utilize um coeficiente de aproximadamente 0,85. A velocidade do flutuador é igual a distância entre as seções dividida pelo tempo de travessia do objeto. A velocidade média do fluxo na vertical corresponde a velocidade do flutuador multiplicada pelo coeficiente redutor (WMO, 2010).

2.2.2 Molinete hidrométrico

O molinete hidrométrico fundamenta-se em um aparelho que determina a velocidade mediante a medida do tempo necessário para um hélice ou concha completar um certo número de rotações (PINTO et al., 1976). Constitui-se em um dos métodos mais utilizados para a medição de vazão, e que determina a área da seção transversal do curso

d'água e a velocidade média do fluxo passante nessa seção. Para a Agência Nacional das Águas (ANA, 2012), a medição da vazão deverá ser realizada pelo processo detalhado, a menos que seja determinado o contrário. Por meio desse processo, as posições do molinete para estimar a velocidade são relacionadas com a profundidade da vertical, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Tabela de pontos para o método detalhado

Nº de Pontos	Posição na vertical (*) em relação a profundidade (p)	Cálculo da velocidade média (vm) na vertical	Profundidade (m)
1	0,6p	$V_m = V_{0,6}$	0,15 - 0,6
2	0,2p e 0,6p	$V_m = (V_{0,2} + V_{0,8}) / 2$	0,6 - 1,2
3	0,2; 0,6 e 0,8p	$V_m = (V_{0,2} + 2 V_{0,6} + V_{0,8}) / 4$	1,2 - 2,0
4	0,2; 0,4; 0,6 e 0,8p	$V_m = (V_{0,2} + 2 V_{0,4} + 2 V_{0,6} + V_{0,8}) / 6$	2,0 - 4,0
6	S; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8p e F	$V_m = [V_s + 2(V_{0,2} + V_{0,4} + V_{0,6} + V_{0,8}) + V_f] / 10$	> 4,0
Vs - velocidade medida na superfície e Vf - velocidade medida no fundo do rio;			
* A posição S (superfície) corresponde à profundidade 0,10m e a posição F (fundo) corresponde àquela determinada pelo comprimento da haste de sustentação do lastro			

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas (ANA, 2012, p. 25)

Caso seja utilizado apenas um ponto para medição, pode-se acarretar uma estimativa errônea da velocidade média. Para evitar esse tipo de erro, é importante tomar as medidas em várias verticais, recomendadas pela literatura e apresentadas pela Tabela 2

Tabela 2 – Distância recomendada entre verticais

Largura do rio (m)	Distância entre verticais (m)
≤ 3,00	0,30
3,00 - 6,00	0,50
6,00 - 15,00	1,00
15,00 - 30,00	2,00
30,00 - 50,00	3,00
50,00 - 80,00	4,00
80,00 - 150,00	6,00
150,00 - 250,00	8,00
≥ 250,00	12,00

Fonte: Adaptado de Santos et al. (2001 p.142)

Os molinetes hidrométricos podem ser classificados como de eixo vertical (tipo americano) e de eixo horizontal (tipo europeu). O segundo tem sido mais utilizado por hidrometristas no Brasil, com preferência para as marcas A.OTT, Amsler e Neyrpic (SANTOS et al., 2001). A Organização Mundial de Meteorologia (WMO, 2010) apresenta que, em testes comparativos entre o molinete de eixo vertical e horizontal, os resultados foram praticamente iguais. Entre os anos de 1958 e 1960 foram realizadas 19 medições de descarga líquida no Rio Mississippi, utilizando os molinetes do tipo Ott e Price. A diferença máxima encontrada na medição foi de 1,53%.

2.2.3 Método acústico / ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler)

No equipamento de medição ADCP, o efeito Doppler consiste em transmitir ondas sonoras através da água. O som refletido pelas partículas em suspensão na água volta para o instrumento, que percebe o eco por meio de sensores, fazendo assim com que ele reconheça as diferentes profundidades e velocidades das linhas de corrente pelo efeito Doppler. Dependendo do modelo, o equipamento pode utilizar diferentes frequências para emitir o som (THIAGO FILHO et al., 1999).

O perfil de velocidades da seção transversal é construído pelo eco refletido pelas partículas em suspensão, onde a coluna d'água é separada em "células de profundidade" (segmentos de igual altura). Mediante o "rastreamento de fundo", a velocidade do instrumento é medida em relação ao fundo do curso d'água, assim como sua direção e profundidade (SANTOS et al., 2001).

A medição é realizada de acordo com o procedimento de verticais. O equipamento mede a velocidade e profundidade da água em cada vertical desejada; todos os valores são transmitidos por Bluetooth ao PDA (computador portátil), sendo então processados online com a ajuda do software de operação, específico para a marca do equipamento.

Os dados obtidos são utilizados em um cálculo matemático para se determinar a velocidade média do fluxo na vertical e a vazão parcial, de

acordo com a ISO 748, que utiliza o método da meia seção. Para o manejo do equipamento, pode-se utilizar cabos, tanto em pontes como em costas. O operador posiciona o barco nas respectivas verticais e monitora a medição utilizando o PDA.

2.3 Estimativas de vazões para locais com dados escassos

Em locais onde não há a ocorrência de monitoramento hidrometeorológico, é possível empregar diferentes métodos para a estimativa de vazões, por meio da transposição de informações que podem ser utilizadas como referência, desde que estas possuam dados registrados.

A metodologia de proporção de áreas é descrita pela Eletrobrás (1985), e permite obter as vazões relativas à área de interesse correspondendo-se os dados com estações fluviométricas mais próximas. É um método de uso frequente, e que, segundo Salbego (2010), tem como princípio básico a consideração de que a vazão específica em um canal sem monitoramento seja proporcional ao de uma seção próxima monitorada situada em uma região hidrologicamente homogênea e sujeita a regimes pluviométricos semelhantes. É possível que se realize a correlação entre vazões a partir da Equação 1:

$$Q_u = Q_p \frac{A_u}{A_p}$$

...(1)

Onde:

Qu: vazão no local da central;

Qp: vazão no posto do mesmo rio, do qual se dispões de dados;

Au: área de drenagem, desde as cabeceiras até o local da central;

Ap: área de drenagem da bacia, até o local do posto fluviométrico.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

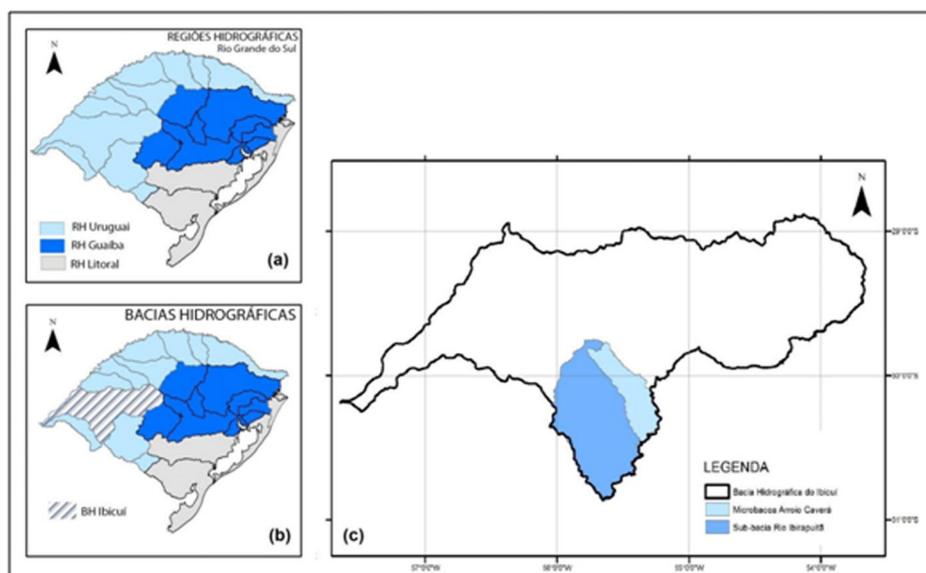
3.1 Definição e localização da área de estudo

O Balneário Caverá foi definido como exutório da microbacia hidrográfica do Arroio Caverá, drenando uma área correspondente a

1.450 km². A microbacia deságua na sub-bacia do Ibirapuitã, que possui área correspondente de 5.965 km² no ponto da estação fluviométrica 76750000. A medição em campo foi realizada na data de 05 de outubro de 2017.

No contexto estadual, a área de estudo está inserida na bacia hidrográfica do Ibicuí, pertencente a região hidrográfica do Uruguai. A Figura 1 ilustra a localização da área de estudo no contexto estadual e da bacia hidrográfica do Ibicuí.

Figura 1 – Localização da microbacia do Arroio Caverá no contexto estadual



(a) Regiões hidrográficas do Rio Grande do Sul;

(b) Bacia hidrográfica do Ibicuí no contexto das regiões hidrográficas;

(c) Microbacia do Caverá e sub-bacia do Ibirapuitã na bacia hidrográfica do Ibicuí, a partir do exutório da estação Alegrete 76750000.

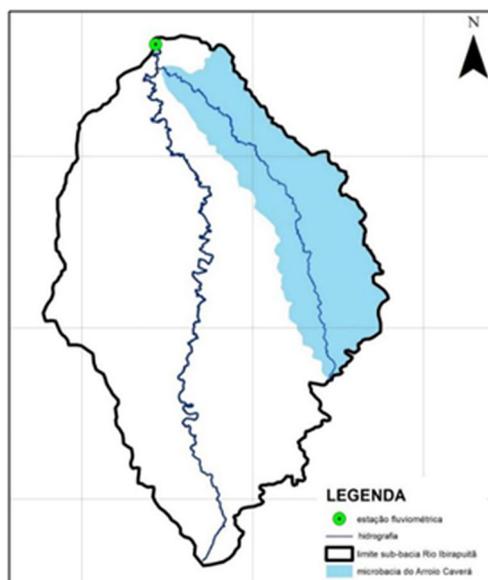
Fonte: Elaborado pelas autoras

Para validar o método de proporção de áreas, definiu-se a estação Alegrete (código 76750000) “ localizada a jusante da área de estudo, na sub-bacia do Rio Ibirapuitã “ como fornecedora de dados para aplicar o método. A responsabilidade pela operacionalidade da estação é da Com-

panhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), enquanto que a entidade responsável por esta é a Agência Nacional de Águas. A estação fluviométrica possui uma área de drenagem de 5.965 km².

Os dados de nível e vazão do rio encontram-se atualizados diariamente às 7 e 17 horas, sendo disponibilizados no endereço eletrônico do Hidroweb/ANA (2017). Já a Figura 2 apresenta a localização da estação fluviométrica no contexto da sub-bacia do Ibirapuitã.

Figura 2 – Localização da estação fluviométrica na sub-bacia do Rio Ibirapuitã



Fonte: Elaborado pelas autoras

3.2 Descrição dos métodos e materiais utilizados

Os materiais utilizados na metodologia com flutuador são: balizas, cronômetro, flutuadores (pedaços de madeira à deriva) e planilha para registro dos dados. Foram demarcados dois limites lineares “ estes, definidos por duas balizas distanciadas entre si de 25 metros. A área da seção transversal média foi tomada a partir da batimetria realizada pelo ADCP e posteriormente molinete.

Realizou-se três medições, as quais consistiram em soltar o objeto

flutuante e registrar o tempo em que este levou para atravessar a seção demarcada. Calculado o tempo médio da travessia, a velocidade média foi obtida dividindo-se o comprimento da seção (em metros) pelo tempo (s) que o flutuador tomou para mover-se pela seção, aplicado o coeficiente redutor 0,85.

Para a medição de vazão pelo método acústico foram utilizados: equipamento OTT Qliner 2, corda graduada a cada 1 metro, computador portátil para processamento de dados e barco. A corda graduada foi fixada em cada extremidade da seção com o auxílio do barco. Uma vez que a largura total do rio na área de estudo é de 25,05 metros, a literatura indica que as verticais de medição devem ser alocadas a cada 2 metros, como apresentado, anteriormente, na Tabela 2.

Assim, as medições foram realizadas em 13 verticais. Na margem esquerda da seção transversal o equipamento iniciou a medição a 1 metro desta, sendo as próximas verticais seguindo os 2 metros de distância. A Figura 3 apresenta a medição de vazão realizada pelo equipamento no local de estudo.

Figura 3 – Medição da vazão no Arroio Caverá com o equipamento OTT Qliner 2



Fonte: Elaborado pelas autoras

Para realizar a medição da vazão com o molinete hidrométrico foram utilizados: corda graduada a cada 1 m, molinete fluviométrico OTT C31, contador Z400, haste para sustentação do molinete, planilha para registro dos dados e barco. Uma vez que a batimetria tomada pelo ADCP apresentou a profundidade máxima da seção de 1,78 metros, determinou-se o número de pontos necessários para realizar a medição da velocidade em cada vertical como recomendado pela literatura e apresentado na Tabela 1 — 20, 60 e 80% da profundidade.

Com o auxílio do barco cedido pela Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), os operadores realizaram as medições com o molinete em cada ponto das verticais, como apresenta a Figura 4. O tempo de medição do molinete corresponde a 50 segundos para cada ponto, fornecendo, posteriormente, a velocidade média relativa a esses. Os dados do trabalho de campo foram registrados na prancheta de cálculo para análise em escritório.

Figura 4 – Medição da vazão no Arroio Caverá com o equipamento OTT C31



Fonte: Elaboração própria

3.3 Análise dos resultados por meio do intervalo de confiança

Levando em conta a variabilidade característica das informações coletadas a partir dos métodos do flutuador, molinete e acústico, torna-se necessária a análise dos dados a partir de estimativa com intervalo de confiança. Neste trabalho, foi utilizado o intervalo de confiança de 95% “ que representa um intervalo no qual há 95% de confiança de cobertura do verdadeiro valor do parâmetro, e é descrito pela expressão a seguir:

$$P\left(Q_m - 1,96 \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < Q_m + 1,96 \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) = 0,95 \quad \dots(3)$$

Onde:

Q_m : vazão média (m^3/s);

σ : desvio padrão;

n: tamanho da amostra.

A partir do intervalo de confiança pode-se afirmar que existe uma probabilidade de 95% de que o valor do parâmetro μ esteja contido no intervalo indicado pela expressão 3, ou, que há a probabilidade desse valor ser 2,5% maior que o limite superior, como também 2,5% menor que o limite inferior.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

A área da seção transversal do canal apresentou valor igual a 37,81 m^2 pela batimetria realizada com o molinete hidrométrico, e 38,28 m^2 pelo método acústico.

A velocidade média obtida pelo método do flutuador foi de 0,956 m/s , enquanto que a velocidade média calculada pelo molinete hidrométrico nos métodos de meia seção e seção média foi de 0,553 m/s . Pelo método do ADCP, a velocidade média apresentou valor igual a 0,584 m/s .

A vazão da estação 76750000, localizada no Rio Ibirapuitã, apresentou valor de 87,97 m^3/s às 7 horas do dia 05 de outubro de 2017.

Para validar o método de proporção de áreas, utilizou-se a Equação 1, que relaciona as vazões e áreas da estação fluviométrica onde se dispõe de dados com aquela que não os apresenta. O resultado obtido é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Dados obtidos pelo método de proporção de áreas

Método	Resultado
Qp (m ³ /s)	87,97
Qp (m ³ /s)	87,97
Au (km ²)	1450
Ap (km ²)	5965

Fonte: Dados da pesquisa

Pelo método de proporção de áreas percebe-se que este apresenta variação de 6% entre as vazões encontradas pelo molinete hidrométrico e de 4% para a vazão calculada pelo método acústico. Os valores semelhantes de vazão encontrados por estes métodos justificam-se pelo fato da região da sub-bacia do Ibirapuitã apresentar características homogêneas em termos de uso e ocupação do solo, vegetação – onde predominam os campos nativos – e por apresentarem declividades na maior parte da área de 2 a 5%. As vazões encontradas por intermédio dos métodos propostos no estudo encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados encontrados pelos diferentes métodos de cálculo

Método	Q (m ³ /s)
Flutuador	37,16
ADCP	22,35
Seção média (molinete)	22,67
Meia seção (molinete)	20,27

Fonte: Dados da pesquisa

Após uma primeira análise estatística realizada pelo intervalo de confiança, fez-se necessário descartar o valor de vazão encontrado pelo método do flutuador, uma vez que seu valor se apresentou acima do limite superior da probabilidade de 2,5% (vazão de 37,16 m³/s). Descartando-se esse valor, tem-se, pela segunda análise, o intervalo apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Cálculo do intervalo de confiança – segunda análise

Qm (m ³ /s)	21,76
σ	1,3
N	3
μ	20,29
	23,24

Fonte: Dados da pesquisa

Assim, pode-se perceber que a vazão calculada pelo método de seção média, ADCP e método de proporção de áreas encontram-se dentro do intervalo de confiança de 95% (entre 20,29 e 23,24 m³/s), enquanto que o resultado obtido pelo método do flutuador pode ser descartado dentro da amostra, e o método da seção média apresentou diferença de menos de 1% do limite inferior da amostra.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante da análise dos resultados obtidos pelos métodos do flutuador, molinete e ADCP para medição de vazão no Arroio Caverá, pode-se concluir que:

- o método do flutuador apresentou resultado de velocidade média igual a 0,956 m/s, sendo aplicado na parte de maior velocidade da seção transversal, e possui diferença de 2% em relação a velocidade encontrada pela vertical 4 do molinete, utilizada na mesma posição. A partir dessa velocidade, o cálculo da vazão obteve o maior valor dentre os três métodos;

- o método do molinete apresentou valores satisfatórios de velocidade, e demonstrou que é possível obter a vazão da seção transversal com grande proximidade quando comparada ao método acústico, considerado pela literatura como o mais confiável;

- o cálculo realizado pelo método da meia seção apresentou menor variância de valores das repetições entre si, enquanto que o método da seção média foi o que mais se aproximou dos resultados de vazão da seção obtidos através da metodologia de proporção de áreas;

- o equipamento ADCP apresentou valores precisos de batimetria e de velocidade média do canal;

- a metodologia de proporção de áreas tornou-se válida, com diferenças inferiores a 7% quando comparada ao método do molinete e ADCP, e encontrando-se dentro do intervalo de confiança de 95%. Assim, confirma-se que, para se relacionar as vazões de postos fluviométricos sem dados, é necessário que se trate de regiões homogêneas em termos de uso e ocupação do solo, bem como de declividade;

- Todos os objetivos propostos nesse trabalho foram atingidos, mostrando que o método do flutuador pode ser considerado o menos confiável de todos para a determinação da vazão da seção transversal, porém apresenta uma estimativa da velocidade da água na superfície, que pode ser considerada balizadora no estudo;

- Os métodos do molinete e acústico apresentaram valores de vazão dentro do intervalo de confiança de 95%, podendo-se afirmar que existe a probabilidade de que em um determinado período de tempo a vazão na seção de estudo apresente valores dentro desse intervalo, sendo confirmado pelo método de proporção de áreas.

REFERÊNCIAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Água na medida certa: a hidrometria no Brasil**. Brasília: ANA, 2012, 72 p.

ELETROBRÁS. **Manual de minicentraís hidrelétricas**. Ministério das Minas e Energia: DNAEE, 1985.

JOHNSTONE, D.; CROSS, W. P. **Elements of applied hydrology**.

Nova Iorque: Ronald Press, 1949. 276 p.

PINTO, N.L.S. et al. **Hidrologia básica**. Rio de Janeiro: Fundação Nacional de Material Escolar, 1976. 278 p.

HIDROWEB/ANA. **Ferramenta integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH)**. 2017. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 12 jun. 2017.

SALBEGO, G. A. **Simulação de cenários de sustentabilidade hídrica da orizicultura na sub-bacia hidrográfica do arroio grande através da implantação de barragens temporárias**. 2010. 157 p. Tese (Doutorado em engenharia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

SANTOS, I. et al. **Hidrometria aplicada**. Curitiba: ITD, 2001. 372 p.

THIAGO FILHO, G. S.; CARVALHO A. N. V.; CAETANO G. T.; DOS SANTOS R. M. (1999). **O uso do ADCP em pequenos e médios cursos d'água**. Grupo de Trabajo Sobre Hidromecánica, 5a Reunión, Montevideo, Uruguay, 1999.

WMO - WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION - WMO. **Manual on Stream Gauging**. Vol 1. Fieldwork. Geneva, 2010.

Capítulo 4

Estudo de Áreas Urbanas Susceptíveis à Inundações na Cidade de Alegrete/RS

Wilber Feliciano Chambi Tapahuasco ¹
Stefanie Almeida dos Santos ²

RESUMO

No Brasil, as Inundações fazem parte dos desastres naturais que cada vez mais têm chamado a atenção da sociedade, uma vez que causam impactos econômicos e sociais importantes, prejudicando o desenvolvimento do país. Embora a Agência Nacional das Águas – ANA faça um monitoramento hidrometeorológico a nível nacional, nota-se, ainda, a carência de estudos no âmbito local. Dessa forma, este capítulo apresenta o estudo de caso do mapeamento das áreas urbanas susceptíveis a inundações na cidade de Alegrete/RS. Isso com o intuito de definir os fatores específicos que influenciam nas inundações, os problemas e impactos gerados, a dimensão das áreas inundadas, além de permitir propor possíveis soluções de mitigação. Para tal, foram compilados registros históricos de inundações, a aquisição e análise do histórico de vazões do Rio Ibirapuitã, além do levantamento e mapeamento das áreas urbanas susceptíveis a inundações, envolvendo vistorias de campo e entrevistas às populações afetadas. A partir das atividades do projeto, foi possível quantificar a dimensão das áreas suscetíveis a inundações, além das suas causas e problemas gerados, a viabilidade de instalação de um sistema de alerta contra inundações. Assim também, constatou-se que

¹ Doutor em Geotecnia pela Universidade de Brasília – UnB. Professor na área de Obras de Terra e Mecânica dos Solos, no Campus Alegrete da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. E-mail: wilbertapahuasco@unipampa.edu.br

² Engenheira Civil pela Universidade Federal do Pampa – Unipampa. E-mail: stehzinha_santos@hotmail.com

57% das pessoas entrevistadas não aceitariam ser realocados, mesmo que fossem oferecidas moradias em locais mais apropriados.

Palavras-chave: Inundações. Vazões de Cheias. Desastres naturais.

1. INTRODUÇÃO

Com base nos dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil até inícios meados dos anos 60, tinha uma taxa de urbanização inferior a 46%. No entanto, nas últimas décadas obteve um crescimento bastante significativo e preocupante da população urbana, acarretando em um processo de urbanização acelerado, atingindo no ano de 2010, 84,4% da população total (IBGE, 2018a). Esse crescimento acelerado tem mostrado que a maioria dos municípios brasileiros está despreparada, possibilitando, o desenvolvimento de uma urbanização desordenada, sem um planejamento adequado, somada pela falta de investimento de infraestrutura. Como consequência disso, há ocorrência e crescimento de habitações irregulares em áreas de risco (em margens de rios, em encostas, entre outros). Nesse contexto, a cidade de Alegrete/RS, objeto de estudo deste trabalho, não poderia ser diferente. Segundo Robaina et al. (2013, p. 350):

O processo histórico da ocupação ocorrida na cidade de Alegrete/RS está caracterizado pela instalação de moradias em áreas planas junto às margens do Rio Ibirapuitã e, o avanço desta ocupação em direção as drenagens afluentes, como o Arroio Regalado. Dessa forma, o sítio urbano de Alegrete encontra-se instalado circundando às margens de redes de drenagens naturais.

Baseado nas informações disponibilizadas pelos jornais locais (Gazeta de Alegrete, Expresso Minuano) e pela própria população, pode-se dizer que, historicamente, a cidade de Alegrete é caracterizada pela ocorrência de inundações e alagamentos na sua área urbana.

Diante o exposto, este capítulo apresenta o estudo de caso do

mapeamento das áreas urbanas susceptíveis a inundações na cidade de Alegrete/RS. Isso com o intuito de definir os fatores específicos que influenciam nas inundações, os problemas e impactos gerados, a dimensão das áreas inundadas, além de permitir propor possíveis soluções de mitigação.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

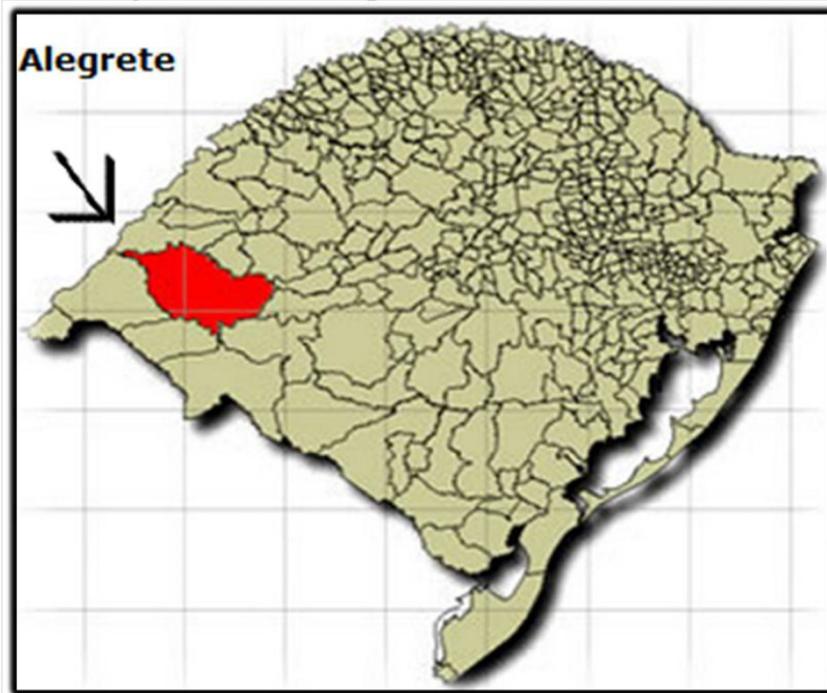
2.1 Caracterização da área de estudo

Segundo os dados do IBGE, O município de Alegrete está localizado na fronteira oeste do Estado do Rio Grande do Sul, entre os municípios de Uruguaiana e Rosário do Sul, distando 498 km da capital Porto Alegre, com uma altitude de 96 m acima do nível do mar e possuindo em torno de 78.003 habitantes (estimado para o ano 2017), ocupando uma área de aproximadamente 7.803,954 km², sendo considerado o maior município do Estado em extensão territorial (IBGE, 2018b).

O clima da região é subtropical, temperado quente, com chuvas bem distribuídas e estações bem definidas (Cfa na classificação de Köppen). A média de precipitação pluviométrica é de 1525 mm anuais. A menor média de precipitação acontece em agosto e a maior em outubro. As precipitações intensas, dentro de um período de 24 horas, são de até 115 mm. A temperatura média anual é de 18,6°C, variando entre 13,1°C em julho e 35,8°C em janeiro. A menor temperatura mínima observada desde 1931 foi de - 4,1°C e a máxima de 40,4°C. A formação de geadas ocorre eventualmente entre maio e setembro. A umidade relativa média do ar é de aproximadamente 75% em todos os meses do ano. A paisagem caracteriza-se como estepe gramíneo-lenhosa (campo nativo) e floresta estacional decidual aluvial (mata ciliar). A fisionomia é de extensas planícies de campo limpo com algumas ondulações e raros morros residuais de arenito silicificado (BRASIL TOTAL, 2018, não paginado).

A Figura 1 mostra a localização espacial do município de Alegrete no Estado do Rio Grande do Sul.

Figura 1 – Localização do Município de Alegrete no Rio Grande do Sul

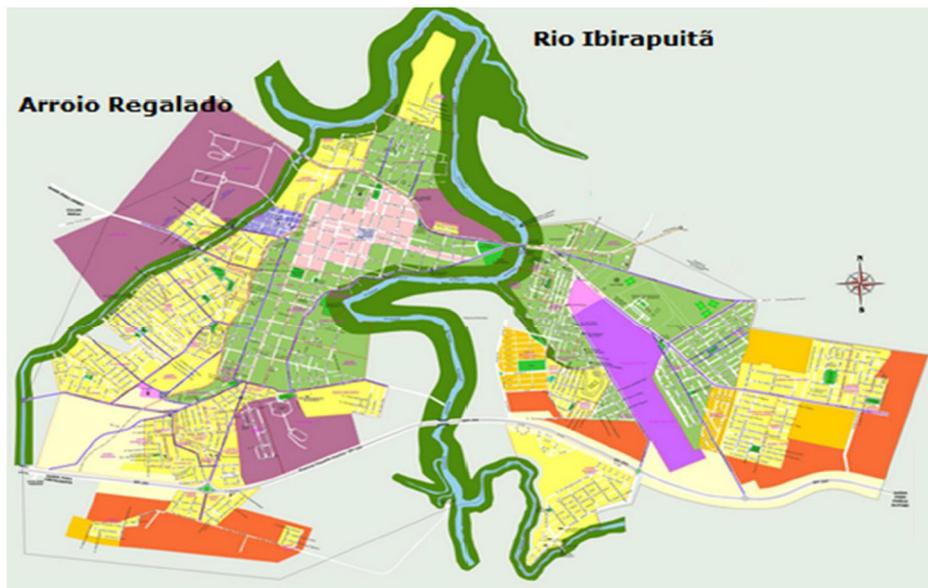


Fonte: Prefeitura Municipal de Alegrete (2018a, não paginado)

A área de estudo escolhida se remete a zona urbana da cidade de Alegrete, a qual está inserida na bacia hidrográfica do Rio Ibirapuitã, sendo que a parte leste da cidade encontra-se contornada pelo rio na forma de arco e, pela parte oeste contornada pelo Arroio Regalado.

A Figura 2 mostra o mapa da área urbana da cidade de Alegrete contornada pelos seus principais afluentes. Dessa forma, com base nas características geomorfológicas e hidrográficas, a cidade apresenta susceptibilidade às inundações com danos à população, visto que a mesma é alvo frequente desses fenômenos que trazem um extenso histórico que marca muitas famílias.

Figura 2 – Área urbana da cidade de Alegrete e seus principais efluentes hídricos



Fonte: Prefeitura Municipal de Alegrete (2018b, não paginado)

2.2 Levantamento de dados e vistorias de campo

Com o intuito de definir na área urbana da cidade de Alegrete, locais críticos suscetíveis a inundações, foram coletados dados referentes ao histórico de ocorrência de inundações. Para isso foi realizada uma pesquisa nos jornais locais como “A Gazeta de Alegrete” e “Expresso Minuano”, além de órgãos públicos como a Defesa Civil de Alegrete. Após a obtenção dos dados, os mesmos foram organizados numa planilha eletrônica (Excel), contendo informações, tais como: data dos eventos, locais afetados, número de pessoas afetadas e nível da água alcançada.

Seguidamente, com o auxílio do mapa cadastral da cidade, fornecido pela Secretaria de Infraestrutura, da Prefeitura Municipal de Alegrete, foram localizados os bairros afetados pelos eventos de inundações e alagamentos, contabilizando aproximadamente 20 bairros. Posteriormente, com o intuito de desenvolver uma melhor análise, as áreas inundadas foram organizadas em sete faixas críticas.

A Faixa 1 foi constituída pelos bairros Progresso, Vila Grande, Sepé Tiaraju, Vera Cruz, Restinga, Izabel e Macedo; a Faixa 2 pelos bairros Santo Antônio, Canudos e Vila Nova; a Faixa 3 compreende os bairros Tancredo Neves e parte do centro; Já na Faixa 4 corresponderam o Porto dos Aguateiros e parte do bairro centro; a Faixa 5 são o bairro São João, Assunção e Medianeira; a Faixa 6 compreende o bairro Centenário e, por último, na Faixa 7 são os bairros Honório Lemes, Pró – Morar e Ibirapuitã.

Com o intuito de compilar informações dos eventos de inundações, junto às pessoas afetadas da cidade de Alegrete, foi confeccionado um questionário de campo, envolvendo 25 questões. Dessa forma, as perguntas foram elaboradas visando caracterizar e dimensionar os eventos de inundações, conhecer os danos, prejuízos e infortúnios gerados à população.

Também, com o propósito de fazer um levantamento quantitativo e qualitativo dos sistemas de drenagem dentro das faixas críticas, foi confeccionada uma ficha de inspeção, o qual compreende em definir e quantificar os tipos de sistema de drenagem, além das condições de operacionalidade. A Figura 3 mostra parte das atividades realizadas nos locais suscetíveis a inundações, envolvendo a etapa de entrevistas e etapa de vistorias dos sistemas de drenagens.

Figura 3 – Atividades de campo: a) entrevista a morador de área crítica a inundações; b) vistorias de sistema de drenagem localizado na rua Venâncio Aires-bairro centro



Fonte: Elaboração própria

Os levantamentos das informações de campo (eventos de inundações, avaliação dos sistemas de drenagens) foram executados por meio de vistorias, implicando num estudo focado para cada faixa predefinida. As entrevistas à população afetada foram realizadas *in loco*, já inspeção dos sistemas de drenagem foi mapeada e avaliada utilizando um mapa cadastral para georreferenciamento (Figura 4).

2.3 Processamento dos dados hidrológicos do rio Ibirapuitã

Com o intuito de correlacionar e definir a influência do rio Ibirapuitã nos eventos de inundações, foram compilados dados de séries históricas das maiores vazões ocorridas na cidade de Alegrete/RS. Para isso, optou-se por utilizar dados da Estação fluviométrica da Agência Nacional das Águas, operada pela CPRM (Cia de pesquisa de Recursos Minerais), localizada próximo ao bairro Vila Nova, nas coordenadas 29°46'07"S e 55°47'14"W. Dessa forma, foram aproveitados dados de cota e vazões desde o ano 1941 a 2014.

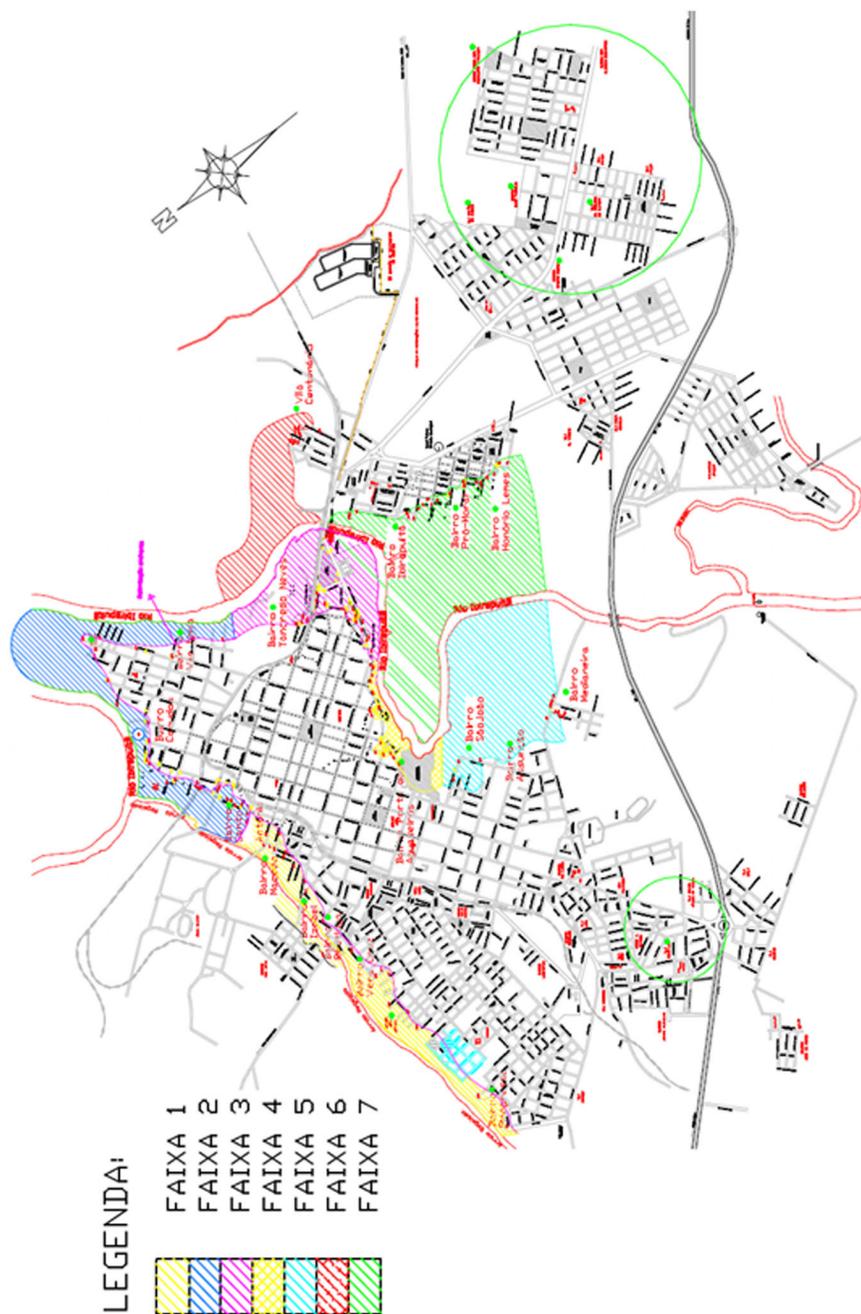
A partir dos dados hidrológicos, históricos foram determinadas as vazões médias mensais, confecção da curva chave utilizando os dados de cotas e vazões do rio. Além disso, utilizando o ajuste da distribuição de probabilidade de Gumbel, foram estimadas as vazões de cheias para diferentes tempos de retorno, variando de 2 anos até 1000 anos.

3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Definição das áreas críticas e condições de drenagem

Com base nas informações disponibilizadas dos moradores afetados pelas inundações e, das vistorias de campo realizadas pela equipe do projeto, foi possível dimensionar e delimitar as áreas vulneráveis. A Figura 4 mostra o mapa da cidade de Alegrete com as sete faixas críticas, vulneráveis a eventos de inundações. As vistorias de campo, como era de esperar, permitiram mostrar que as áreas urbanas suscetíveis aos eventos de inundações estão localizadas nas margens do Rio Ibirapuitã e do Arroio Regalado (Figura 4).

Figura 4 – Mapa de áreas críticas suscetíveis a inundações da cidade de Alegrete definidas em faixas



Fonte: Elaboração própria

Uma explicação técnica à ocorrência de inundações nas áreas urbanas, deve-se ao fato que as edificações foram construídas em planícies de várzeas (ou planície de inundação). As planícies de várzeas são consideradas elementos que compõem o sistema de drenagem do Rio e do arroio, conseqüentemente, em períodos de retorno tais margens são cobertas pelas águas dos dois afluentes. Uma solução a evitar a ocupação das águas dos afluentes nas várzeas envolve a edificação de barragens de cheias e de regularização, a montante da cidade de Alegrete. Isso possibilitaria regular e drenar vazões aceitáveis para as áreas a jusante.

Quanto aos sistemas de drenagem pluviais existentes nas áreas vulneráveis a inundações, foi possível constatar a precariedade e a falta de funcionalidade eficiente de várias estruturas coletoras, sendo que a maioria se encontrou em péssimo estado de conservação, sem tampas protetoras ou com tampas quebradas, possibilitando assim, o acúmulo e obstrução por lixo. A Figura 5 mostra as condições de operacionalidade de algumas dessas estruturas.

Figura 5 – Estado de conservação de algumas estruturas de drenagem de águas pluviais: a) boca de lobo entupido, localizado no bairro Pró Morar; b) Boca de lobo com grelha, coberto de lixo, no bairro Santo Antônio



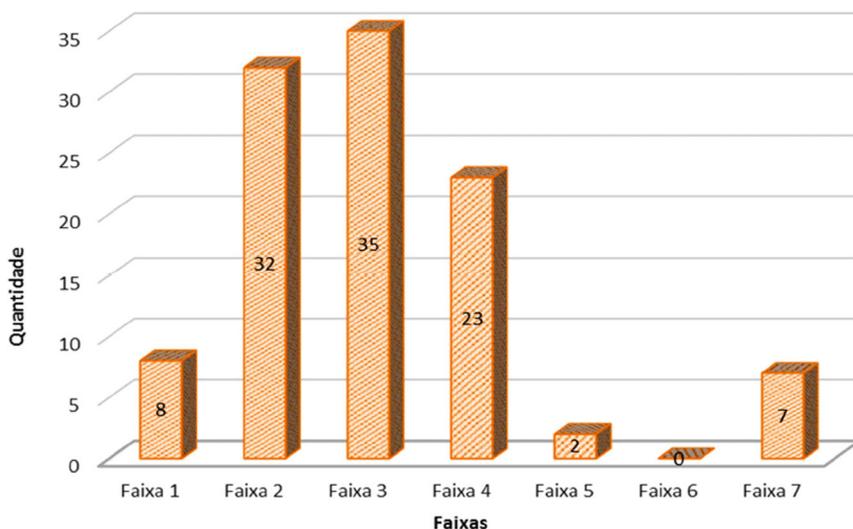
Fonte: Elaboração própria

Além do estado de conservação dos sistemas de drenagem, verificou-se também a pouca quantidade dessas estruturas. Na Figura 6 é apresentado um diagrama das quantidades de estruturas de drenagens

por cada faixa avaliada. A Faixa 6 é a mais deficiente neste quesito, pois não possui nenhum sistema de drenagem. Já as Faixas 2 e 3, por se tratarem de locais próximos ao centro urbano de Alegrete, estão contempladas com um número maior de elementos coletores.

A Faixa 1 apresenta sete bocas de lobo e um esgoto a céu aberto. A Faixa 2 está constituída de 27 bocas de lobo, 3 esgotos a céu aberto e dois poços de visita e, a Faixa 3, com 35 bocas de lobo. Já a Faixa 4 com 23 bocas de lobo e, a Faixa 5 com uma boca de lobo e um esgoto a céu aberto. Finalmente, a Faixa 7 apresenta sete bocas de lobo. Com base nessa informação quantitativa, pode-se dizer que além da falta de conservação, existe uma precariedade no número de sistemas de drenagens pluviais, implicando isso, na ocorrência de alagamentos devido às fortes chuvas.

Figura 6 – Gráfico da quantidade de estruturas de drenagens pluviais nas áreas suscetíveis a inundação da cidade de Alegrete/RS



Fonte: Santos (2015, p. 79)

3.2 Aspecto social e ambiental

Com base nas entrevistas realizadas aos moradores das áreas vulneráveis, foi possível obter resultados quanto aos impactos sociais e ambientais provocados pelas inundações. Uma das questões levantadas foi a quantidade de pessoas afetadas por doença, sendo que 8% dos entrevistados responderam que tiveram alguns membros da família doentes. Destacando-se, como doenças as micoses de pele e até pneumonia.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados das principais questões levantadas junto aos moradores das áreas vulneráveis. Conforme pode ser observado nessa Tabela, uma das questões levantadas foi quanto às perdas de bens materiais, tendo como resultado que 57% dos entrevistados tiveram esse tipo prejuízos, ressaltando em maior proporção a perda de móveis domésticos.

Tabela 1 – Respostas dos moradores a questões sociais e ambientais

Questões levantadas	SIM	NÃO
Perdas de bens materiais	57%	43%
Assistência aos danificados	49%	51%
Medidas pós evento	21%	79%
Interesse em troca de moradia	37%	63%

Fonte: Elaboração própria

Outra questão abordada objetivou saber se, durante a ocorrência dos eventos de inundações, houve ou não assistência aos moradores afetados por parte de alguma entidade. Como resultado percebe-se, na Tabela 1, que as respostas estão divididas, onde 51% dos entrevistados afirmaram não terem sido ajudados, já 49% disseram terem sido socorridos. Quanto às instituições de ajuda, o Exército lidera a prestação de serviço ao próximo, auxiliando na remoção da população e na retirada de pertences. Já a Defesa Civil e a Prefeitura Municipal são conhecidas por fornecerem lonas plásticas para a população, fornecimento de abri-

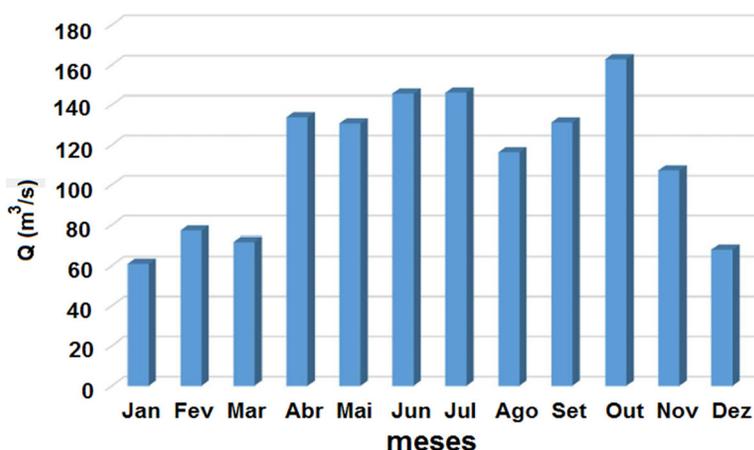
go quando possível e produtos de limpeza para as residências. Foram relatados também, a solidariedade entre os próprios vizinhos. Além disso, foi perguntado se, após os eventos de inundações, foram executadas medidas de recuperação: praticamente 79% dos entrevistados argumentaram não terem sido executados nenhum tipo de recuperação das áreas inundadas. Diferentemente, 21% dos entrevistados afirmaram terem sido executados medidas de recuperação, especificando principalmente, mutirão de limpeza entre os próprios moradores.

Finalmente, outra questão relevante consistiu em perguntar aos moradores à respeito da possibilidade de realocação das moradias vulneráveis para locais mais seguros. Nesse aspecto, constatou-se que 63% das pessoas entrevistadas não aceitariam ser realocadas. A Justificativa dada deve-se ao fato de que as novas moradias, seguras, estariam distantes do centro da cidade, o que dificultaria o deslocamento dos moradores.

3.3 Análise dos dados hidrológicos do rio Ibirapuitã

A Figura 7 mostra a média das vazões correspondentes a cada mês, em 71 anos de monitoramento do rio Ibirapuitã, onde é possível observar que o mês mais crítico é outubro, apresentando em média maiores vazões.

Figura 7 – Gráfico da média mensal das vazões do rio Ibirapuitã



Fonte: Santos (2015, p. 82)

A partir dos dados históricos de vazões do rio Ibirapuitã, registrados pela CPRM e, utilizando o método de distribuição de Gumbel, foram estimadas as vazões máximas de projeto em função de tempos de retornos. Dessa forma a Tabela 2 apresenta os resultados do ajuste.

Tabela 2 – vazões de projeto em função de tempos de retorno-Rio Ibirapuitã

TR	Q (m ³ /s)	COTA (cm) em relação ao leito do Rio	Curva de Nível (localização no mapa)
2	884,2159	1055,83	71,97
5	1186,318	1183,66	73,25
10	1386,34	1251,59	73,93
20	1578,20	1307,72	74,49
30	1688,57	1336,76	74,78
40	1766,39	1355,99	74,98
50	1826,54	1370,22	75,12
60	1875,59	1381,43	75,23
70	1917,00	1390,64	75,32
80	1952,83	1398,43	75,40
90	1984,41	1405,16	75,47
100	2012,64	1411,07	75,53
200	2198,06	1447,63	75,89
300	2306,36	1467,33	76,09
400	2383,15	1480,64	76,22
500	2442,69	1490,60	76,32
1000	2627,57	1519,76	76,61

Fonte: Santos (2015, p. 88)

Utilizando os valores estimados da Tabela 2, vazão de projeto vs. tempo de retorno, foi possível ajustar períodos de retornos para as vazões diárias máximas por ano, registradas pela CPRM. Dessa forma, a Tabela 3 mostra essa relação.

Tabela 3 – período de retorno para as vazões máximas diárias registradas

Dados diários máximos observados			Estimativa	Dados diários máximos observados			Estimativa
Data	Vazão (m ³ /s)	Cota (cm)	TR (anos)	Data	Vazão (m ³ /s)	Cota (cm)	TR (anos)
15/08/1941	1018,259	1196	3	22/04/1977	1126,343	1213	4
20/05/1942	1113,474	1242	4	21/11/1978	1044,555	1174	3
03/06/1943	512,9874	880	1	30/09/1979	1075,494	1189	3
09/10/1944	1148,026	1258	4	23/10/1980	928,9854	1115	2
28/09/1945	626,8215	966	1	21/02/1981	403,1734	728	1
13/10/1946	1056,854	1215	3	30/10/1982	1063,041	1163	3
20/05/1947	1223,974	1292	6	07/05/1983	1128,498	1194	4
28/09/1948	1073,411	1223	3	26/05/1984	1167,794	1212	5
05/10/1949	1178,88	1272	5	07/04/1985	1028,317	1146	3
28/06/1950	697,6223	1014	1	20/04/1987	1444,767	1328	12
27/06/1951	751,0938	1048	1	28/09/1988	654,2033	930	1
04/06/1952	978,7277	1176	3	24/08/1989	235,5241	534	1
03/10/1953	1158,979	1263	5	08/11/1990	1361,68	1295	9
12/06/1954	1075,494	1224	3	20/04/1991	1523,375	1358	16
20/05/1955	604,4039	950	1	15/04/1992	1610,528	1390	23
22/03/1956	626,8215	966	1	14/05/1993	1401,528	1311	11
16/06/1957	751,0938	1048	1	04/03/1995	527,9074	837	1
22/02/1958	1192,282	1278	5	31/01/1996	1092,258	1177	4
11/04/1959	1547,539	1422	18	17/10/1997	1249,3	1248	6
25/07/1960	959,3774	1166	2	15/04/1998	1507,4	1352	15
23/10/1961	1217,133	1289	6	17/10/1999	341,5328	665	1
22/09/1962	1034,385	1204	3	08/05/2000	925,2352	1093	2
17/10/1963	1228,55	1294	6	04/05/2001	1329,903	1281,5	8
18/04/1964	443,9615	821	1	06/12/2002	1354,3	1292	9
14/09/1965	891,9665	1130	2	03/05/2003	982,6308	1123	3
24/07/1966	1161,178	1264	5	08/11/2004	497,1654	812	1
30/06/1967	639,688	940	1	26/08/2005	520,4094	831	1
15/11/1968	468,8726	808	1	11/11/2006	329,1507	654	1
11/01/1969	680,9191	968	1	22/08/2007	550,8626	854	1
10/08/1970	780,5519	1031	2	19/10/2008	654	875	1
04/02/1971	716,1743	698	1	25/11/2009	1263,6	1356	7
24/09/1972	1145,845	1222	4	07/01/2010	1022,7	1176	3
13/02/1973	1388,988	1326	10	03/08/2011	390	637	1
02/07/1974	448,419	790	1	13/10/2012	1102,3	1231	4
16/08/1975	530,4237	859	1	15/11/2013	1074,3	1210	3
10/08/1976	785,5402	1034	2				

Fonte: Santos (2015, p. 89)

Com base nos dados históricos das Vazões registradas pela Agência Nacional das Águas, Silva (2011, p. 77) argumenta que o rio Ibirapuitã possui um nível médio anual normal de 3,40 m, uma vazão média de 143,14 m³/s e uma largura média na zona urbana de 67 m³. Esses dados permitem conhecer o comportamento do rio no período de curso normal. Assim, o autor também afirma que o rio Ibirapuitã, a partir de 7,4 m acima de seu nível normal, já afeta alguns bairros e, a partir de 10 m, mais de 20 bairros ficam inundados pela água.

Levando em consideração os dados compilados, dos jornais locais, da defesa civil e, a partir da série histórica de dados de vazões do rio Ibirapuitã, foi constatado que as inundações são ocorrentes a partir de vazão de 900 m³/s, correspondendo valores de cotas em torno de 10,8 m, o que confere com as informações de Silva (2011). Logo, como pode-se observar na Tabela 3, o ajuste dos períodos de retornos para as vazões registradas diárias máximas por ano, mostram que para cada 2 ou 3 anos há probabilidade de ocorrerem enchentes e inundações.

3.4 Possíveis medidas preventivas

Considerando que os resultados deste trabalho mostram que na cidade de Alegrete, a ocorrência dos eventos de inundações varia de 2 a 3 anos, somada a isso, a constatação de que a maioria das pessoas entrevistadas nas vistorias de campo, preferem permanecer nas áreas vulneráveis a inundações, surge a necessidade urgente de adotar medidas mitigadoras.

Soluções que permitam a convivência da população com as enchentes e inundações de maneira que não ocorram riscos, são mais adotadas por facilitarem seu emprego e por serem mais economicamente viáveis, como é o caso das medidas não estruturais, compostas de sistemas de alerta em conjunto com campanhas de conscientização, bem como zoneamento e elaboração de mapas das áreas de risco.

Destaca-se também, a possibilidade de realizar estudos de viabilidade que visem edificar barragens de regularização e de cheias a montante da cidade de Alegrete. Isso possibilitaria, regular e drenar vazões aceitáveis para as áreas a jusante.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento de dados históricos de vazões do rio Ibirapuitã, bem como as pesquisas realizadas no campo, serviram para compreender a magnitude dos eventos de inundações, que acontecem frequentemente na cidade de Alegrete. Dessa forma, foi possível delimitar as regiões vulneráveis em um mapa de risco, que englobou o raio de alcance máximo das inundações.

No levantamento e análise dos sistemas de drenagem pluviais foi possível constatar a precariedade em que se encontram as estruturas de drenagens, visto que a quantidade existente é preocupantemente baixa e não está em bom estado de conservação, sendo que muitos encontram-se quebrados e entupidos por detritos. Conseqüentemente, as condições desses elementos contribuem para agravar a situação das áreas vulneráveis em épocas de cheias ou de chuvas fortes, possibilitando a drenagem ineficiente no escoamento das águas.

As entrevistas de campo, permitiram conhecer que devido as inundações, a maioria das pessoas afetadas tiveram perdas de bens materiais e, em alguns casos, foram afetadas por doenças. Não obstante isso, foi constatado que mais de 60% dos entrevistados manifestaram vontade de permanecer nas áreas vulneráveis às inundações. Entre os motivos pela permanência dessas pessoas nesses locais, deve-se às questões logísticas e estratégicas de proximidade ao centro urbano da cidade.

Como base em registros históricos dos eventos de inundações, registros das vazões do rio Ibirapuitã e utilizando o Método Gumbel, este trabalho permite definir que as inundações nas margens do rio Ibirapuitã ocorrem a partir de vazões de 900 m³/s, correspondendo valores de cotas em torno de 10,8 m. Além disso, o ajuste dos períodos de retornos para as vazões registradas diárias máximas por ano, mostram que para cada 2 ou 3 anos há probabilidade de ocorrerem enchentes e inundações.

Finalmente, destaca-se a necessidade de desenvolver medidas mitigadoras não estruturais composta de sistemas de alerta em conjunto com campanhas de conscientização, bem como elaborar mapas

atualizados de áreas de risco. Também, sugere-se realizar estudos de viabilidade para implantação de barragens de regularização e de cheias, a montante da cidade de Alegrete.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Banco de Dados**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em 02 jun. 2015a.

BRASIL TOTAL – TM. **Alegrete, Geografia e História de Alegrete**. Disponível em <<http://minas-cidades.blogspot.com.br/2014/02/alegrete-geografia-e-historia-de.html>>. Acesso em 15 abr. 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em:<<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=9&uf=00>>. Acesso em 29 maio 2018a.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/alegrete/panorama>>. Acesso em 29 maio 2018b.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ALEGRETE. **Dados Gerais**. Disponível em: <<http://www.alegrete.rs.gov.br/site/?bW9kdWxvPTEmYXJxdWl2bz1jaWRhZGUucGhw&pagina=dados>>. Acesso em: 29 maio 2018a.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ALEGRETE. **Mapa virtual**. Disponível em: <<http://www.alegrete.rs.gov.br/site/?bW9kdWxvPTEmYXJxdWl2bz1jaWRhZGUucGhw>>. Acesso em: 29 maio 2018b.

ROBAINA, L. E. S.; KORMANN, T. C.; SCHIRMER, G. J. Zoneamento Das Inundações Na Área Urbana De Alegrete – Rio Grande Do Sul – Brasil. **Geociências**, v. 32, n.2, p. 346-355. São Paulo, UNESP. 2013.

SANTOS, S. A. **Estudo de áreas urbanas susceptíveis a fenômenos de inundações, enchentes e alagamentos na cidade de Alegrete-RS**. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pampa – Campus Alegrete. 2015. 116p.

SILVA, C. Mapeamento das áreas de inundação do Rio Ibirapuitã em Alegrete/RS. **Geografia Ensino e Pesquisa**, Cascavel, v. 15, n. 3, p. 73-89, set./dez. 2011.

Capítulo 5

Produtividade da Cultura do Sorgo Forrageiro sob Diferentes Regimes de Irrigação com Reúso de Efluente da Suinocultura

Luana Di Verona Ferreira Brasil Appratto¹
Roberlaine Ribeiro Jorge²

RESUMO

A água é um recurso natural finito e fundamental para a sobrevivência dos seres vivos. Na agricultura a irrigação é importante para que se possa disponibilizar as culturas agrícolas a quantidade necessária de água para seu bom desenvolvimento, a fim de suprir sua demanda hídrica e a demanda populacional por alimentos. Sabendo disto, o uso eficiente e racional dos recursos hídricos são fundamentais para a conservação do meio ambiente. O estudo proposto objetiva analisar a produção de matéria seca do sorgo forrageiro, sob diferentes regimes de irrigação e adubação, utilizando efluente da suinocultura, semeado sobre cobertura de solo com aveia preta dessecada. O experimento foi conduzido na casa de vegetação da Universidade Federal do Pampa – Campus Alegrete. A cultura foi submetida a quatro tratamentos distintos de irrigação, onde sua lâmina de irrigação foi calculada através da leitura do tanque classe “A” e suas formulações para determinar a evapotranspiração de referência (ET_o) e evapotranspiração da cultura (ET_c). Os tratamentos são: 1 – Água do poço artesiano (Testemunha); 2 – Efluente da Suinocultura; 3

¹Engenheira Agrícola pela Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. E-mail: luanaappratto@gmail.com

²Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS. Professor na área de Engenharia Agrícola, no Campus Alegrete da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. E-mail: roberlaine.jorge@unipampa.edu.br

– O dobro do tratamento 2; e 4 – O quádruplo tratamento 2. Os dados experimentais foram analisados através do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as análises feitas os resultados não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos utilizados e o efluente suíno, bem como a testemunha que utilizou água do poço artesiano. Porém, pode-se observar que a utilização do efluente no terceiro tratamento apresentou uma massa seca superior aos demais.

Palavras-chave: Forrageira. Fertirrigação. Hídrico.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do sorgo está se difundindo cada vez mais no país, sendo que essa pastagem contribui para a oferta de alimentos, pecuária, produção de volumosos, estoque reguladores de grãos energéticos, além disso, permite maior competitividade no setor e reduz custos. Segundo o IBGE (2014), no ano de 2014 o Brasil alcançou um rebanho efetivo bovino de 212,3 milhões de unidades animal, tendo um acréscimo de 0,3% com relação ao ano anterior, mantendo a segunda colocação no ranking mundial. Tristão (2011), diz que a principal fonte alimentar da bovinocultura são as pastagens. Nesse sentido, o sorgo é considerado uma ótima opção para a atividade.

No planeta a quantidade de água consumível é equivalente a 1%, ou seja, 99% da água disponível não serve para o consumo humano e demais atividades dependentes da água doce, sendo que o custo envolvido para sua exploração é muito elevado, tornando-se inviável. Desta pequena parcela, 65% é utilizada na agricultura, 25% na indústria e 10% com finalidade urbana (MANCUSO; SANTOS; PHILIPPI JR., 2003).

É notável a crise relacionada à oferta de água no mundo e, para suprir a demanda por alimentos em virtude do aumento populacional, a agricultura irrigada entra para somar (PLAYÁN; MATEOS, 2006). Se-

gundo Araújo et al. (1999), a utilização de águas residuárias na irrigação, desde que utilizadas criteriosamente, trazem benefícios as culturas devido aos nutrientes presentes no efluente que, quando drenado pelo solo, funcionam como um filtro alimentador do lençol freático.

A irrigação de culturas com água de reúso quando dimensionados de maneira adequada, ou seja, corretamente, é uma maneira limpa, segura e econômica de obter alta produtividade (BOHLEY, 1970).

No Brasil, o objetivo da utilização do reúso suíno é minimizar os impactos ambientais, sendo que os efluentes são armazenados em lagoas, ou tanques, e aplicados em lavouras e pastagens como fonte de nutrientes. No entanto, quando a aplicação ocorre sem conhecimentos técnicos e científicos, bem como sem a orientação de um profissional, pode prejudicar a estrutura química do solo (VIVAN; KUNZ; STOLBERG, 2010). Aguiar e Drumond (2002) comentam que a irrigação proveniente do efluente suíno em pastagens e sua recuperação é um tema que requer atenção. Isto devido a seu potencial poluidor quando não manejados adequadamente.

Diante o exposto, objetivo principal deste estudo é determinar a produtividade de massa seca de sorgo forrageiro produzida sob diferentes regimes de irrigação, utilizando água residuária proveniente da lavagem de pocilga, simulando o pastejo através de cortes e quantificando-os.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Sorgo

O sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], nativo da África, é uma gramínea pertencente à família Poaceae que está entre os principais cereais cultivados no mundo. Sua produção, em alguns continentes, principalmente africanos, asiáticos e em regiões semiáridas, representa grande relevância, contribuindo para a alimentação humana, estando presente diariamente em suas mesas. Já no Brasil, e em alguns países ocidentais, o cultivo do sorgo é substancialmente utilizado para alimentação animal (EMBRAPA, 2015).

A cultura do sorgo, cada vez mais, vem tomando destaque na agropecuária brasileira por apresentar boa digestibilidade, alto teor energético e elevada produtividade, além disto, diferentemente a outras culturas de verão o sorgo resiste à ambientes secos e quentes. Esta planta é utilizada para corte verde como silagem, pastejo e os grãos como alimento humano e ração animal (BUSO *et al.*, 2011).

2.2 Necessidade Hídrica

A planta de sorgo possui alta tolerância a situações de estresse hídrico devido a eficiência de uso de água. Dentre os mecanismos responsáveis por tal efeito pode-se destacar o sistema radicular profundo e ramificado, a capacidade de entrar em dormência quando ocorre estresse hídrico e o número elevado de estômatos. O sorgo é capaz de retomar o desenvolvimento quando o estresse hídrico for amenizado (FEPAGRO, 2011). Segundo Mengel e Kirkby (1978), para a produção de 1 quilograma de massa seca a cultura transpira de 277 a 349 litros de água.

Conforme EMBRAPA (1988), a evapotranspiração da cultura do sorgo durante o ciclo é de 450 a 500 mm, podendo haver variações, conforme a cultivar, demanda evaporativa da atmosfera e outros fatores da época de plantio. Em regiões onde o cultivo é mais expressivo a precipitação anual não excede 1000 mm, não exigindo irrigação, quando a precipitação se encontra abaixo de 450 mm anuais é necessária a irrigação.

2.3 Coeficiente da Cultura (kc)

Para determinação da demanda hídrica os fatores evapotranspiração e coeficiente de cultura (kc) são muito relevantes. Com isso, se torna possível um estabelecimento temporal e a quantidade de água necessária para a cultura (ANTUNES, 2000; NETO *et al.*, 2001). Durante o ciclo produtivo da cultura o kc varia de acordo com o estágio fenológico da planta. Em seu estabelecimento, o kc tende a ser mais baixo, aumenta durante seu desenvolvimento, estabiliza ou até mesmo diminui (OLI-

VEIRA et al., 2007). O coeficiente de cultivo varia entre 0,4 e 0,8, nas fase inicial e final de ciclo, respectivamente.

2.4 Tanque Classe A

Tanque Classe A é um aparato composto de um tanque de aço inox com dimensões padronizadas, de um parafuso micrométrico utilizado para medição do nível da água, por meio de um medidor tipo âncora e uma rosca sem fim graduado a cada 0,01 mm e de um poço tranqüilizador com a função de estabilizar a superfície da água para a medição da altura da lâmina evaporada (CARTILHA INSA, 2013).

O método indireto evaporímetro é utilizado para medir a evaporação da água, sendo que o tanque classe A é um equipamento muito utilizado para determinar a evaporação, pois seu custo é baixo, comparado a outros equipamentos. O objetivo é medir a evaporação de uma superfície de água livre associados a outros fatores (SALASSIER, 2006).

A medição desses parâmetros pode ser realizada dentro da casa de vegetação para a escolha do kp. Citado por Farias, Bergamaschi e Martins (1994), ao trabalharem com a cultura do tomateiro em casa de vegetação, perceberam que havia semelhanças entre os valores obtidos do kp e do kc (coeficiente da cultura) e os valores de kc encontrados na bibliografia, com isso, concluíram que o kp em casa de vegetação deve ser próximo de 1,0.

2.5 Evapotranspiração da cultura e evapotranspiração de referência

A evapotranspiração da cultura é a quantidade de água que determinada cultura necessita durante todo seu ciclo hidrológico, ou seja, em seus diferentes estádios. Conhecer esse valor é necessário para saber a quantidade de água que deve ser repostada no solo (BASSOI et al., 2001). Segundo Salassier (2006), a evapotranspiração de referência consiste na evapotranspiração de uma cultura presente em toda extensão do solo em condições ótimas de desenvolvimento, ou seja, crescimento ativo e sem restrição hídrica.

2.6 Água de Reúso

O reúso da água é uma técnica cada vez mais reconhecida, caracteriza-se como uma prática inteligente para racionalização dos recursos hídricos. A sustentabilidade no Brasil caminha lentamente no que se refere ao reúso de efluentes, porém, revela-se ser uma técnica segura (TELLES; COSTA, 2007).

A qualidade da água está relacionada com a capacidade de satisfazer uma necessidade, pode apresentar diferenças, tudo depende da finalidade ou destino dado a ela (TELLES; COSTA, 2007).

O uso da água para fins agrícolas no Brasil pode chegar a 80% ao final da década. Com esse valor tão expressivo, regulamentar o reúso da água na agricultura e promovê-lo através de políticas públicas se torna cada vez mais necessário, além do fator consumo deste recurso natural tão importante. Essa prática tem aumentado devido ao alto custo de fertilizantes, o problema crescente de encontrar fontes alternativas de água para irrigar, receptividade sociocultural, entre outros (MANCUSO; SANTOS; PHILIPPI JR., 2003).

2.7 Efluentes de Suinocultura

O esterco líquido aplicado em quantidades elevadas no solo, durante um período de vários anos, poderá provocar sobrecarga na capacidade de infiltração do solo e retenção de nutrientes da água residuária. A grande consequência disso são grandes problemas devido à possibilidade desses nutrientes atingirem as águas superficiais ou subterrâneas (OLIVEIRA, 1993). Diante disso, é de grande importância que o setor produtivo tome consciência da degradação ambiental causada pelo lançamento de águas residuárias da suinocultura nas coleções de água e, diante da ação fiscalizadora de órgãos públicos responsáveis pela qualidade

O efluente suíno pode apresentar diversas variações em seus componentes, dependendo do sistema de manejo adotado. Vivan, Kunz e Stolberg (2010) afirmam que um suíno produz um volume considerável de dejetos por dia. Em uma granja com 300 matrizes podem ser

gerados 45.000 litros de efluente diariamente. Tais dejetos são compostos por matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, sódio, magnésio, manganês, ferro, zinco, cobre e outros elementos incluídos nas dietas dos animais.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Campus Alegrete – Rio Grande do Sul. A cidade de Alegrete apresenta coordenadas geográficas 29.4701° a sul e a uma longitude de 55.4727° oeste, o município se encontra a 121 metros acima do nível do mar com clima subtropical.

Para semear o sorgo forrageiro foram utilizados vasos em Policloreto de polivinila (PVC), com diâmetro e altura de 0,30m e 0,70m, respectivamente, resultando em uma área de 0,07 m² para cada vaso. O seu interior será preenchido com uma camada fina de brita, seguido de solo para posterior semeadura. O solo utilizado no experimento foi coletado nas dependências da UNIPAMPA, proveniente do primeiro horizonte do solo (horizonte A), ricos em matéria orgânica. O solo foi homogeneizado, após, peneirado para reter os torrões mais expressivos.

3.1 Tratamentos

Foram utilizados quatro tratamentos (Tabela 1), com cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Utilizando água do poço artesiano e efluente da suinocultura, a lâmina de irrigação foi determinada através da evapotranspiração com base na leitura do tanque classe A.

O efluente da suinocultura e a água do poço artesiano foram submetidos a testes de pH, salinidade, oxigênio dissolvido (D.O.) e condutividade elétrica obtidos através do Multiparâmetro HI98194, podendo acompanhar as mudanças existentes ou não no líquido armazenado.

Tabela 1 – Definição dos tratamentos e lâmina de irrigação

TRATAMENTO	DESCRIÇÃO	LÂMINA DE IRRIGAÇÃO (%)
1	Água do poço artesiano	100
2	Efluente Suinocultura	100
3	Efluente Suinocultura	200
4	Efluente Suinocultura	400

Fonte: Os autores (2017)

3.2 Águas Utilizadas

A água de reúso utilizada é proveniente da limpeza diária de pocilga efetuada através de jato de água sob pressão, de uma instalação suína do Instituto Federal Farroupilha – Campus Alegrete. Possui capacidade para 28 matrizes e abate anual de aproximadamente 700 unidades de suínos. O efluente gerado oriundo das lavagens são canalizados e direcionados a lagoa de estabilização (anaeróbia). Após a coleta, a água residuária é armazenada em tambores nas proximidades da casa de vegetação.

Também foi utilizada água do poço artesiano da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Campus Alegrete. A mesma foi armazenada em recipientes herméticos e dispostas no interior da casa de vegetação.

Após coletados, os efluentes passaram por uma análise química obtida através do Multiparâmetro Hanna, modelo HI9298194 caracterizando pH, oxigênio dissolvido, salinidade e condutividade elétrica.

3.3 Semeadura

O experimento teve início no ano agrícola de 2016, sendo que no dia 28 de junho foi semeada aveia-preta para produção de matéria seca e proteção do solo e, aos 30 dias do mês de setembro, considerado período adequado para implantação da cultura do sorgo no Estado do Rio Grande do Sul, respeitando uma densidade de semeadura de 20 kg por hectare, convertendo para área de uma unidade experimental e conside-

rando o teste de germinação 76% obteve-se uma proporção de 0,18 gramas por vaso (considerando 20 unidades experimentais foram consumidas um total de 3,6 gramas de sementes).

O ciclo vegetativo do sorgo forrageiro é de 150 dias, cultura de hábito de crescimento porte ereto, o intervalo entre pastejo na pastagem deve ser entre 16 a 18 dias, sendo prevista uma produção de massa seca por hectare de 12 a 15 toneladas (COPÉRDIA, 2015).

3.4 Manejo da Irrigação

A irrigação foi realizada diariamente, efetuando-se a leitura da evaporação do tanque classe A para determinação da lâmina de irrigação (L_i) a cada dois dias (turno de rega), conforme apresentado nas Equações 1 e 2.

Determinação da Evapotranspiração de Referência (ET_o):

$$ET_o = K_p * E_t \quad \dots(1)$$

Onde,

K_p = Coeficiente do tanque classe A, adimensional.

E_t = Evaporação do Tanque, mm/dia.

Evapotranspiração da cultura (ET_c):

$$ET_c = ET_o * K_c \quad \dots(2)$$

Onde:

K_c = Coeficiente de cultivo/cultura, adimensional.

Lâmina de Irrigação (L_i):

$$L_i = \left(\frac{ET_c}{E_i} \right) * 100 \quad (3)$$

Onde:

E_i = Eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação (%).

Para o E_i , considera-se os valores da TABELA 5:

3.5 Simulação manual de pastejo

A simulação do pastejo foi feita através de corte manual realizado aos 50 dias a partir da semeadura, momento que simula a entrada dos animais no piquete, deixando uma altura de 10 centímetros, para que a planta cresça novamente.

3.6 Obtenção dos dados massa seca

Após cada simulação de pastejo, a massa verde obtida de cada unidade experimental dos diferentes tratamentos foi mensurada e encaminhada a estufa. O tempo de permanência deste material foi de 72 horas em uma temperatura de 65°C, obtendo então a massa seca através de nova pesagem em balança de precisão.

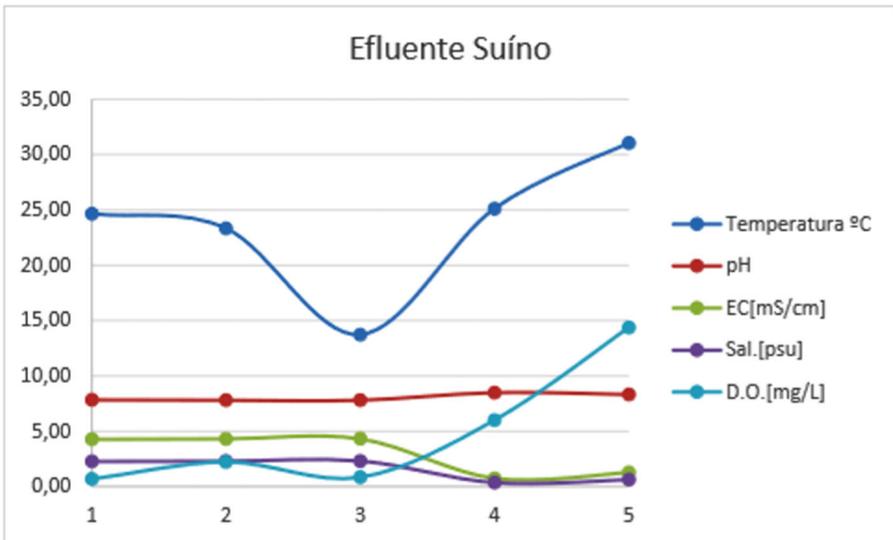
3.7 Análise estatística

Para teste de comparação de médias dos 4 (quatro) tratamentos e de posse dos dados, foi utilizado o teste Tukey a 5% de probabilidade, delineamento inteiramente casualizado (DIC), com manipulação no software estatístico livre ASSISTAT® 7.7. Os resultados do experimento estão apresentados em tabelas e gráficos (SILVA; AZEVEDO, 2016).

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

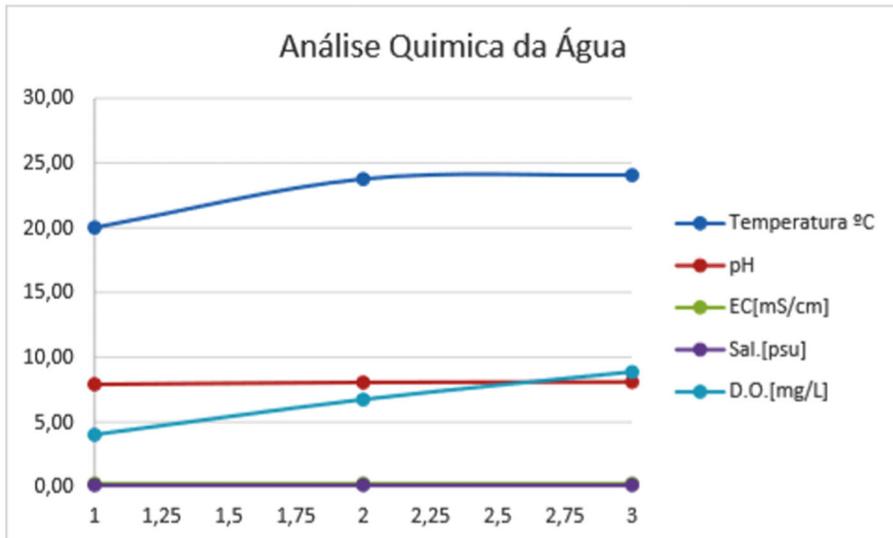
A quantidade e a qualidade da água de irrigação é preponderante no resultado final, e durante a armazenagem, no decorrer dos dias, o efluente sofreu alterações devido aos componentes químicos e nutrientes presentes em sua composição. Por isso, durante a condução do experimento foram coletas 6 amostras do efluente suíno e 3 amostras do poço, sendo a primeira na armazenagem dos líquidos, para monitorar essas mudanças, conforme mostram os Gráficos 1 e 2.

Gráfico 1 – Análise química do Efluente Suíno



Fonte: Os Autores (2017)

Gráfico 2 – Análise química da Água proveniente do poço artesiano

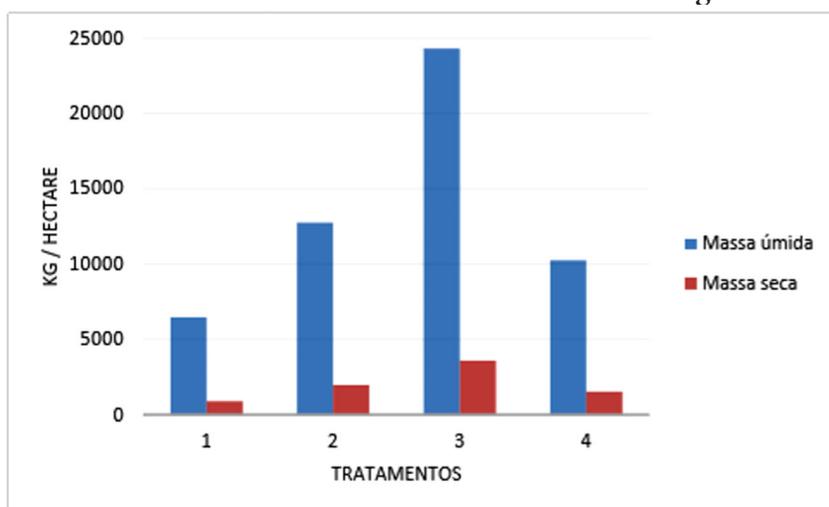


Fonte: Os Autores (2017)

É possível observar que ambos efluentes apresentam elevação gradual no Oxigênio Dissolvido quando há um aumento da temperatura e que o pH não sofreu alteração significativa. Já na análise do suíno com aumento da temperatura a condutividade elétrica e a Salinidade sofreram queda.

Os dados de matéria seca (kg ha^{-1}) apresentaram discrepância em seus resultados. Em três unidades experimentais do primeiro tratamento T1 – Água do Poço Artesiano, o sorgo forrageiro emergiu, porém, no decorrer dos 10 primeiros dias após emergência a planta não resistiu. Nos demais tratamentos pelo menos um vaso ocorreu o mesmo processo, perdendo a produção dos vasos, o Gráfico 3 mostra a produção de massa verde e massa seca em kg ha^{-1} .

Gráfico 3 – Produtividade de Massa Verde e Massa Seca do Sorgo Nutribem sob diferentes efluentes e laminas e água



Fonte: Os Autores (2017)

O T1 que utilizou água do poço apresentou o pior resultado com produção de massa seca pouco maior que 0,9 toneladas por hectare. Já o T3, no qual levou o dobro de efluente suíno, recomendado segundo a utilização do tanque classe A para mensurar o volume a ser irrigado, apresentou o melhor resultado, Massa Verde de 6,4 e Massa Seca de

aproximadamente de 3,5 toneladas por hectare.

A Tabela 2 mostra a matéria seca do sorgo nos diferentes tratamentos onde constatou-se que não houve diferença entre eles. Na análise entre os tratamentos verificou-se resultados inconsistentes, sendo assim, foram consideradas três hipóteses, a saber:

- 1- Considerou-se duas repetições dos quatro tratamentos;
- 2- Desconsiderou-se o T1, e a partir de sorteio foi feita análise de 3 repetições;
- 3- Desconsiderou-se o T1 e T4, analisando 4 repetições.

Tabela 2 – Análise estatística das médias de Massa Seca (kg.ha⁻¹) do sorgo para os diferentes tratamentos

Diferença Mínima Significativa	Tratamentos			
	1 - Água do poço artesiano (100%)	2 - Efluente Suinocultura (100%)	3 - Efluente Suinocultura (200%)	4 - Efluente Suinocultura (400%)
8657,476	2287,143 a	2791,429 a	5319,286 a	3834,285 a
6140,353	-	1313,809 a	4335,715 a	2557,143 a
2033,510	-	2478,572 a	4491,429 a	-

Fonte: Os autores (2017)

A primeira análise não apresentou diferença significativa entre os tratamentos com um coeficiente de variação de 59,74%. Como resultado da segunda análise, nenhuma diferença significativa foi apresentada, tendo coeficiente 89,58. Na terceira hipótese foi levando em conta somente dois tratamentos (T2 e T3), os tratamentos não diferiram entre eles resultando em um coeficiente de variação de 33,73%.

Em todas as hipóteses o teste Tukey a nível de 5% de probabilidade não diferiram estatisticamente entre si. Possivelmente alguns fatores influenciaram no desenvolvimento da cultura, podendo considerar que alguns tratamentos culturais (controle de invasoras) na aveia-preta podem ter afetado, assim como a temperatura, vigor de sementes do sorgo e o tamanho da área dos vasos. Embora não tenham apresentados diferença significativa, o Gráfico 3 mostra que o T3 – Efluente suíno (dobro) – apresentou resultado superior aos demais e o resultado que não se destacou apresentando menor matéria seca foi o T1 – Água poço artesiano.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Reutilizar a água é um processo importante para o meio ambiente tendo em vista que esse bem está cada vez mais raro e caro, principalmente, no que diz respeito a produção agrícola. Em escala experimental não houve diferença significativa entre os tratamentos utilizando a água do poço e o efluente proveniente da suinocultura. Porém, um dos tratamentos apresentou um volume superior de massa seca.

O terceiro tratamento que utilizou uma lâmina de 200% do tanque classe A irrigado com efluente suíno se sobressai aos demais. O que se refere a observar as mudanças dos líquidos, pode-se observar que a temperatura influenciou em ambos líquidos, ou seja, o pH, D.O, Salinidade e a condutividade elétrica foram alteradas conforme houve mudança na temperatura.

Quando houve aumento na temperatura o potencial hidrogeniônico e oxigênio dissolvido apresentaram aumento, já a salinidade e a condutividade elétrica decaíram o que pode ter afetado o desenvolvimento da planta. Outro fator foi o dessecante utilizado na aveia-preta, como não foi utilizado de maneira tradicional, esse método pode ter afetado negativamente o desenvolvimento da planta.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A.P.A.; DRUMOND, L.C.D. **Pastagens Irrigadas**. In: CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM MANEJO DA PASTAGEM, 2002, Uberaba: FAZU, 86 p.

ANTUNES, R. C. B. **Determinação da evapotranspiração e influência da irrigação e da fertirrigação em componentes vegetativos, reprodutivos e nutricionais do café arábica**. Viçosa: UFV, 2000. 165p. (Dissertação de Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

ARAÚJO, A. L.; KÖNG, A.; MILANÊZ, J. G.; CEBALLOS, B. S. O. de. Reúso indireto de esgotos na irrigação de colunas experimen-

tais de solo cultivados com alface (*Lactuca sativa*, L.). In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 1999. 8p.

BASSOI, L. H.; TEIXEIRA, A. H. C.; SILVA, J. A. M.; SILVA, E. E. G.; RAMOS, C. M. C.; TARGINO, E. L.; MAIA, J. L. T.; FERREIRA, M. N. L.; EMBRAPA SEMI-ÁRIDO [Corporate Author]. Consumo de água e coeficiente de cultura em bananeira irrigada por microaspersão - COMUNICADO TÉCNICO. Petrolina, PE, dez, 2001.

BOHLEY, P. B. Pumps recycle animal wastes into profits. **Irrigation Journal**, Van Nuys, v. 40, n.4, p. 12-18, 1970.

BUSO, W.H.D.; MORGADO, H.S.; SILVA, L.B.; FRANÇA, A.F.S. Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.5, n.23, ed.170, art. 1145, 2011.

CARTILHA INSA. **Manejo de irrigação utilizando tanque classe A**. Instituto Nacional do Semiárido – INS, 2013.

COPÉRDIA. **Sorgo Nutribem**. Acessoria Técnica Coperdia. Tópico Pastagem, jun, 2015. Disponível em: <http://www.coperdia.com.br/portal/materiais/sorgo_nutribem.pdf>. Acesso em: 08 out. 2015.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. **Recomendações Técnicas para o cultivo do sorgo**. 3 ed. Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 1988. 80p. ilustr. (EMBRAPA/CNPMS. Circular Técnica, 01).

EMBRAPA. **Sorgo: o produtor pergunta, a Embrapa responde** / Israel Alexandre Pereira Filho, José Avelino Santos Rodrigues, editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2015. 327 p.: il.; 16 cm x 22 cm. - (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

FARIAS, J.R.B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S.R. Evapotranspiração no interior de estufas plásticas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.2, p.17-22, 1994.

FEPAGRO. **Indicações técnicas para o cultivo do milho e do sorgo no Rio Grande do Sul: Safras 2011/2012 e 2012/2013**. / Organizado

por Lia Rosane Rodrigues e Paulo Regis Ferreira da Silva. – Porto Alegre: Fepagro, 2011. 140 p.

IBGE. **PPM 2014: rebanho bovino alcança 212,3 milhões de cabeças**. 2014. Sala de imprensa, out. 2015. Disponível em: <<http://sala.de.imprensa.ibge.gov.br/noticias.html?view=noticia&id=1&idnoticia=3006&busca=1&t=ppm-2014-rebanho-bovino-alcanca-212-3-milhoes-cabecas>>. Acesso em: 03 out. 2015.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. DOS; PHILIPPI JR., A. (coord.) **Reúso de Água**. Barueri, SP: Manole, 2003. P. 588.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Bem: International Potash Institute. 1978. 593 p

NETO, A. C. F. et al. **Determinação da evapotranspiração de dois cultivares de café arábica na fase de maturação dos frutos**. In: Simpósio de Pesquisa de Cafés do Brasil, 2, Local. **Anais...** Embrapa – Consórcio Café, 2001. 528-534p.

OLIVEIRA, P.A.V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos suínos**. Concordia, SC: EMBRAPA-CNPSC, 1993. 188p. (Documento, 27).

OLIVEIRA, L. F. C. de et al. **Coeficiente de cultura e relações hídricas do cafeeiro, cultivar Catucaí, sob dois sistemas de manejo da Irrigação**. set. 2007.

PLAYÁN, E.; MATEOS, L. Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity. **Agricultural Water Management**, v.80, p.100-116, 2006

SALASSIER et al. **Manual de irrigação**/ Salassier Bernardo, Antonio Alves Soares, Everardo Chartuni Mantovani. 8. ed. – Viçosa: Ed. UFV, 2006. 625 p.: Il. Col.; 27cm

SILVA F. A. S., AZEVEDO C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**. Vol. 11(39), pp. 3733-3740, 29 September, 2016. DOI: 10.5897/AJAR2016.11522.

TELLES, D.A.; COSTA, R. H. P. **Reúso da água: conceitos, teorias e práticas**. 1. ed. – São Paulo: Editora Blucher, 2007.

TRISTÃO, Patrícia. **Alimentação de gado de corte**. Pecuária de corte, jun. 2011. Disponível em: <<http://www.portalagropecuário.com.br/bovinos/pecuaria-de-corte/alimentacao-de-gado-de-corte/>>. Acesso em: 08 out. 2015.

VIVAN, M.; KUNZ, A.; STOLBERG, J. et al. Eficiência da interação biodigestor e lagoas de estabilização na remoção de poluentes em dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.3, p.320-325, 2010.

Capítulo 6

Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil: uma Análise em Canteiro de Obras

Peter Jessé Dalla Corte ¹
Fladimir Fernandes dos Santos ²
Nirlene Fernandes Cechin ³

RESUMO

O setor da construção civil é um dos mais importantes na geração de receita para o país, assim como é um dos que mais gera trabalho para a população, mas também é considerado um dos setores que mais provoca impactos negativos ao meio ambiente. Percebe-se, em relação a geração de resíduos, conforme pesquisado na literatura, que há carências no gerenciamento destes resíduos, acarretando problemas para a população e para o ambiente. Sendo assim, esta pesquisa abordou a forma como algumas empresas do setor da construção civil estão tratando do gerenciamento dos resíduos gerados no canteiro de obras, tendo como base a legislação e as normas vigentes no Brasil. O gerenciamento de resíduos da construção civil é imprescindível para assegurar a destinação destes resíduos, propondo a aplicação dos recursos empregados nas construções com a utilização de práticas sustentáveis, e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Os principais resultados evidenciaram que as empresas pesquisadas não estão gerenciando os resíduos

¹ Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. E-mail: petercorte.eng@gmail.com

² Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Professor do curso de graduação em Engenharia Civil, no Campus Alegrete da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. E-mail: fladimirsantos@unipampa.edu.br

³ Doutora em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Professora do curso de graduação em Engenharia Florestal, no Campus São Gabriel da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. E-mail: nirlenecechin@unipampa.edu.br

de acordo com a legislação e as normas vigentes, bem como mostraram que os canteiros de obras não estavam preparados para que fosse feito o gerenciamento da forma correta. Ao final da pesquisa foi possível estabelecer que existem oportunidades para que as empresas da construção civil se adequem as regulamentações pertinentes ao gerenciamento de resíduos gerados nos canteiros de obras. Entretanto, tomadas algumas medidas, é bem plausível a sua total inserção nos canteiros de obras.

Palavras-chave: Gerenciamento. Resíduos sólidos. Canteiro de obras.

1. INTRODUÇÃO

Devido à urbanização acelerada, que resultou no rápido adensamento das cidades, é possível notar que a produção de quantidades significativas de resíduos gerados pela construção civil tem sido “um dos principais problemas enfrentados em áreas urbanas” (SENAI; SEBRAE; GTZ, 2007, p. 06). Tais resíduos, ainda, não têm sido corretamente gerenciados, existindo a falta de interesse em relação a uma adequada destinação (HOSHINO, 2010) e a uma disposição final ambientalmente adequada (SENAI; SEBRAE; GTZ, 2007).

Segundo Moraes (2006), a preocupação com os resíduos no Brasil é recente. A Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), alterada pelas Resoluções nº 348, nº 431 e nº 448, estabelece a gestão dos resíduos da construção civil. A Resolução nº 307 é um instrumento legal que fixa prazos para as prefeituras municipais elaborarem e implantarem planos de gestão para este tipo de resíduo, além de estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, definindo e deixando clara a responsabilidade do gerador sobre os seus resíduos.

Existem diversos dispositivos legais e técnicos que tratam de questões específicas dos resíduos. Entre estes, estão os propostos pela Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010) e pela Associação Brasileira de Normas Técni-

cas (ABNT), entretanto, as diretrizes, os critérios e os procedimentos relativos à gestão integrada e ao gerenciamento dos resíduos da construção civil, as responsabilidades dos geradores e do poder público estão estabelecidas na Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002).

Diante o exposto, apresenta-se a seguinte questão de pesquisa: as empresas estão gerenciando os resíduos no canteiro de obras de acordo com a legislação e normas vigentes, contribuindo para a preservação ambiental?

Em busca de uma resposta para essa questão tão importante, na qual impacta na preservação do meio ambiente, o objetivo deste trabalho é analisar o gerenciamento de resíduos da construção civil dentro do canteiro de obras, tendo como base a legislação e as normas pertinente ao tema.

2. ASPECTOS REFERENTES AO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO CANTEIRO DE OBRAS

No Brasil há um conjunto de leis e políticas públicas, além de normas técnicas e cartilhas, que são fundamentais para gestão adequada dos resíduos provenientes do setor da construção civil, contribuindo para minimizar os impactos ambientais.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002), quando se trata de gerenciamento de resíduos da construção civil é necessário observar que se está abordando um sistema de gestão que objetiva a redução, a reutilização ou a reciclagem de resíduos, incluindo as responsabilidades, o planejamento, as práticas, os procedimentos e os recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos.

Conforme enfatizam Novaes e Mourão (2008), a gestão nos canteiros contribui muito para a não geração de resíduos, considerando-se que:

- o canteiro fica mais organizado e limpo;

- haverá a triagem de resíduos, impedindo sua mistura;
- haverá a possibilidade de reaproveitamento destes resíduos antes mesmo de serem descartados;
- a quantificação e a qualificação dos resíduos possibilitam a identificação de possíveis focos de desperdícios de materiais.

A organização do canteiro e os dispositivos indicados têm a finalidade de viabilizar a coleta diferenciada e a limpeza da obra. Quanto ao fluxo dos resíduos no interior do canteiro, são mencionadas em legislações e resoluções as devidas recomendações para o acondicionamento inicial, o transporte interno dos resíduos e o seu acondicionamento final (HOSHINO, 2010, p. 49).

No canteiro de obras é o local onde se inicia a separação dos resíduos, sendo que estes devem ter um acondicionamento inicial compatível com seu volume, preservando uma boa organização dos espaços nos diversos setores da obra.

A gestão dos resíduos deve visar o compromisso ambiental, sendo que o melhor seria que não houvesse a geração de resíduos. No entanto, os métodos de construção utilizados no Brasil tornam muito difícil a não geração de resíduos. Sendo assim, busca-se a minimização na geração de resíduos, aplicando-se o conceito dos 3Rs (reduzir, reutilizar e reciclar). Segundo Novaes e Mourão (2008), a redução é muito importante, pois é o começo de todo o processo de gestão de resíduos sólidos.

Após a minimização na geração de resíduos, deve-se segregá-los, separando-os conforme suas classes, como indicado na Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002). De acordo com tal Resolução, os resíduos da construção civil são classificados do seguinte modo:

- I – Classe A: são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, sendo relacionados os seguintes: areia, bloco de concreto celular, bloco de concreto comum, concreto armado, concreto endurecido, material de escavação aproveitável, cerâmica, louça, pedras em geral, argamassa endurecida, solo orgânico ou vegetação, telha, bloco ou tijolo cerâmico.
- II – Classe B – são os resíduos recicláveis para outras destinações, como por exemplo: aço de construção, alumínio, arame, asfalto a quente, cabo

de aço, fio ou cabo de cobre, madeira compensada, madeira, perfis metálicos, carpete, PVC, plástico contaminado com argamassa, plásticos (condutíveis), pregos, resíduos cerâmicos, vidros, saco de papelão contaminado com cimento ou argamassa, madeira cerrada, mangote de vibrador, sobra de demolição de blocos de concreto com argamassa.

· III – Classe C – são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação, tais como: gesso, manta asfáltica, manta de lã de vidro, laminado melamínico, peças de fibra de nylon (piscina, banheiro).

· IV – Classe D – são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, como exemplos apresentados na sequência: amianto, solvente e lataria, peças em fibro-cimento, efluente, lodo e licor de limpeza de fossa rolo, pincel, trincha (contaminadores), tinta à base de água, tinta à base de solventes.

Na etapa de segregação têm-se os resíduos reaproveitáveis – na qual deve-se dar a destinação final ambientalmente adequada por meio da reutilização ou reciclagem – e os não reaproveitáveis – que precisam ser encaminhados para a disposição final ambientalmente adequada, que pode ser em aterro específico ou em aterro de inertes, dependendo do tipo de rejeito. Observa-se que na destinação final deve-se, em primeiro lugar, tentar reutilizar os materiais que estão aptos para isso. Entretanto, caso o resíduo não puder ser reutilizado, deve-se encaminhá-lo para a reciclagem.

Os fatores considerados determinantes na designação de soluções para a destinação dos resíduos são: possibilidade de reutilização ou reciclagem dos resíduos nos próprios canteiros, proximidade dos destinatários para minimizar custos com o deslocamento, conveniência do uso de áreas especializadas para a concentração de pequenos volumes de resíduos mais problemáticos, visando maior eficiência na destinação (HOSHINO, 2010, p. 59).

Como citado na resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002), a reutilização é o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo. De maneira geral, para que os objetivos da gestão de resíduos sejam alcançados, é necessária a aplicação de técnicas de

reutilização no canteiro de obras. Já na reciclagem, os resíduos passam por procedimentos de mudança, servindo de matéria-prima para a produção de um novo produto que será utilizado no canteiro com outra destinação (NOVAES; MOURAO, 2008, p. 58). Logo, este é um processo de reaproveitamento de um resíduo, após o mesmo ter sido submetido a uma transformação.

As atividades de reciclagem, por serem também atividades desenvolvidas pelo homem, podem causar impactos e riscos que necessitam ser gerenciados de maneira adequada, isto devido ao tipo de resíduo utilizado, a tecnologia empregada ou a utilização proposta ao material reciclado (ROTH, 2008, p. 83). Nesse sentido, deve-se atentar para as normas: ABNT NBR15114/2004, ABNT NBR15115/2004 e ABNT NBR15116/2004. Cabe informar que o acondicionamento e o armazenamento têm como base as normas: ABNT NBR 11174/1990, ABNT NBR 12235/1992. Já o transporte precisa ser feito em conformidade com a ABNT NBR 13221/2017.

Hoshino (2010) recomenda que o acondicionamento inicial deve ser o mais próximo possível dos locais aonde estão sendo gerados os resíduos, buscando-se manter a boa organização dos espaços dentro do canteiro de obras. Também alerta que é preciso considerar o volume e as características físicas dos resíduos, tais como, o controle da utilização dos dispositivos, a segurança para os usuários e também a preservação da qualidade dos resíduos nas condições necessárias para o acondicionamento final.

Consta na Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002) que a coleta e a remoção dos resíduos do canteiro de obras deve ser feita de modo a conciliar a compatibilização com a forma de acondicionamento final dos resíduos na obra; a minimização dos custos de coleta e remoção; a possibilidade de valorização dos resíduos; e, a adequação dos equipamentos utilizados para coleta e remoção com os padrões definidos em legislação.

No que se refere a identificação de coletores e transportadores, a resolução CONAMA 275 (BRASIL, 2001) apresenta um padrão de cores para cada tipo de resíduo. Porém, o transbordo deve ser feito em áreas

devidamente legalizadas, conforme preconiza a ABNT NBR 15112/2004.

Se forem esgotadas todas as possibilidades de reaproveitamento e reciclagem dos resíduos, deve ser feita a disposição final dos rejeitos em local ambientalmente adequado, conforme está determinado na Lei 12.305 (BRASIL, 2010). Seguindo também esta mesma legislação, destaca-se que a disposição final ambientalmente adequada é a distribuição ordenada de rejeitos em aterros (específicos ou inertes), observando-se normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos. Para isso, deve-se atentar para a ABNT NBR 15113/2004.

Como já dito neste capítulo, os resíduos da construção civil estão divididos nas quatro classes estabelecidas na Resolução CONAMA nº 307, com a identificação e com os tipos de materiais que compõem cada classe, bem como com a destinação e a disposição final ambientalmente adequada que pode ser dada para cada tipo resíduo, além de outras observações importantes.

Nesse contexto, na Resolução CONAMA nº 448 (BRASIL, 2012) consta a informação de que o gerenciamento de resíduos envolve um conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, de transporte, de transbordo, de tratamento e de destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e de disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, desde que estejam de acordo com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos ou com o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

De acordo com a Lei 12.305, o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos trata-se de um documento que tem o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos no respectivo território, bem como a identificação de áreas favoráveis para a disposição final ambientalmente adequada e a identificação das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros municípios (BRASIL, 2010).

O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil é um documento onde constam a identificação do empreendimento, o diag-

nóstico dos resíduos gerados, a identificação das soluções, as ações corretivas e as ações preventivas, bem como as metas da empresa (BRASIL, 2010). O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, que é obrigatório para os grandes geradores, conforme a Resolução CONAMA nº 307, deve ter um conteúdo mínimo, conforme estabelecido na Lei 12.305 (BRASIL, 2010).

Observa-se assim, que a gestão responsável dos resíduos gerados em canteiros de obras requer uma compreensão das complexidades do processo de construção e as dificuldades em combinar as formas de destinação dos resíduos (BLUMENSCHNEIN, 2007, p. 9) e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi realizada no setor da construção civil, sendo também realizada visita técnica em 11 obras, de três empresas distintas, que atuam no Município de Santa Maria, com atividades na construção de edificações. Cabe destacar que, neste trabalho, as empresas foram caracterizadas como Empresa 1, Empresa 2 e Empresa 3, de forma a preservar a identidade das mesmas.

O estudo foi baseado em revisão bibliográfica, para se ter um embasamento sobre o assunto e para poder aplicar os conceitos na pesquisa. Ademais, foi realizada uma aplicação de questionário com os responsáveis pelo gerenciamento de resíduos nas empresas e foi feita uma pesquisa *in loco* nas obras das mesmas, para verificar como que estava sendo realizado o gerenciamento dos resíduos da construção civil.

O questionário aplicado e a pesquisa *in loco* dentro do canteiro de obras contemplaram o gerenciamento dos resíduos no canteiro de obras, abrangendo o conhecimento da legislação pertinente ao tema, a conscientização de sua importância, a adoção de processos de não gerar, caracterizar, acondicionar, reciclar, reutilizar, reduzir, transportar e tratar os resíduos gerados, bem como a disposição final dos rejeitos gerados pelas obras.

Posteriormente, os dados coletados foram analisados em forma de

exposição de texto e em dados percentuais, explicitando-se como foi realizado o gerenciamento dos resíduos e explicando os pontos necessários, de forma a proporcionar um melhor esclarecimento dos resultados obtidos.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em relação ao primeiro questionamento, buscou-se saber se as empresas conheciam a Resolução CONAMA 307/2002 e se a mesma era aplicada, considerando as diretrizes, os critérios e os procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Entre as empresas pesquisadas, as Empresas 2 e 3 responderam que desconhecem esta Resolução e somente a Empresa 1 a conhecia e aplicava.

No próximo questionamento procurou-se saber se as empresas conheciam a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida pela Lei 12.305 (BRASIL, 2010). Pode-se identificar que nenhuma das empresas tem conhecimento desta Lei, que está em vigor desde de 2010.

Por conseguinte, foi analisado se as empresas realizavam algum procedimento em relação a conscientização dos seus colaboradores para a prática do gerenciamento dos resíduos dentro do canteiro de obras. As Empresas 2 e 3 não têm nenhuma ação para a conscientização dos seus colaboradores. Entretanto, a Empresa 1 mencionou que eles atuam dialogando com todos os seus funcionários no canteiro de obras, para que eles façam a separação dos resíduos gerados, pois é no canteiro de obras onde começa a gestão dos resíduos.

No que se refere aos resultados de quando foi solicitado para as empresas responderem se elas tinham algum profissional responsável pelo gerenciamento dos resíduos sólidos, a Empresa 1 citou que tem responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos sólidos nas suas obras, já as Empresas 2 e 3 não tem nenhum responsável. Se cada empresa tiver algum profissional responsável pelo gerenciamento dos resíduos sólidos, muitos dos materiais que estão sendo desperdiçados poderiam ter um reaproveitamento e, como citado por Novaes e Mourão (2008), os resíduos descartados poderiam ser quantificados e qualificados, possibili-

tando a identificação de possíveis focos de desperdícios.

Quanto a preparação dos canteiros de obras para a gestão dos resíduos, nenhuma das empresas tem alguma ação para a preparação do canteiro de obras para a gestão dos resíduos, mesmo a Empresa 1 citando que tem um responsável pelo gerenciamento dos resíduos e que atua com conversas com todos os seus funcionários no canteiro de obras a respeito de tal assunto.

Conforme a Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002), o gerenciamento dos resíduos é um sistema de gestão que propõe a não geração, a redução, a reutilização ou reciclagem dos resíduos, planejando e implementando ações necessárias para o cumprimento dos passos previstos no plano.

Em relação a ação para a não geração e o programa de redução de resíduos produzidos no canteiro de obras, nenhuma das empresas têm alguma ação neste sentido. No sentido de a empresa controlar a caracterização e o volume/peso de entulho que é gerado no canteiro de obras, para saber o quanto é produzido durante um determinado tempo, ou determinado serviço executado na obra (como por exemplo, o levantamento da supra estrutura, acabamento, vedação da estrutura), a Empresa 1 citou que este controle é executado por meio dos tickets do recolhedor, que a cada 4 m³ a Empresa solicita que seja removido os resíduos e a cada retirada pela empresa contratada tem-se o ticket, sendo assim, sabe-se o quanto de resíduos é gerado em determinado tempo. Já nos casos das Empresas 2 e 3, elas responderam que não tem esse controle.

Como citado por Novaes e Mourão (2008), é importante ter um controle de qualidade eficiente dos produtos e procedimentos, e isso será positivo para a redução dos resíduos, como por exemplo, comprando produtos nas quantidades suficientes, definindo as customizações dos clientes e evitando demolições e retrabalhos.

Por conseguinte, foi investigado se as empresas teriam algum programa de reutilização dos resíduos gerados no canteiro de obras. Obteve-se como respostas que a Empresa 3 não tem nenhum programa de reutilização dos resíduos gerados no canteiro de obras, e que a Empresa

2 têm um programa para a reutilização somente para madeira e ferro. Com relação a existência de algum material que possa ser reaproveitado na própria obra, ou em obras futuras, a Empresa 1 relatou que faz o reaproveitamento de tijolos e entulho de argamassas. Segundo Tozzi (2006), para que a gestão dos resíduos seja alcançada, é necessário que haja aplicação de técnicas de reutilização no canteiro de obras.

Baseado nas respostas das empresas em questão, notou-se que há um grande desperdício de materiais que poderiam ser reutilizados, o que pode causar problemas futuros para a população e para o meio ambiente. Sendo assim, poderiam ser criadas baias na própria obra, para a deposição de certos materiais, como a madeira e o ferro, por exemplo, de forma que quando fosse necessária a utilização deles para certos serviços, bastaria somente ir ao local aonde estão alojados, contribuindo assim para a minimização de desperdício de materiais.

No que tange a adoção de alguma ação para a reciclagem de resíduos gerados no canteiro de obras, nenhuma das empresas pesquisadas citou alguma ação em relação a reciclagem de resíduos gerados no canteiro de obras. Conforme recomendado na literatura pesquisada, seria importante que as empresas separassem os materiais que poderiam ser reciclados, nos quais, posteriormente, pudessem ser levados para a reciclagem.

Kunkel (2009) informa que o reaproveitamento e a reciclagem dos resíduos da construção civil reduzem o custo com o transporte e o armazenamento pelas construtoras, pois esses resíduos podem ser reutilizados onde são gerados, diminuindo assim os impactos ambientais negativos, fazendo com que prolongue sua vida útil e garanta a sustentabilidade dos recursos naturais.

No que se refere ao modo como é realizada a remoção do entulho gerado no canteiro de obras das empresas pesquisadas, isso é feito por empresas especializadas em tal tipo de serviço, nas quais elas já têm cadastro na prefeitura do município.

Em relação a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos gerados no canteiro de obras, a Empresa 1 dispõe em aterros de inertes licenciados e aterros específicos. Já as Empresas 2 e 3 responderam que é

de responsabilidade do transportador contratado pela empresa. As Empresas 2 e 3 entendem que as empresas especializadas na remoção do entulho têm que ter conhecimento de locais específicos para a disposição final ambientalmente adequada, senão elas não poderiam estar cadastradas na prefeitura. Cabe dizer que foi salientado aos respondentes, conforme preconiza a Política Nacional de Resíduos Sólidos, na Lei 12.305 (BRASIL, 2010), que o gerador, mesmo que ele contrate uma empresa especializada para a remoção do entulho, que isso não o exime da responsabilidade da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos gerados em seu canteiro de obras.

No que se refere ao conhecimento da empresa em relação a existência do Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, o responsável pela Empresa 1 citou que conhece a existência do Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Já os responsáveis pelas Empresas 2 e 3 responderam que não têm conhecimento sobre tal Plano.

O Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil de Santa Maria está vigente desde 2009, conforme a Resolução nº 003/2009, (SANTA MARIA, 2009), sendo assim, nota-se que existe a necessidade de as empresas buscarem o conhecimento sobre tal plano na localidade onde atuam.

Quanto à existência, nas empresas pesquisadas, sobre um Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil, os entrevistados responderam que não possuem nenhum plano. Mas a Empresa 1 citou que o plano de gerenciamento está em fase de finalização, sendo que, a partir de sua finalização, todas as obras que serão iniciadas estarão contempladas pelo plano. Ademais, esta Empresa também respondeu que no Município há um sistema de gestão por meio de recolhedores credenciados. Já as Empresas 2 e 3 responderam que não têm um plano de gerenciamento, pois entendem que não é necessário ter tal documento.

Conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), a elaboração e a implementação do Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil são obrigatórias para as empresas de constru-

ção civil consideradas grandes geradores de resíduos. Segundo o Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil de Santa Maria, são denominados pequenos geradores, as empresas que descartam a quantidade máxima de 3,5 m³ por obra de resíduos da construção civil Classe A, B, C e D, sendo de responsabilidade do Município e/ou iniciativa privada o recebimento e destinação final.

Após a aplicação do questionário aos responsáveis pelas empresas, foi realizada uma visita *in loco* nas obras de cada empresa pesquisada, sendo visitadas 11 obras ao total. Primeiramente, foi observada a preparação dos canteiros, para ver se eles têm capacidade para a segregação dos resíduos gerados na obra. Quanto a utilização de baias para recolher resíduos de caixas de papéis e containers para depósitos de resíduos de sacos de cimento, nenhuma das empresas possuem esta separação, ficando prejudicada a etapa de acondicionamento em um esquema de projeto de gerenciamento de resíduos.

Foi ainda possível notar que os resíduos de caixas de papéis e sacos de cimento estão misturados (em um determinado local, no terreno do canteiro de obras) com gesso, argamassa e papelão. Observou-se a madeira junto com ferragem e plástico, e que estes resíduos estavam, na maioria das vezes, misturados com os de classe A. Porém, em relação aos resíduos classe A, C e D, nenhuma das empresas utilizavam recipientes de coleta divididos em classes, sendo que era utilizada somente uma caçamba por obra, onde os resíduos gerados eram colocados todos na mesma caçamba, sem nenhuma informação de caracterização por classes.

A segregação era realizada de forma inoperante, pois como não haviam baias para o armazenamento, os resíduos eram colocados no chão separados, mas com o passar do tempo os resíduos da Classe A e B se misturavam e, por fim, eram colocados na mesma caçamba estacionária, fazendo com que a separação dos resíduos, nestas obras, não tivesse um propósito.

Conforme Gaede (2008), a segregação permite separar cada tipo de resíduo gerado, contribuindo com a identificação de melhores alternativas de tratamento ou disposição final, impedindo a mistura de resí-

duos incompatíveis, reduzindo o volume de resíduos perigosos e especiais a serem tratados, aumentando a “qualidade” dos resíduos que possam ser reciclados.

O que pode ser feito pelas Empresas é que sejam construídas baias para armazenamento dos resíduos gerados em locais de fácil acesso e, além disso, é preciso explicar aos colaboradores de cada obra o local correto de deposição de cada classe de resíduo, incentivando sempre o adequado acondicionamento. Na Resolução CONAMA N° 307/02 consta que tem que haver um armazenamento temporário dos materiais para posterior triagem.

O diagnóstico também abrangeu verificar se os espaços para o armazenamento estavam dentro, ou fora, do canteiro de obras. Pode-se identificar que, em 27% das obras o armazenamento era realizado fora do canteiro de obras e que em 73% das obras o armazenamento ocorria dentro do canteiro de obras. Como já citado na apresentação das respostas dos questionários, realmente, dentro do canteiro de obras os resíduos eram colocados diretamente dentro da caçamba, sem passar primeiramente por uma triagem, de forma que pudessem ser reutilizados alguns dos resíduos que estavam sendo rejeitados. Como cita Blumenschein (2007), os resíduos devem ser armazenados no canteiro de obras até serem coletados por empresas coletoras, sendo que para as áreas de armazenamento devem ser considerados os acessos para a coleta, principalmente dos resíduos gerados em maior volume.

No que tange a limpeza do canteiro de obras, em relação aos resíduos dispostos na parte externa do canteiro, pode-se dizer que 64% das obras encontram-se com uma boa limpeza e 36% delas está com problemas. Em relação a limpeza na parte interna do canteiro de obras, pode-se afirmar que os responsáveis mantêm uma boa limpeza, pois os resíduos mesmo não estando acondicionados de forma adequada, não estavam atrapalhando na realização das tarefas, entretanto, existem ações de melhorias quanto ao gerenciamento de resíduos.

Hoshino (2010) cita que a limpeza tem que ser realizada imediatamente após o término do serviço, onde o mesmo foi executado, e de preferência, pelo gerador do resíduo, a fim de evitar a dispersão dos

resíduos gerados.

Também foi possível identificar que nenhuma obra das empresas pesquisadas utilizava um filtro de água para a lavagem da betoneira. Conforme Blumenschein (2007), para a minimização do impacto da água causado pela lavagem da betoneira no solo, ou na rede de esgoto, sugere-se a instalação de um filtro de decantação de simples construção.

Pode-se dizer que, apesar do que foi constatado, ainda assim os canteiros de obras estavam um pouco organizados, pois havia um responsável por toda a parte da segurança e vivência dos colaboradores, possibilitando um melhor desenvolvimento dos serviços prestados. Mas com relação a gestão dos resíduos, nenhum canteiro de obras estava preparado para tal procedimento, pois não tinham áreas adequadas destinadas para a deposição dos resíduos, para possível reaproveitamento ou reciclagem, e nem locais e procedimentos especificados para acondicionamento de resíduos em classes, para posterior encaminhamento dos rejeitos para a disposição final ambientalmente adequada.

Pelos resultados apresentados entende-se que as empresas poderiam estabelecer e colocar em prática ações observando a seguinte ordem de prioridade para a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos: não geração, redução, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo analisar como é realizado o gerenciamento dos resíduos na construção civil dentro do canteiro de obras, tendo como base a legislação e as normas brasileiras pertinentes ao tema.

Constatou-se que os canteiros de obras não estão adequados para que ocorra um bom gerenciamento dos resíduos, sendo que vários deles não tinham nenhum local correto para acondicionamento e armazenamento dos resíduos dentro do canteiro, fazendo com que qualquer lugar poderia servir de depósito.

Outro ponto identificado é que poucos resíduos eram reaproveitados

na própria obra, ocorrendo assim perdas de materiais que, se usados, baixariam o custo da obra e também ao mesmo tempo ajudariam na conservação do meio ambiente. Porém, é possível dizer que nenhuma das empresas pesquisadas tinha algum programa para a redução dos resíduos gerados e nem de encaminhamento para a reciclagem, sendo esses pontos muito importantes para que se tenha um bom gerenciamento dos resíduos dentro da empresa e, sendo assim, faltando os princípios básicos para que se tenha um controle sobre todo o resíduo gerado.

Em relação aos responsáveis pelas empresas, foi possível notar que a maioria deles não conhece as legislações pertinentes ao gerenciamento dos resíduos da construção civil e que, em alguns casos, eles nem estão preocupados em relação a este assunto, pois, como citado por um dos responsáveis, não se faz necessário estar ciente em relação ao gerenciamento dos resíduos.

Diante dos resultados da pesquisa, foi possível concluir que as empresas não estão gerenciando adequadamente os resíduos nos seus canteiros de obras, não estando, portanto, em conformidade com a legislação e as normas vigentes. Caso as mesmas estivessem, poderiam contribuir significativamente para a preservação ambiental, por se tratar de um setor que necessita contribuir com mudanças na maneira como são explorados e utilizados os recursos naturais, com a aplicação de um gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos, visando, assim, contribuir para com o desenvolvimento sustentável.

Por fim, pode-se afirmar que ainda existem oportunidades de melhorias a serem implementadas, para que as empresas do setor da construção civil estejam de acordo com as regulamentações (legislações, resoluções e normas) vigentes no âmbito do gerenciamento de resíduos. Nesse sentido, é preciso atuar de maneira a suprir a falta de informação e, às vezes, também na falta de conscientização e de profissionais qualificados para desenvolver este tipo de trabalho.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

NBR 11.174: Armazenamento de resíduos classe II - não inertes e III inertes - Procedimento, Rio de Janeiro, 1990.

____. **NBR 12.235:** Armazenamento de resíduos sólidos perigosos, Rio de Janeiro, 1992.

____. **NBR 13.221:** Transporte terrestre de resíduos, Rio de Janeiro, 2017.

- _____. **NBR 15.112:** Resíduos da construção civil e resíduos volumosos- áreas de transbordo e triagem - diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

____. **NBR 15.113:** Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes- aterros- diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

____. **NBR 15.114:** Resíduos sólidos da construção civil- áreas de reciclagem- diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

____. **NBR 15.115:** Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

____. **NBR 15.116:** Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil- utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

BLUMENSCHNEIN, Raquel Naves. **Manual técnico: gestão de resíduos sólidos em canteiros de obras.** Brasília: SEBRAE/DF.2007.48p.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2010.

____. Resolução CONAMA nº. 275, de 25 de abril de 2001. Estabelece o código de cores para diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2001.

____. Resolução CONAMA nº. 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2002.

____. Resolução CONAMA nº. 448, de 18 de janeiro de 2012. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2012.

GAEDE, L. P. F. **Gestão dos resíduos da construção civil no município de Vitória-ES e normas existentes**. Belo Horizonte, 2008.

HOSHINO, Malio Akihiko; PEREIRA, Mariana Kaihara Gonçalves; MELO, Rafael Almeida Correia de; NANI, Vanessa Cristina. **Estimativa e Indicadores dos Resíduos Sólidos da Construção Civil para Implantação da Gestão Ambiental**, 2010. 115 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembí Morumbi, São Paulo, 2010.

KUNKEL, Neide. **Resíduos da construção civil aliado a produção mais limpa (P+L)**, 2009. 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2009.

MORAIS, G. M. D. **Diagnóstico da deposição clandestina de resíduos de construção e demolição em bairros periféricos de Uberlândia: subsídios para uma gestão sustentável**, 2006. 201 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2006.

NOVAES, M.V.; MOURÃO, C.A.M.A. **Manual de Gestão Ambiental de Resíduos Sólidos na Construção Civil**, Fortaleza: COOPERCON-CE – Cooperativa da Construção Civil do Estado do Ceará, 2008, 100 p.

SANTA MARIA. **Decreto Executivo Nº 146**, de 29 de outubro de 2009. Aprova o Plano Integrado de Gerenciamento dos resíduos da construção civil de Santa Maria. Disponível em: <<http://www.camara-sm.rs.gov.br/camara/proposicao/Decretos-do-executivo/2009/2/0/10357?tema=df>>. Acesso em: out. 2016.

ROTH, C. G. **Resíduos sólidos da construção de edificações: a solução pela gestão urbana**. 2008. 126 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Urbana) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2008.

SENAI; SEBRAE; GTZ. **Gestão de Resíduos na construção civil: redução, reutilização e reciclagem**. 2007. Disponível em:<<http://www.fieb.org.br/bancafiieb/detalhe/gestao-de-residuos-na-construcao-civil-reducao-reutilizacao-e-reciclagem/177>>. Acesso em: out. 2016.

TOZZI, R. F. **Estudo da influência do gerenciamento na geração dos resíduos da construção civil (RCC): estudo de caso de duas obras em Curitiba/PR**. 2006. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Universidade Federal do Paraná. Paraná, 2006.

Capítulo 7

Energia Sustentável:

Cinza da Casca de Arroz (CCA) para Aplicação em Catalizador na Conversão à Biodiesel

Cristine Machado Schwanke ¹

Juliana Young ²

Beatriz Stoll Moraes ³

RESUMO

A casca de arroz é utilizada como fonte de energia em indústrias de beneficiamento de arroz. Quando queimada, essa casca torna-se cinza de casca de arroz (CCA) com tonalidade escura e com alto teor de carbono. Muitas vezes, esse resíduo não possui um destino adequado e é depositado em grandes áreas abertas. Este descarte inadequado provoca um elevado impacto ambiental. O objetivo deste trabalho é avaliar a viabilidade da utilização de CCA na produção de catalizadores para ser utilizado na produção de combustível alternativo, o biodiesel. Sendo assim, a cinza da casca de arroz é caracterizada por meio de análises físico-químicas como determinação do pH e do teor de umidade da CCA. Também é realizado um estudo do diâmetro médio das partículas por tratamento físico; análise granulométrica segundo a ABNT NBR

¹ Doutora em Engenharia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Professor na área de Engenharia de Fluidos, no Campus Bagé da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. E-mail: cristine.schwanke@unipampa.edu.br

² Doutoranda de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Mestre em Engenharia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Geóloga do Laboratório de Geociências, no Campus Caçapava do Sul da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. E-mail: julianayoung@unipampa.edu.br

³ – Doutora em Engenharia com ênfase em Tecnologias Ambientais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGe3M/UFRGS); Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH/UFRGS). Professora da Área Ambiental na Universidade Federal do Pampa, campus São Gabriel. E-mail: beatrizmoraes@unipampa.edu.br

7181. A análise de composição química é realizada por difração de raio-X e a estrutura molecular, a partir da micrografia em microscópio eletrônico de varredura (MEV). O que se conclui é que a cinza da casca de arroz (CCA) tem potencial para uso em catalizadores no processo de conversão à biodiesel e conseqüentemente aplicação como uma energia sustentável.

Palavras-chave: Cinza da casca de arroz. Catalisador. Biodiesel.

1. INTRODUÇÃO

A casca de arroz é um subproduto da indústria arrozeira, gerado em grande volume no processo de produção e por seu alto poder calorífico é amplamente utilizada no processo industrial como fonte de energia para secagem e parabolização. Como consequência, se tem a formação de grande quantidade de cinza, pois a queima completa de casca de arroz gera cerca de 20% de cinza (POUEY, 2006). Este resíduo agroindustrial, quando sem disposição final ambientalmente correta, é descartado em áreas abertas, causando problemas ambientais como poluição de mananciais, do ar, e do solo.

As atuais ações estratégicas de gestão de resíduos estão direcionadas à inserção de novas posturas frente aos usos dos recursos naturais, alteração de padrões de consumo e adoção de tecnologias mais brandas e limpas, representando uma tomada de posição frente à premente necessidade de assegurar a manutenção da qualidade do ambiente natural, dentro de um conceito de desenvolvimento sustentável, sinalizando para o encaminhamento de ações no sentido de reintroduzir resíduos no ciclo de vida dos produtos (FEPAM, 2011).

Por isso, a produção industrial e agrícola arrozeira ganha um novo objetivo, reduzir a geração de resíduos, principalmente os poluentes, além de melhoramento de processo. O reaproveitamento dos resíduos surge como principal alternativa, no caso na cinza da casca de arroz devido ao elevado teor de sílica que encontra várias aplicações (POUEY,

2006), como o caso de catalizadores para conversão á biodiesel.

Diante o exposto, o objetivo deste trabalho é avaliar a viabilidade da utilização de CCA na produção de catalizadores para ser utilizado na produção de combustível alternativo, o biodiesel.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As amostras foram coletadas junto à caldeira de arrozeira do município de Bagé/RS. O material é resultante da queima em caldeira sem controle de temperatura e tempo de exposição a queima, sendo desse modo caracterizado por cinza de casca de arroz residual (CCA).

Cabe ressaltar que as análises realizadas através da norma ABNT NBR 7181 (1984) foram realizadas no primeiro semestre de 2016 e esta é que estava vigente; após, sofreu duas atualizações seguidas, uma versão corrigida no segundo semestre de 2016 (29/09/2016) e outra a partir de 09/08/2017 (Errata).

Determinação do Potencial Hidrogeniônico. Antes do ensaio a cinza passou por moagem manual com cadinho e pistilo. Três amostras, numa suspensão cinza:água (razão 1:2,5) submeteu-se à medição em pHmetro (Tekna T-1000) calibrado.

Determinação da umidade da CCA residual. O ensaio baseou-se na evaporação da água existente na cinza, segundo a NBR 8293 (1983). Usou-se estufa CIENCAR a 60°C por 48h e após acondicionou-se as amostras em dessecador. Com o valor da diferença mássica da cinza no processo de secagem se obteve a umidade relativa da cinza determinada pela equação (1).

$$\%umidade = \frac{100(m2-m3)}{(m2-m1)} \quad (1)$$

Onde: **m3** = massa final da cinza seca; **m2** = massa inicial da cinza úmida; **m1**= massa recipiente.

Tratamento Físico. Amostra de 500g de cinza foi cominuída em moinho de trituração por corte e impacto TILULTITEC IKA A11.

Análise granulométrica das amostras de CCA residual. A análise de tamanho de partículas pelo método de análise granulométrica fez-se segundo a Norma NBR 7181 (1984), com CCA *in natura* (271,97 g) e moída (339,0 g), usou-se agitador eletromagnético com agitação constante por 15min. E, realizou-se também, tratamento estatístico para o tamanho médio das partículas.

Tratamento Térmico. Para calcinação amostras de CCA cominuídas (cinza fina) e *in natura* (cinza grossa) colocou-se em barquetes de cerâmica (Figura 1) e submeteu-se ao processo de tratamento térmico em uma escala de 500°C, 600°C, 700°C, 800°C, 900°C e 1000°C em Forno Peccini FL-1300, por períodos de 1h, com taxa de aquecimento de 10°C/min. Cada etapa da escala do TT registrou-se em imagem fotográfica para análise visual de coloração. Para a determinação do teor de matérias voláteis fez-se pesagens das amostras antes e após a exposição ao forno.

Figura 1– Amostra de cinza grossa, e moída preparada para calcinação



Fonte: Aatoria própria (2016)

Difração de Raio-X. A análise de difração de raios-X (DRX) realizou-se em difratômetro Shimadzu XRD-6000, com tubo de Cu (K α) em 30 KV e 30 mA. A CCA, na forma de pó, encontrava-se orientada aleatoriamente. Para análise considerou-se as amostras com temperaturas expostas ao TT de 600°C, 700°C, 800°C, 900°C e 1000°C. As amostras ensaiadas em alumínio e, os registros efetuados em um intervalo de 2 θ entre 10° e 80°, com um intervalo de Δ 2 θ de 0,02 e tempo de acumulação de 2.

Caracterização microscopia da CCA residual. Análise da microestrutura da CCA fez-se por microscopia eletrônica de varredura por elétrons secundários (MEV). Analisou-se a tridimensionalidade das cinzas grossas e finas a partir do aumento de 100x a 1000x, nas temperaturas pós tratamento térmico 600°C a 1000°C.

3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

pH. Após análise em pHmetro e homogeneização das amostras, obteve-se os resultados da Tabela 1 a qual resultou um pH básico. A CCA com pH básico é usada para calagem de solo que é um dos fins dados pelas arrozeiras. Deste modo, os resultados se mostraram realmente adequados.

Tabela 1 – Resultados para pH

	1ª amostra	2ª amostra	3ª amostra
pH	8,50	8,87	9,04
Temperatura (°C)	24,1	23,9	24,1

Fonte: Autoria própria (2016)

Determinação da Umidade. A umidade residual da CCA pela diferença de percentual em peso da cinza grossa, após secagem, é apresentada na Tabela 2. O teor de umidade residual ficou em torno de 1,5%,

considerado dentro da faixa de umidade natural da cinza, que varia de 1 a 4% (RODRIGUES, 2008). Esse dado pode ser influenciado pela estação do ano de coleta do material, já que a CCA é um elemento passível de absorver umidade.

Tabela 2 – Diferença percentual de peso da cinza grossa após secagem

Amostras	Umidade - Teste1	Umidade - Teste2	Umidade - Teste3
U1	1,64%	1,29%	1,51%
U2	1,62%	1,35	1,3%
U3	1,35%	0,95%	1,2%

Fonte: Autoria própria (2016)

Tratamento Físico. O objetivo da cominuição é reduzir as partículas da cinza para garantir reatividade pozolânica e o efeito filler, de preenchimento, quando adicionada aos cimentos argamassas, concretos; mas, também ser for utilizada para deposição ou preenchimento como em catalizadores. A granulometria da cinza é um fator importante assim como sua área superficial podendo ser otimizada com processo de moagem adequado. A diferença entre a CCA in natura (cinza grossa) após cominuição (cinza fina) pode ser vista na Figura 2.

Figura 2 – CCA residual: (a) Cinza grossa; (b) Cinza fina



(a)

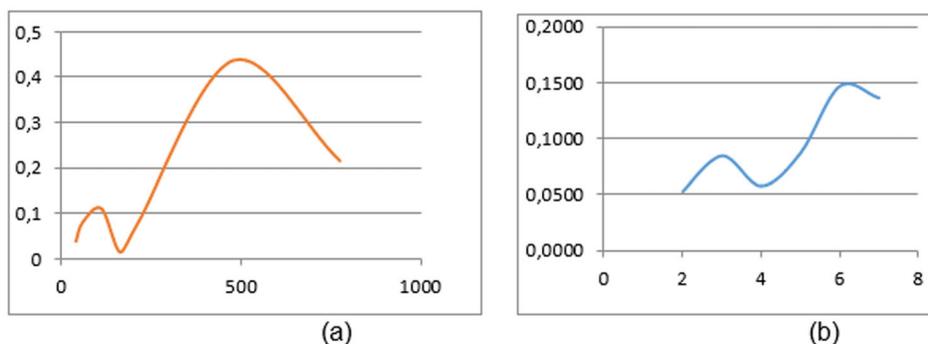


(b)

Fonte: Autoria própria (2016)

Análise granulométrica das amostras de CCA. Através da análise granulométrica e tratamento estatístico para a cinza grossa residual (CGR) obteve-se o diâmetro médio de Sauter de aproximadamente 45 Mesh. Devido a amostra (CGR) não ser homogênea a granulometria da cinza grossa residual apresenta dois picos, um de aprox. 0,1mm e outro de 0,45 mm, sendo este último o tamanho de partícula de, aproximadamente, 70% da amostra de (CGR) analisada, mostrada no Gráfico 1 (a). Para a cinza moída, cinza fina (CF) se obteve em tratamento estatístico um diâmetro médio de Sauter de, aproximadamente, 0,104mm. A partir do resultado o tamanho médio da partícula da amostra (CF) ficou, aproximadamente, entre 0,08 mm e 0,15 mm (100 a 170 Mesh), obtendo-se maior área superficial e consequente eficiência da moagem, como mostra o Gráfico 1 (b).

Gráfico 1 – Curva Granulométrica para Cinza Grossa (a); Cinza Fina (b)

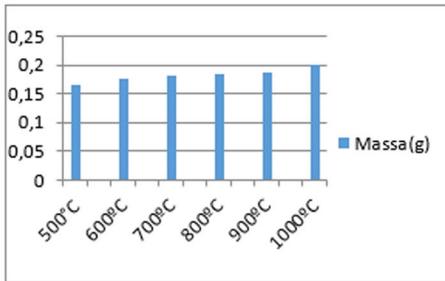


Fonte: Autoria própria (2016)

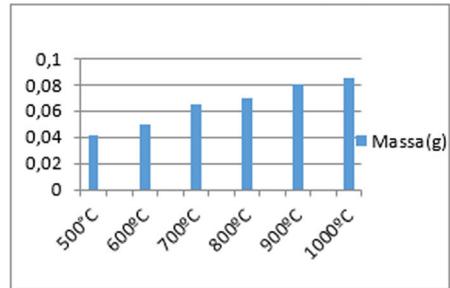
Tratamento Térmico. Na determinação do teor de matérias voláteis, após as pesagens observou-se pequena perda de massa tanto para CCA moída (CF), quanto para CCA grossa (CGR). Os dados foram submetidos a tratamento estatísticos. Na amostra CGR não se observou perda significativa de massa apenas mantém a proporção direta de aumento de perda de massa e temperatura, conforme Gráfico 2 (a). Enquanto a variação de perda em massa para amostra CF, Gráfico 2 (b), pode ser considerada mais significativa, uma vez que apresenta maior

área superficial e com isso maior desprendimento de carbono em detrimento da formação de gases no processo de calcinação (FONSECA, 1999).

Gráfico 2 – Perda de Massa CCA Grossa (a); CCA Fina (b)



(a)

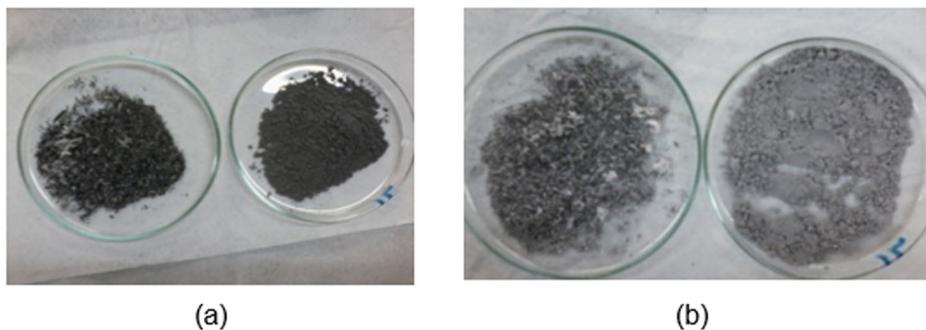


(b)

Fonte: Autoria própria (2016)

Na análise visual de coloração o aspecto da coloração da CCA é considerado um fator importante em sua caracterização, a coloração escura contém maior teor de carbono que reflete em perda de reatividade que atenua a quantidade de sílica percentual. Sabe-se que a maior impureza presente na CCA é o potássio, pois ele acelera a fixação de carbono, agente responsável pela coloração escura da CCA. O potássio na casca de arroz atua como fundente e acelera a cristalização da sílica amorfa na forma de cristobalita (POUEY, 2006). A Figura 3, mostra as amostras expostas a queima controlada por 1 hora com o aumento de temperatura apresentaram mudança na coloração. A primeira temperatura de 500°C é visivelmente mais escura, contém maior quantidade de carbono, que a de 1000°C, a qual pode ser classificada na coloração cinza. Os resultados mostraram que quanto mais elevada à temperatura do tratamento térmico mais claras resultam as amostras (POUEY, 2006; KRISHNARAO; SUBRAHMANYAM; JAGADISH KUMAR, 2001).

Figura 3 – Análise visual de coloração a 500°C (a); 1000°C (b)

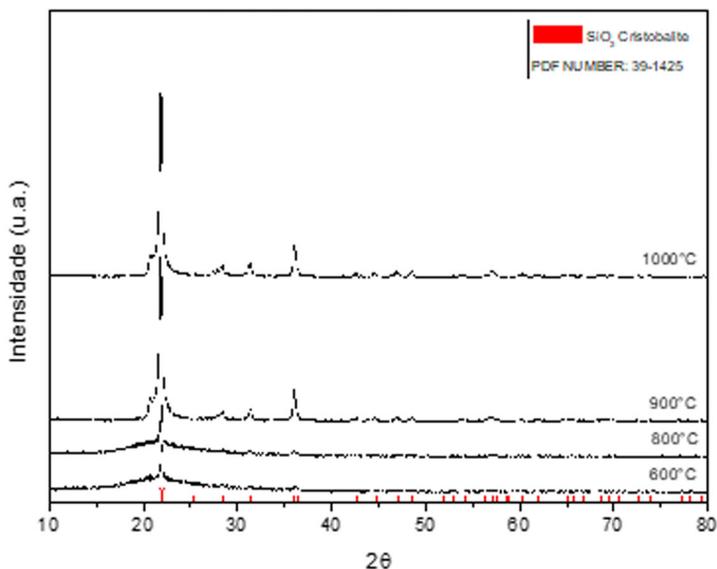


Fonte: Autoria própria (2016)

Difração Raio X. A análise por difração demonstrou uma estrutura correspondente a estrutura do SiO_2 cristobalita, porém a existência de pequenos picos, podem ser de uma outra fase de SiO_2 correspondente. A remoção de carbono não queimado por uma nova queima em elevadas temperaturas ($< 700^\circ\text{C}$) leva à cristalização de sílica amorfa em cristobalita e tridimita (KRISHNARAO et al., 2001).

A análise mineralógica, do Gráfico 3, mostrou que a cinza inicialmente apresenta sílica na forma amorfa. A presença de sílica amorfa (reativa) ou cristalina (praticamente inerte) está diretamente ligada à temperatura e ao método de obtenção da cinza. Quando a temperatura de queima da CCA é baixa ou quando o tempo de exposição da mesma a altas temperaturas é pequeno, a sílica contida na cinza é predominantemente amorfa.

Gráfico 3 – Difração de Raios-X das amostras moídas, tratadas termicamente



Considerando que a fase predominante seja óxido de silício, os outros elementos detectados pela análise química devem estar presentes na cinza sob a forma de solução sólida, uma vez que os mesmos não mostraram picos característicos de fases, provavelmente devido ao seu baixo teor. Conforme a temperatura aumenta, de 600 até 1000°C, a análise por difração demonstrou uma estrutura correspondente a estrutura do SiO₂ cristobalita, que tem seus picos intensificados, devido à cristalização da fase. Foi possível constatar a formação de sílica SiO₂, para os dois tipos de cinza analisadas grossa e moída nas temperaturas de 600°C e 1000°C, variando de 92 a 94% e apresentar a composição química conforme Tabela 3.

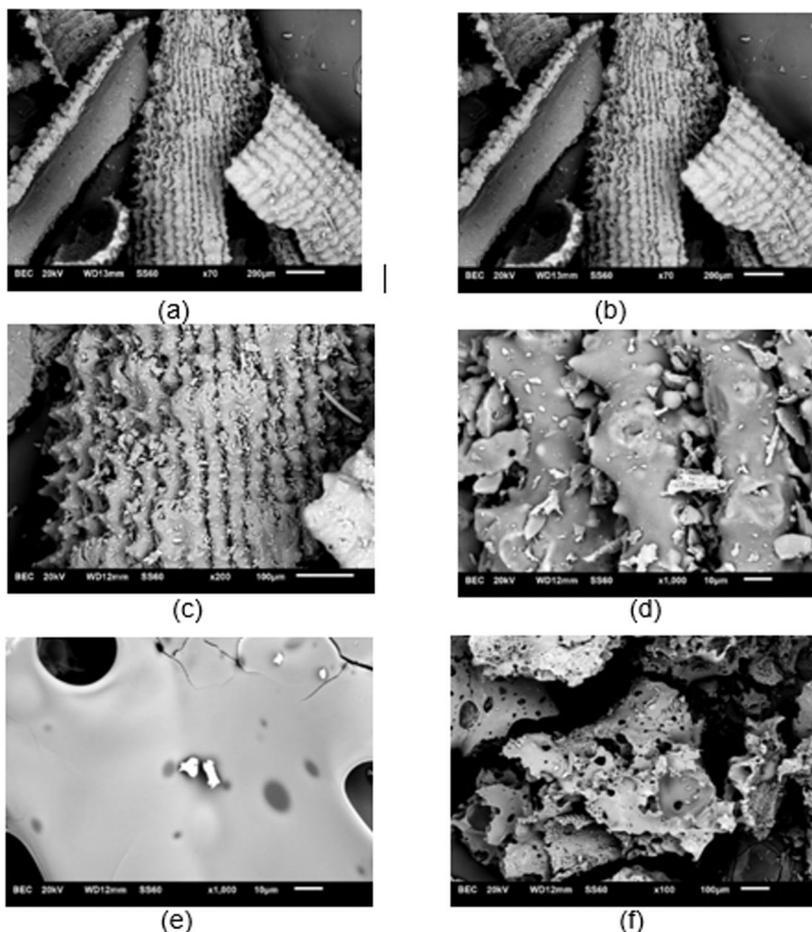
Tabela 3 – Composição Química

Composição Química	CCA Moída 600°C	CCA Grossa 600°C	CCA Moída 1000°C	CCA Grossa 1000°C
SiO ₂	92.658%	92.775%	93.671%	94.277%
K ₂ O	2.796%	2.962%	2.339%	2.305%
CaO	1.877%	1.637%	1.749%	1.480%
P ₂ O ₅	1.526%	1.901%	1.249%	1.081%
MnO	0.592%	0.529%	0.626%	0.600%
Fe ₂ O ₃	0.391%	0.179%	0.304%	0.207%
SO ₃	0.112%	0.000%	0.000%	0.000%
ZnO	0.018%	0.011%	0.020%	0.014%
Rb ₂ O	0.015%	0.000%	0.014%	0.010%
SrO	0.013%	0.005%	0.012%	0.008%
CuO	0.000%	0.000%	0.016%	0.018%

Fonte: Autoria própria (2016)

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Cinza Grossa. Na Figura 4 as imagens (a) e (b) mostram a epiderme interna da CCA onde se encontra menor teor de sílica. Considerando a tridimensionalidade das imagens é possível observar na lateral a presença do parênquima da CCA (HOUSTON, 1972). As imagens (c) e (d), mostram a presença da epiderme externa, com formato de espiga de milho (POUEY, 2006), caracterizada por apresentar superfície corrugada e densa (HOUSTON, 1972). A epiderme externa é considerada como o ponto de concentração de sílica e a interna tem-se a presença de uma camada de sílica amorfa que toma formato alongado e contorcido (DELLA, 2001).

Figura 4 – Cinza Grossa Calcinada a 600°C, 70x (a); 100x (b); 200x(c); 1000x(d) e a 1000°C, 1000x (e); 100x (f)

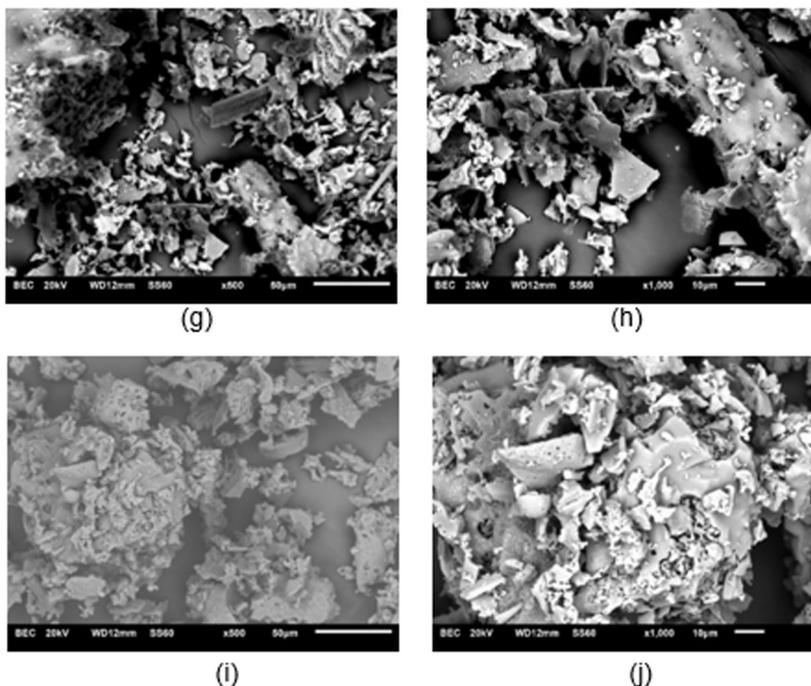


Fonte: Autoria própria (2016)

A partir das imagens (e) e (f) constata-se a presença de micro poros, descritos como fator determinante para produzir uma cinza com elevada concentração de sílica.

Cinza Fina. A Figura 5 (g) e (h) apresentam uma micrografia da CCA, após o processo de moagem. Através destas pode-se observar a heterogeneidade apresentada pelas partículas da CCA. em (i) e (j) nota-se a progressiva destruição da estrutura esponjosa.

Figura 5 – Cinza fina calcinada a 600°C, 500x (g); 1000x (h) e a 1000°C, 500x (i); 1000x (j)



Fonte: Autoria própria (2016)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na análise de pH obteve-se resultados coerentes com os valores para a cinza de carvão mineral em suspensão com água, de caráter básico da CCA. A umidade residual foi de aprox. 1,5%, dentro dos parâmetros de literatura. A cominuição através da moagem foi comprovada por meio da análise granulométrica, demonstrando-se eficaz quanto aumento de área superficial e maior potencial de preenchimento, efeito filler, no uso em argamassa. Cabe observar que os procedimentos realizados através da norma ABNT NBR 7181 (1984) para análise granulométrica, se fossem utilizados os descritos na versão corrigida da norma ABNT NBR 7181 (2016) e sua Errata (2017); ainda assim, obtêm-se as mesmas conclusões.

O ensaio de calcinação, demonstrou resultados coerentes com a literatura, quando a temperatura de queima da CCA é baixa ou quando o tempo de exposição da mesma a altas temperaturas é pequeno, a sílica contida na cinza é predominantemente amorfa, ou seja, quanto menos tempo a cinza ficar exposta a uma elevada temperatura, menos cristalização ocorre. Este também resultou em benefícios quanto a cor, clareando as cinzas. Assim, esse tratamento se mostra viável por tornar a cinza mais clara sem tornar cristalina a cinza amorfa. Para os dados referentes à perda de massa o processo de calcinação se mostra coerente, visto que evidenciam a maior perda mássica na cinza fina (CF) devido a sua maior área de contato tornando possível potencializar as reações químicas no processo de queima, bem como ampliando a aplicação da CCA. Além disso, foi responsável pela CCA mais pura, ou seja, com maior percentual de SiO₂. A CCA residual utilizada apresentou em sua composição química 94% de óxido de silício, e apenas 2.305 % de óxido de potássio, principal impureza da CCA.

Na análise de difração de Raios-X verificou-se a presença de picos de cristobalita que é o principal ponto de formação de Óxido de Silício, SiO₂, enquanto na microscopia eletrônica foi possível analisar a microestrutura da CCA formada por partículas irregulares e bastante aglomeradas.

Finalmente, os resultados obtidos confirmam a possibilidade de valorização e reciclagem do subproduto da casca de arroz (CA), a cinza de casca de arroz (CCA), rica em sílica, como componente para produção de catalizadores para uso na conversão à biodiesel (SOARES, 2012) que foi o objetivo deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Desenvolvimento Acadêmico da UNIPAMPA e aos técnicos do laboratório de Biocombustíveis (BIOTEC) pelo suporte dado.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8293**: carvão mineral: determinação de umidade. Rio de Janeiro, 1983.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7181**: solo: análise granulométrica. Rio de Janeiro, 1984.

DELLA, V. P. **Processamento e caracterização de sílica ativa obtida a partir de cinza de casca de arroz**, 2001. 69p. Dissertação (Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais). Departamento de engenharia mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/79546>>. Acesso em: 05 jun 2015.

FONSECA, M. R. G. **Isolantes térmicos fabricados a partir de cinza de casca de arroz**: obtenção, caracterização de propriedades e sua relação com a microestrutura. 1999, 84p. Tese (Doutor em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1999.

FEPAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUÍS ROESSLER/RS. DIRETRIZ TÉCNICA N° 002/2011 – DIRTEC. **Gestão de resíduos caracterizados como casca de arroz e cinzas resultantes do Processo de queima da casca**. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/central/diretrizes/Diret_Tec_02_2011.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2016.

HOUSTON, D.F. Rice, **Chemistry and technology**. American Association of Cereal Chemical. St. Paul. Minnesota, USA, 1972, p. 301-351.

KRISHNARAO, R. V.; SUBRAHMANYAM, J.; JAGADISH KUMAR, T. Studies of the formation of black particles in rice husk silica ash. **Journal of the European Ceramic Society**, p. 99-104, 2001.

POUEY, M.T.F. **Beneficiamentos da cinza de casca de arroz residual com vistas à produção de cimento composto e/ou pozolânico**. 2006. 345p. Tese (Doutor em Engenharia). Departamento de engenharia civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/7733>>. Acesso em: 10 out. 2015.

RODRIGUES, M. S. **Caracterização de cinza residual da queima de casca de arroz para a produção de argamassa**. Dissertação (Mestre em Engenharia Agrícola), Faculdade de engenharia agrícola da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

SOARES, A. B. et. al. Emprego de catalisadores heterogêneos de CaO e SnO₂ suportados em cinza de casca de arroz na obtenção de biodiesel. *Química Nova*, vol. 35, no. 2, p. 268-273, 2012.

Capítulo 8

Estudo Bibliométrico em Logística Reversa no Encontro Nacional de Engenharia de Produção 2005 a 2011

Ariane Santos Morais ¹

Ettore Pirani ²

Silvio Paula Ribeiro ³

Marco Aurélio Batista de Sousa ⁴

RESUMO

Este estudo enfocou como objetivo principal caracterizar, por meio de um estudo realizado entre as publicações do ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, no período de 2005 a 2011, as produções científicas na área temática de logística reversa. Com o propósito de atender a pesquisa, caracterizou-se o estudo quantos aos objetivos como descritiva, com abordagem bibliométrica e quantitativa do tipo levantamento. Para a análise foram adotados os seguintes critérios; primeiramente, foi feito o *download* de todas as publicações do período analisado e, depois, apresentou-se o número de autores por artigo, a quantidade de artigos, as referências e as universidades com maior número de publicação. Os resultados foram: aumento gradativo das pes-

¹ Bacharel em Ciências Contábeis pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS. E-mail: ariane_morais@msn.com

² Bacharel em Ciências Contábeis pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS. E-mail: ettore.pirani@hotmail.com

³ Doutorando em Ciências Contábeis pela UNISINOS e Professor do Curso de Ciências Contábeis da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS. E-mail: spribeiro@hotmail.com

⁴ Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina e Professor do Curso de Ciências Contábeis da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS. E-mail: mcbsousa7@hotmail.com

quisas; parceria entre dois e três autores; o pesquisador Paulo José Adissi (UFPB) destacou-se com o maior número de publicações e o livro *Logística Reversa: meio ambiente e competitividade*, do professor Paulo Roberto Leite foi mais citado.

Palavras-chave: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Logística Reversa. Publicações.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o assunto logística reversa vem sendo abordado com muita frequência. Isso se deve ao fato de que esse é um tema de suma importância e o seu estudo faz-se necessário, pois, para Ballou (1993), ela estuda a melhor forma de se atingir um melhor nível de rentabilidade na distribuição de produtos até o consumidor, planejando, organizando e controlando o movimento e estocagem, de forma a proporcionar facilidade no fluxo de mercadorias.

Trata-se, segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, de um “instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada” (BRASIL, 2010a, p. 01).

No Brasil, mais recentemente, seu interesse nas empresas está sendo demonstrado por inúmeras palestras, seminários e consultas que são realizadas em associações, empresas e universidades e o interesse acadêmico pela sua inclusão como disciplina curricular em cursos de especialização em “Logística Empresarial”. A maioria das pesquisas realizadas e publicadas no ENEGEP são provenientes das Universidades Federais e das Instituições de Ensino Superior Particulares, sendo 2% provenientes de Empresas, Fundações e Institutos.

Considerada a importância de pesquisas na área de logística reversa, apresenta-se, como objetivo principal deste trabalho, caracterizar o perfil das produções científicas publicadas no Encontro Nacional de Enge-

nharia de Produção (ENEGEP), na área de Gestão Ambiental, especificamente na temática logística reversa, estabelecendo-se uma pesquisa que abrange o período de 2005 a 2011.

Para tanto, faz-se um levantamento da quantidade de artigos publicados no ENEGEP por ano de publicação, do número de autores por artigo publicado e das instituições de origem dos principais autores. Além disso, apontam-se os autores e universidades com maior número de publicações e as principais obras utilizadas como base de sustentação do arcabouço teórico dos artigos publicados na referida sessão temática.

Diante do exposto, por meio de uma pesquisa bibliométrica, foram selecionados 127 (cento e vinte e sete) artigos publicados no ENEGEP, em face da importância do congresso no cenário nacional.

2. A ORIGEM DA LOGÍSTICA REVERSA E O DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL

Segundo Marcondes e Cardoso (2005), a origem da logística ocorreu a partir da década de 50, onde houve uma maior preocupação com a distribuição física de bens, devido à expansão dos mercados consumidores.

De acordo com os Anais do ENEGEP, as principais referências em publicações sobre o tema logística são os seguintes autores apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Principais referências nas publicações no ENEGEP

Autores	Origem	Número de publicações
LEITE, Paulo Roberto	Nacional	72
TIBBEN-LEMBKE, Ronald S.	Internacional	45
ROGERS, D. S.	Internacional	42
BALLOU, Ronald H.	Internacional	32
STOCK, James R.	Internacional	29
BOWERSOX, Donald J.	Nacional	25
LACERDA, Leonardo	Nacional	25
CHAVES, Gisele de Lorena D.	Nacional	21
CLOSS, David J.	Internacional	21
DEKKER, Rommert	Internacional	13
LAMBERT, Douglas	Internacional	13

Fonte: Anais do ENEGEP (2005/2011)

É possível observar, na Tabela 1, que 70% dos autores das principais referências em publicações sobre “Logística” são estrangeiros, e que 30% dos autores são brasileiros. O autor com mais publicações de artigos é o professor Paulo Roberto Leite. No entanto, o número de autores brasileiros sendo citados é bastante significativo, o que mostra um crescimento importante da produção nacional nesse campo de pesquisa.

Nesse contexto da logística, existe a temática “logística reversa”, que surgiu nas décadas de 1970 e 1980, como um conceito de remanejamento de materiais e resíduos, primeiramente, pela busca da conservação ao meio ambiente, fator de grande peso nos dias atuais. Porém, tem como objetivo maior realizar um descarte adequado e reaver valores da empresa podendo, assim, promover ganhos econômicos consideráveis, menos desgastes ambientais e agregar maior valor ao produto (LEITE, 2009). A eficiência em relação ao combate à desperdícios que esse conceito pode trazer eleva significativamente a lucratividade para as empresas

Nos anos 90, autores como Stock (1992) introduziram novas abordagens da logística reversa, como a logística do retorno dos produtos, redução de recursos, reciclagem, e ações para substituição de materiais, reutilização de materiais, disposição final dos resíduos, reaproveitamento, reparação e remanufatura de materiais.

Conforme Leite (2000), a logística reversa se relaciona com atividades que buscam gerir a diminuição, a acomodação e a movimentação de restos ou retalhos que são originados dos produtos e embalagens. Pode ser definida como um dos campos da logística empresarial que tem as funções de atuar, delinear e controlar os fluxos e as informações.

De acordo com Leite (2002), a logística reversa tem sido citada com frequência e de forma crescente em livros modernos de “Logística Empresarial”, em artigos internacionais e nacionais, demonstrando sua aplicabilidade e interesse em diversos setores empresariais e apresentando novas oportunidades de negócios no *Supply Chain Reverso*, criado por esta nova área da Logística Empresarial.

A definição de Leite (2009), dentre as diversas definições existentes para a logística reversa, é uma das mais completas e atuais, conforme

pode-se verificar. Nesse sentido, o autor expressa que logística reversa é:

[...] a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo, ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio de canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros (LEITE, 2009, p. 16).

Segundo Dias (2005), a logística reversa, procura encontrar um meio eficiente de trazer do ponto de consumo, os bens e materiais que foram vendidos, até o ponto de origem. A logística reversa, quando utilizada pelas organizações, acaba passando para seus clientes a imagem de uma empresa que procura se desenvolver sustentavelmente.

Segundo Leite (2009), a logística reversa pode ser dividida em duas áreas de atuação, a logística reversa de pós-venda e a logística reversa de pós-consumo (não necessariamente pelo consumidor final).

A logística reversa de pós-consumo trata dos produtos que foram utilizados até o fim de sua vida útil, mas que, mesmo após seu descarte, podem ser reutilizados por meio da reciclagem ou descartados com segurança pela logística reversa. Segundo Leite (2009), algumas das formas de aproveitamento dos produtos são: a reciclagem, a reutilização, o desmanche ou o próprio descarte. Já a logística reversa de pós-venda diz respeito à devolução de produtos com pouco ou nenhum uso e ocorre, normalmente, na devolução de produtos com falha no funcionamento imediatamente após sua compra, produtos avariados no transporte, dentre outras ocorrências.

Devido a maior conscientização em escala mundial e ao aumento da preocupação com a preservação do meio ambiente, por parte da população, governos e organizações, aliada à forte concorrência que o mercado global impõe às organizações, somados, ainda, à pressão por resultados e diferenciação no mercado, a logística reversa vem assumindo um papel de destaque como ferramenta de suporte preservação do meio ambiente.

No Brasil, entre outros princípios e instrumentos relativos a preser-

vação do meio ambiente, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), pela Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010a), sendo regulamentada pelo Decreto Nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010 (BRASIL, 2010b), destaca-se a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a logística reversa.

Deste modo, tornou-se necessário um planejamento reverso do pós-consumo, visando ao retorno e à recuperação dos produtos utilizados, visto que na cadeia comercial o ciclo dos produtos não termina quando os mesmos são descartados. Daí a importância da reciclagem e do reaproveitamento destes produtos para o meio empresarial, já que trata-se da responsabilidade da empresa sobre o fim da vida de seus respectivos produtos (LEITE, 2009).

A logística reversa como mecanismo de gestão dos resíduos industriais tem como principal objetivo a transformação da matéria prima aliada à força de trabalho em produto disponível aos consumidores a geração de resíduos que merece cuidados especiais, mesmo porque esses, quando não tratados, influenciam negativamente o meio ambiente e, conseqüentemente, a vida das pessoas, principalmente as que vivem perto das instalações do parque industrial. Verifica-se a possibilidade de prejuízos ao patrimônio da indústria quando esses resíduos não tiverem a devida atenção da gestão da empresa (LEITE, 2009).

Os processos de logística reversa vêm trazendo retornos consideráveis para as empresas. Ao investir neste tipo de processo as organizações obtêm uma melhora significativa de sua imagem empresarial perante a sociedade (CASTRO et al., 2008).

Segundo Dias (2005), outro benefício que ainda é ignorado por grande parte das organizações, mas que deve ganhar relevância nos próximos anos, é o poder que a logística reversa tem de unir a indústria, o atacado/distribuidor, o varejo e os demais elos da cadeia de abastecimento em torno de vantagens mútuas.

Assim, a logística reversa constitui uma nova área que está em franco desenvolvimento, tanto no Brasil como em todo o mundo. A sua necessidade aumenta a cada dia devido a basicamente dois fatores: aumento da produção que gera uma maior descartabilidade dos produtos

e aos problemas ambientais ocasionados pelo primeiro fator.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Levando em consideração o objetivo da pesquisa foram selecionados os artigos publicados no ENEGEP, de 2005 a 2011, com abordagem sobre logística reversa. Ressalta-se que a área foi escolhida pelo interesse em aprofundar mais os conhecimentos sobre o assunto que, a partir de 2005, apresentou um significativo crescimento de artigos publicados nos Anais deste evento.

Caracterizando-se o estudo quantos aos objetivos como descritiva, com abordagem bibliométrica e quantitativa do tipo levantamento. Justifica-se o intervalo da pesquisa compreendendo a Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável (Rio+10), que ocorreu em 2002, e a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20, ocorrida entre 13 a 22 de junho de 2012. A análise não compreendeu os anos de 2003 e 2004, pelo fato de os autores não terem acesso aos Anais do evento desse período.

De acordo com Gil (1991, p. 45), a pesquisa descritiva “visa proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses, tendo como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições”.

Os artigos selecionados foram submetidos a uma pesquisa bibliométrica, a partir da referida abordagem “logística reversa” do próprio sítio do evento, o que permitiu aglutinar 127 artigos no período analisado.

De acordo com Guedes e Borschiver (2005, p. 15), por bibliometria entende-se “uma ferramenta estatística que permite mapear e gerar diferentes indicadores de tratamento e gestão da informação e do conhecimento”. Conforme Wormell (1998), na realização de uma pesquisa bibliométrica, torna-se necessário classificá-la em uma das seguintes leis bibliométricas: Lei de Bradford ou Lei de Dispersão, Lei de Zipf ou Lei do Mínimo Esforço e Lei de Lotka ou Lei do Quadrado Inverso.

Este trabalho enquadra-se na primeira das três leis, porque, segun-

do o autor, esta propicia a possibilidade de medição da produtividade dos artigos científicos e permite estabelecer o núcleo ou as áreas de dispersão sobre determinado assunto em um mesmo conjunto de artigos.

Quanto aos procedimentos, a pesquisa pode ser considerada como bibliográfica, porque o material de apoio ao seu desenvolvimento é constituído por materiais já elaborados, sobretudo livros e artigos científicos (GIL, 2002).

Após o levantamento dos dados e seu devido agrupamento, realizou-se a análise para que os resultados obtidos pudessem ser comparados com o estudo teórico elaborado sobre o assunto principal desta pesquisa.

Vale destacar que o número de artigos, autores, universidades e as referências mais utilizadas nas pesquisas sobre logística reversa podem representar indicadores importantes de análise para pesquisadores com interesse em realizar pesquisa com abordagem bibliométrica.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme a Tabela 2, identificou-se um total de 127 artigos publicados entre os anos de 2005 a 2011, abordando sobre o assunto principal do artigo elaborado, “logística reversa”.

Tabela 2 – Artigos de logística reversa por ano de publicação

Publicações anuais ENESEP	Quantidade de artigos publicados sobre “Logística Reversa”	%
2005	4	3,15
2006	21	16,54
2007	20	15,75
2008	19	14,96
2009	25	19,68
2010	13	10,24
2011	25	19,68
TOTAL	127	100

Fonte: dados da pesquisa (2018)

Os anos de 2009 e 2011 apresentam o maior número de artigos, com 19,68%, do total da sessão em cada ano. Entre os sete anos observados, os anos de 2005 e 2010 apresentam a menor quantidade de publicações do período, respectivamente com 3,15% e 10,24%. Os demais anos mantêm um padrão: 16,54%, 15,75% e 14,96%, respectivamente nos anos de 2006, 2007 e 2008.

Na Tabela 3 observa-se que dos 6.740 artigos publicados no ENEGEP, no período de 2005 a 2011, 127 deles são sobre logística reversa. O ano de 2005 apresenta a menor porcentagem: apenas 4 artigos (do total de 546 publicados nos Anais) abordam o assunto logística reversa; sendo que isso representou um percentual de 0,73% do total de artigos publicados no evento. Já, o ano de 2011 é o que tem a maior quantidade de artigos sobre logística reversa, em relação ao total de artigos publicados, com o percentual de 2,57%.

Este aumento nas publicações pode ser reflexo da maior conscientização em escala mundial e ao aumento da preocupação com a preservação do meio ambiente por parte da população, governos e organizações.

Tabela 3 – Quantidade de artigos publicados no ENEGEP *versus* quantidade de publicações sobre logística reversa

Ano da publicação	Quantidade de artigos publicados no ENEGEP	Quantidade de artigos publicados sobre Logística Reversa no ENEGEP	% sobre o total de publicação no ENEGEP
2005	546	4	0,73
2006	841	21	2,5
2007	823	20	2,43
2008	940	19	2,02
2009	1246	25	2,01
2010	1370	13	0,95
2011	974	25	2,57
TOTAL	6740	127	1,88

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Com base nos dados da Tabela 4 observa-se, entre os trabalhos selecionados junto ao ENEGEP, que mais da metade foi produzido por dois ou três autores: 31,50% possuem dois autores e 30,71% possuem três autores, o que representa 79 artigos do total de publicações entre as edições do congresso.

É possível observar também o quantitativo de seis autores por trabalho correspondendo ao menor percentual com 0,78% entre as áreas. Trabalhos com um, quatro e cinco autores representam, respectivamente, os percentuais de 10,24%, 18,11% e 8,66% do total das publicações.

Tabela 4 – Número de autores por trabalho publicado

Número de autores	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Trabalhos	%
1	0	3	1	2	2	2	3	13	10,24
2	2	8	7	5	6	5	7	40	31,5
3	0	8	4	6	10	2	9	39	30,71
4	2	1	5	4	7	2	2	23	18,11
5	0	1	2	2	0	2	4	11	8,66
6	0	0	1	0	0	0	0	1	0,78
TOTAL	4	21	20	19	25	13	25	127	100

Fonte: dados da pesquisa (2018)

A seguir, na Tabela 5, estão evidenciados os autores que se destacam com maior número de publicações nos anais do ENEGEP, no período observado. Desses autores, o vínculo profissional da maioria é com universidades públicas e o autor com maior número de publicações é Paulo José Adissi (5 publicações), seguido por Andréia Marize Rodrigues e Marcelo Giroto Rebelato (4 publicações cada).

Tabela 5 – Autores com maior número de publicações sobre logística reversa

Autor	Universidade	Quantidade
Paulo José Adissi	UFPB	5
Andréia Marize Rodrigues	FCAV/UNESP	4
Marcelo Giroto Rebelato	FCAV/UNESP	4
Isabel Cristina Rodrigues	FATEC	3
Lucia Helena Xavier	PPGEP	3
Nadja Glheuca da Silva Dutra	PETTRAN/UFC	3
Patrícia Alcântara Cardoso	PUCPR	3
Rosani de Castro	UNESP	3
Rosane Lucia Chicarelli Alcantara	UFSCAR	3
Rosângela da Silva Cardoso	UFPB	3
Tatyana Karla Oliveira Régis	UFPB	3
Total		37

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

A Tabela 6 apresenta as universidades que mais tiveram participação em publicações de artigos sobre logística reversa no ENEGEP, no período de 2005 a 2011.

Tabela 6 – Universidades com maior número de artigos

Universidade	Quantidade	%
UFPB	22	6,06
UFC	20	5,51
UNESP	20	5,51
PUC	16	4,41
UTFPR	14	3,86
UFPE	13	3,58
UEPA	11	3,03
UFRJ	11	3,03
USP	10	2,76
UFMS	10	2,76
UFSC	10	2,76
UFSCAR	10	2,76
OUTROS	92	53,97
Total	363	100

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Como pode ser visualizado na Tabela 6, destacam-se entre as universidades que mais tiveram participação em publicações de artigos sobre logística reversa no ENEGEP, no período de 2005 a 2011, a UFPB, com 22 publicações (6,06%), seguida da UFC e UNESP, ambas com 20 participações (5,51% cada). Quatro autores de universidades apresentaram 10 artigos (2,76% cada) relacionados a esse tema, são elas: USP, UFMS, UFSC e UFSCAR.

De acordo com a Tabela 7, o arcabouço teórico em pesquisas na área de logística reversa relacionado a obras (livros), artigos, teses e dissertações mais referenciadas, sustenta-se, especialmente, pelos seguintes autores: Paulo Roberto Leite, seguido pelos autores Dale Rogers e Ron Tibben-Lembke, referenciados 62 vezes, e Ronald H. Ballou, que aparece em 50 artigos publicados sobre logística reversa no ENEGEP no período pesquisado.

Tabela 7 – Autores e obras mais referenciadas

Autores	Obra	Número de referências	%
Paulo Roberto Leite	- Logística reversa: meio ambiente e competitividade	104	20
Dale Rogers e Ron Tibben Lembke	Going backwards: reverse logistics practices and trends	62	11,92
Ronald H. Ballou	Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial	50	9,62
Leonardo Lacerda	Logística Reversa – Uma Visão Sobre os Conceitos Básicos e as Práticas Operacionais	38	7,31
Donald J. Bowersox e David J. Closs	Logística Empresarial: O Processo de Integração da Cadeia de Suprimento	36	6,92
James R. Stock	Reverse Logistics	34	6,54
Gisele de Lorena Diniz Chaves	- Diagnóstico da Logística Reversa na Cadeia de Suprimentos de Alimentos Processados no Oeste Paranaense	31	5,96
Antonio Carlos Gil	Como elaborar projetos de pesquisa	21	4,04
Douglas M. Lambert	Supply chain management: implementation issues and research opportunities	20	3,85
Antonio Galvão Novaes	Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição	19	3,65
Christopher Martin	Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos	16	3,08
José Carlos Barbieri	Logística reversa como instrumento de programas de produção e consumo sustentáveis	14	2,69
Moritz Fleischmann	Quantitative models for reverse logistics	14	2,69
Eva Maria Lakatos e Maria de Andrade Marconi	Fundamentos de metodologia científica	13	2,5
Robert K. Yin	Estudo de caso: planejamento e métodos	13	2,5
Marisa P. De Brito	A Framework for Reverse Logistics	12	2,31
Denis Donaire	Gestão ambiental na empresa	12	2,31
Cecilio Elias Daher, Edwin Pinto de la Sota Silva e Adelaida Pallavicini Fonseca	Logística Reversa: Oportunidade para Redução de Custos através do Gerenciamento da Cadeia Integrada de Valor	11	2,11
TOTAL		520	100

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Diante dos resultados apresentados, considera-se que os objetivos do trabalho foram realizados e, assim, torna-se possível apresentar as considerações finais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo procurou caracterizar o perfil das produções científicas

publicadas no ENEGEP, no período de 2005 a 2011, na área temática de logística reversa, demonstrando a quantidade de artigos publicados no ENEGEP, por ano de publicação, o número de autores por artigo publicado, as instituições de origem dos principais autores, os autores e universidades com maior número de publicações e as principais obras utilizadas como base de sustentação do arcabouço teórico dos artigos publicados na referida sessão temática.

Os principais resultados foram 127 publicações sobre logística reversa, de um total de 6.740 artigos científicos publicados nesse período; em seguida, por meio de tabelas, foram reunidos os dados relevantes para elaboração da análise. Observou-se um aumento gradativo de desenvolvimento das pesquisas na área e o fato de que a parceria entre dois e três autores prospera na elaboração de artigos.

Um autor destacou-se pela maior incidência de publicações: Paulo José Adissi (UFPB). No tocante às espécies de referências bibliográficas utilizadas nos trabalhos selecionados, foram usados com maior frequência, para dar sustentação ao referencial teórico, os livros nacionais dentre os quais o mais referenciado foi “*Logística Reversa: meio ambiente e competitividade*”, do professor Paulo Roberto Leite. Destacam-se as universidades que mais tiveram participação nas publicações: UFPB com 22 publicações, seguido da UFC e UNESP, ambas com 20 participações.

No tocante aos limites desta pesquisa, vale destacar a amostra, visto que esta utilizou-se apenas das publicações da sessão temática denominada “logística reversa” no período de 2005 a 2011. Diante desse fato, sugere-se a expansão da pesquisa aos demais congressos e aos periódicos representativos para esta temática. Outra recomendação refere-se à importância de as futuras pesquisas abordarem os aspectos relacionados às redes sócias da temática pesquisada e novas pesquisas que podem contribuir com a temática, abrangendo o período pós Rio+20, realizada no ano de 2012, e pós a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.

REFERÊNCIAS

BALLOU, R. H. **Logística empresarial** - transportes, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 1993.

CASTRO et al. **Gestão da logística reversa: um estudo de caso da empresa Morepan Alimentos**. 2008, 84 p. Faculdade Atenas Maranhense, São Luís, 2008.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2010a.

BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regula a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2010b.

DIAS, João Carlos Quaresma. **Logística global e macrológica**. Lisboa: Síbaló, 2005.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de Pesquisa Social**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 1991.

GUEDES, Vânia; BORSCHIVER, Suzana. Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. In: CINFORM – ENCONTRO NACIONAL DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 6., 2005, Salvador. **Anais...** Salvador: ICI/UFBA, 2005.

LEITE, Paulo R. **Canais de Distribuição Reversos**– 8a Parte. Revista Tecnológica, Ano VI, n. 61, 2000.

LEITE, P. R. **Logística Reversa: nova área da logística empresarial**. 2002. Disponível em:

<http://www.clrb.com.br/publicacoes/tecnologica_mar2002.pdf>. Acesso em: 12 de janeiro/2013.

LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2009.

MARCONDES, F. C.S.; CARDOSO F.F. **Contribuição para aplicação do conceito de logística reversa na cadeia de suprimentos da construção civil**. Porto Alegre:IV SIBRAGEC/I ELAGEC, 2005.

STOCK, James R. **Reverse Logistics**. Oak Brook, IL:Council of Logistics Management, 1992.

WORMELL, Irene. Informetria: explorando bases de dados como instrumentos de análise. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 210-216, maio/ago. 1998.

Capítulo 9

Tecnologia Limpa:

o caso de Inovação em Gestão Ambiental de um Posto de Abastecimento de Combustíveis

Fabiana dos Santos Pereira Campos¹
Romero de Albuquerque Maranhão²
Rhadassa Maria Sousa³
Maria Tereza Saraiva de Souza⁴

RESUMO

O presente estudo apresenta uma reflexão acerca da inovação tecnológica ambiental, mais especificamente no que diz respeito à tecnologia limpa em postos de abastecimento de combustíveis. O objetivo foi analisar a influência da implementação de tecnologias limpas em uma organização de combustíveis na redução do impacto ambiental negativo de seus resíduos e emissões, bem como do uso de recursos naturais. Para isso, buscou-se identificar os resíduos e emissões gerados no setor de combustíveis, conhecer as possíveis tecnologias limpas existentes e seu processo de implantação, para finalmente analisar os resultados que tais tecnologias limpas apresentam em relação à redução de resíduos/emissões no meio ambiente e do desperdício de recursos naturais. O

¹ Doutora em Administração pela Universidade Nove de Julho - UNINOVE. Docente na área de Administração, no Campus de Três Lagoas da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS. E-mail: pereirafabi.ufms@gmail.com

² Doutor em Administração pela Universidade Nove de Julho - UNINOVE. Capitão de Corveta, Assistente do Diretor de Abastecimento da Marinha. E-mail: ram060973@gmail.com

³ Graduanda em Administração no Campus de Três Lagoas da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS. E-mail: rhadassa.m.sousa@gmail.com

⁴ Doutora em Administração de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas – EAESP/FGV. Docente no Programa de Pós-Graduação em Administração da FEI. E-mail: mariateresasaraivas@gmail.com

método utilizado foi um estudo de caso único, por meio de uma pesquisa exploratória, qualitativa. Utilizou-se uma entrevista semiestruturada e uma observação direta como fontes de evidência. Os resultados indicaram que o uso de tecnologia limpa se deve às exigências da legislação ambiental e que algumas delas, foram inovações incrementais que serviram para adaptação da mesma à realidade das atividades e de seus processos rotineiros. O custo elevado para aquisição de inovação ambiental e a falta de informações relacionadas às ações ambientais pelos órgãos competentes ainda são algumas das limitações encontradas na melhoria de práticas ambientalmente responsáveis. Recomenda-se a criação de estratégias para conscientização de todos os atores envolvidos em organizações de combustíveis, para que possam aperfeiçoar suas ações de sustentabilidade ambiental com maior efetividade e de forma planejada.

Palavras-chave: Inovação ambiental. Tecnologia limpa. Organizações de combustíveis.

1. INTRODUÇÃO

O paradigma do desenvolvimento sustentável no contexto social global é uma crescente preocupação que passa pela escassez de recursos naturais. A gestão ambiental na finalidade de minimizar a poluição e o desperdício de recursos naturais, principalmente os não renováveis, ainda é um tema a ser consolidado dentro das organizações (BARBIERI, 2007; DIAS, 2011) e na comunidade científica.

O desafio enfrentado pelas organizações está em implementar a gestão ambiental, de forma a reduzir impactos ambientais negativos como a emissão de resíduos e os desperdícios de recursos naturais em seu processo produtivo. Diante do exposto, as organizações estão procurando cada vez mais atender as necessidades e pressões do mercado, da sociedade e do governo, com a sua adequação às legislações ambientais, contando com o apoio da inovação tecnológica ambiental e da logística reversa,

que buscam melhorar o desempenho ambiental por meio de tecnologias limpas (BARBIERI, 2007; DIAS, 2011).

Percebe-se que uma das alternativas de tecnologia limpa pode ser a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental, considerando ações que promovam a redução dos resíduos, efluentes e emissões existentes no setor de combustíveis automotivos, por meio da inovação tecnológica e da logística reversa de forma planejada estrategicamente. Estudos sobre esta realidade tem sido cada vez mais frequente no Brasil, como comentam Matos, Schenini e Machado (2006), uma vez que postos de combustíveis vendem produtos que são oriundos de recursos naturais não renováveis e que geram poluentes para o solo e a água, além de ser arriscado ao ser humano em se tratando de acidentes.

Sendo assim, o tema desta pesquisa destacou a inovação ambiental, mais especificamente em organizações de combustíveis automotivos, fato que motivou o interesse em analisar a influência da implementação de tecnologias limpas em uma organização de combustíveis automotivos na redução do impacto ambiental negativo de seus resíduos e emissões, bem como do uso de recursos naturais. Para isso, buscou-se identificar os resíduos e emissões gerados no setor de combustíveis, conhecer as possíveis tecnologias limpas existentes e seu processo de implantação, para finalmente analisar os resultados que tais tecnologias limpas apresentam em relação à redução de resíduos/emissões no meio ambiente e do desperdício de recursos naturais.

A pesquisa tornou-se relevante, porque pode contribuir para a aplicação de melhorias no desempenho ambiental das atividades do setor estudado, servindo também como conhecimento científico para futuras pesquisas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

De modo a dar respaldo para a análise dos resultados alcançados na pesquisa, foi abordado na revisão da literatura os conceitos sobre a inovação tecnológica ambiental, a tecnologia limpa no desempenho ambiental organizacional e organizações do setor de combustíveis.

2.1 Gestão ambiental: inovação

Para se estudar a problemática da inovação ambiental em organizações de combustíveis, faz-se necessário uma contextualização de conceitos essenciais para a construção do conhecimento especificamente neste setor.

A inovação é o principal fator de desenvolvimento econômico capitalista, sendo assim, o coração da máquina capitalista é a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), que cada dia mais se difunde entre Empresas e Universidades, elevando a complexidade tanto das inovações, quanto do motor capitalista (NELSON, 2006).

Segundo a OCDE (2005), inovação pode ser considerada apenas como as mudanças melhoradas e significativas de produtos existentes ou de produtos novos que gerem lucro, caso contrário é apenas uma novidade ou invenção, classificando os seguintes tipos de inovação: de produto, de processo e mais recentemente, as inovações de marketing e organizacional.

O Modelo Sistêmico de Inovação é o mais complexo e ideal. Funciona como uma rede de relações dentro e fora da organização, de forma muito dinâmica, relacionando com sistemas nacionais de inovação e a realidade econômica das nações em questão.

Tidd, Bessant e Pavitt (2008) também consideram que a inovação é um processo baseado no conhecimento e que pode gerar uma Inovação Incremental ou Radical (inovação descontínua ou de ruptura). Tal processo segue primeiramente com a busca de sinais no ambiente para mudança; seleção destes sinais identificados, com base na estratégia, de modo a gerar informações como: fluxo de sinais, competência tecnológica da empresa e consistência com o negócio geral e, finalmente, a fase da Implementação, utilizando os conhecimentos adquiridos nas fases anteriores para a execução do projeto, bem como para o lançamento e sustentação da inovação no mercado.

O problema é que nem todas as empresas têm condições de investir em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), devido ao custo muito elevado. Uma das alternativas é a cooperação entre firmas, as partilhas entre

profissionais (que às vezes são amigos), havendo uma relação de troca tecnológica, entre grupos de empresas ou encontros de sociedades técnicas, além das trocas voluntárias, tudo para manter o baixo custo da P&D (NELSON, 2006). Além disso, o interesse em buscar avanços tecnológicos sem desperdícios acaba motivando o governo a investir em P&D e socializa-la de forma mais burocratizada, fazendo assim a inovação de certa forma, ser rotineira e, sem dúvida, cada vez mais cultural, já que é um processo sem volta no sistema econômico capitalista, para empresas que desejam ser competitivas ou sobreviverem no mercado (COSTA, 2006; SZMRECSÁNYI, 2006; NELSON, 2006).

A gestão estratégica tem um papel fundamental para direcionar esforços às competências tecnológicas. O desafio percebido é de se estabelecer um equilíbrio entre as competências centrais distintivas, competências tecnológicas e a visão estratégica, na busca de um crescimento econômico competitivo, para cada empresa inserida no mercado capitalista, contemplando a dimensão econômica, sem deixar de lado as dimensões sociais e ambientais na inovação, uma vez que é tendência cada vez maior, a necessidade de se instituir a sustentabilidade de maneira efetiva no contexto global do mercado e da sociedade.

Neste sentido, a inovação ambiental é um fator que tem proporcionado de maneira crescente e estrutural, a competitividade das empresas que a coloca no centro de sua estratégia. A inserção da tecnologia com foco ambiental dentro da estratégia competitiva torna-se cada vez mais presente nas organizações, fato que não era muito valorizado anteriormente.

É importante lembrar que os conceitos clássicos da estratégia competitiva foram absorvidos pela tecnologia, dando foco para as estratégias competitivas tecnológicas (SBRAGIA *et al.*, 2006; TIGRE, 2006), e que também tem sido absorvido pelas tendências de sustentabilidade, criando estratégias competitivas de inovação ambiental, apontando um novo paradigma na trajetória tecnológica.

A preocupação crescente com o desenvolvimento sustentável está fazendo a inovação passar por esse processo de mudança em que tenta preservar uma sociedade sustentável, com sistemas de inovação que ge-

rem resultados no mínimo menos agressivos para a qualidade de vida da sociedade em que a empresa esteja inserida (MENEZES; WINCK; DIAS, 2010).

O foco na dimensão ambiental pode favorecer a criação de inovações tecnológicas relevantes para o contexto em que o planeta tem vivenciado, trazendo pequenas melhorias nas atividades e processos organizacionais e até mesmo modificações transformadoras de toda uma trajetória tecnológica em produtos, processos, gestão e comportamentos, na direção de metas organizacionais competitivas e responsáveis de maneira sustentável. Organizações atentas e com foco em P&D podem ter suas oportunidades potencializadas no mercado, por terem maiores condições de buscar soluções nesta direção ampliando sua vantagem competitiva (DAROIT; NASCIMENTO, 2000).

Os modelos de gestão ambiental têm focado esforços com maior intensidade para reduzir os impactos ambientais negativos, a fim de atender a legislação vigente e também na questão de reduzir o consumo dos recursos naturais, bem como na melhoria de práticas operacionais a esse respeito dentro das organizações. Os resultados acabam gerando menores custos operacionais o que pode refletir em retorno de lucratividade (MENEZES; WINCK; DIAS, 2010).

Este novo paradigma de inovação com foco ambiental tem sido denominado por muitos autores como eco-inovação, unindo a eco-eficiência (sustentabilidade econômica) com a eco-efetividade (sustentabilidade ambiental), de forma a contemplar um crescimento econômico que contemple a proteção ambiental, sendo um novo fator estratégico para as organizações e a fronteira da inovação tecnológica (SILVA *et al.*, 2010).

Enfim, a eco-inovação pode ser caracterizada pela ecologização do ciclo de inovação que tende a reduzir impactos ambientais negativos, uso indevido de recursos naturais, tendo esta preocupação ou atenção em todo o ciclo de inovação, a partir de novas estruturas organizacionais e práticas adequadas que transcendem o contexto de inovação ambiental, uma vez que instigam novas formas de pensar, agir, comportar, que estão diretamente relacionados com valores e culturas criados dentro des-

se novo paradigma que só pode ser instituído a partir da destruição criativa de hábitos, competências e práticas antigas (ARUNDEL; KEMP, 2009; COSTA; SANTOS; OLIVEIRA, 2011; MAÇANEIRO; CUNHA, 2010) que não condizem com essa nova realidade rumo a um mundo sustentável, amparado em tecnologias limpas e de crescente nível em seu desempenho ambiental.

2.2 Melhoria contínua do desempenho ambiental: tecnologia limpa

A tecnologia limpa é um tipo de eco-inovação expresso sob a forma de medidas ambientais que visam a melhoria contínua do desempenho ambiental, aumentando a vantagem competitiva organizacional (MATOS; SCHENINI; MACHADO, 2006). Seu objetivo pode estar direcionado para impactos ambientais negativos já existentes ou ainda para a prevenção destes. Existem diversas medidas ambientais neste propósito, porém, foram destacadas apenas as respeitantes ao foco da pesquisa.

Uma das práticas que tem sido almejada pelas organizações em geral é a implantação da ISO 14001 – Sistema de Gestão Ambiental, que tem como objetivo integrar as ações gerenciais necessárias em uma organização para se alcançar respectivamente as metas ambientais e econômicas, equilibrando impactos ambientais negativos (geração de resíduos e consumo de recursos naturais) com as necessidades econômicas e sociais das empresas, visando a melhoria do desempenho ambiental. Esta certificação possui critérios que estão comprometidos com o desempenho ambiental, a legislação ambiental, os impactos ambientais provocados pelas organizações e seu tratamento, bem como a divulgação do relatório em que a organização destaca seu desempenho ambiental (BARATA; KLIGERMAN; MINAYO-GOMEZ, 2007; FREY; WITTIMANN, 2006; BARBIERI, 2007; SOUZA; OLIVEIRO, 2010).

A logística reversa é outra prática que tem contribuído de maneira eficaz na questão de amenizar os impactos ambientais através da reciclagem. Ela pode ser definida como um conjunto de ações que são planejadas e implementadas para que se realize a coleta de resíduos sólidos

dos gerados no pós-consumo de produtos dando o destino de reaproveitamento em seu ciclo ou até mesmo em outros ciclos produtivos, como matéria-prima ou produto novo e, em último caso, quando não se pode aproveitar nada, ser direcionado para uma disposição final adequada ambientalmente – Lei nº 12.305, de 02 agosto de 2010 (BRASIL, 2010). Ela acontece de maneira inversa à logística direta, uma vez que a coleta dos materiais e embalagens tem o intuito de retornar do consumidor final ao produtor inicial.

Essa ferramenta é percebida frequentemente nas práticas ambientais sustentáveis, sendo tendência paradigmática em organizações que almejam a competitividade. Além disso, o uso da reciclagem pela logística reversa está diretamente ligado aos processos de eco-inovação, uma vez que resulta em economias de matéria-prima oriundos dos recursos naturais, menor custo, bem como menos emissão de resíduos no meio ambiente.

Tais medidas adotadas pelas organizações podem ser consideradas como um diferencial gerador de vantagens, motivado pelas necessidades e pressões da sociedade de uma forma geral, bem como de todo o processo de suas cadeias produtivas, tanto em relação à qualidade de vida, quanto de preservação do meio ambiente, realidade que organizações do setor de combustíveis também têm vivenciado, por ser um ramo de atividades que gera resíduos de alto impacto ambiental.

2.3 Postos de abastecimento de combustíveis

O setor de comércio de combustível é um ramo que tem normas e regulamentações a serem seguidas baseado na Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP), órgão regulamentador da indústria petrolífera no Brasil. Além disso, está sujeita as normas ambientais do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), das Normas Técnicas Brasileira (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e das legislações do Estado em que estiver inserida (LORENZETT; ROSSATO, 2010; LORENZETT; ROSSATO; NEUHAUS, 2011).

Suas instalações de uma maneira generalizada podem ser constituídas por: bomba de gasolina, tanques de combustíveis, pontos de descarga de combustíveis (para abastecimento das bombas), tanque para recolhimento e guarda de óleo lubrificado usado, tubulações enterradas, edificações para escritório e arquivo morto, loja de conveniência, centro de lubrificação, centro de lavagem, unidade de filtragem de diesel, sistema de drenagens oleosas e fluviais, equipamentos de proteção e controle de derrames e vazamentos de combustíveis, equipamentos de segurança a incêndios e explosões (SANTOS, 2005).

As atividades que uma organização de combustíveis desenvolve são consideradas potencialmente poluidoras por utilizarem produtos derivados do petróleo que podem causar danos ambientais e consequentemente sociais. Destacam-se entre as atividades: o recebimento e armazenamento de combustíveis, o abastecimento dos veículos, a operação do sistema de drenagem oleosa, a troca de óleo e filtros, as lavagens de veículos, e as operações da loja de conveniência (SANTOS, 2005; LORENZETT; ROSSATO, 2010).

Com base nessas atividades, Santos (2005) faz um resumo de situações (Quadro 1 e 2) que podem ocorrer durante cada atividade, bem como as causas que dão origem a esses impactos, também destacados e que, na maioria das vezes, têm origem no descuido ou na falta de manutenção das pessoas envolvidas no processo destas atividades.

No Quadro 1 foram agrupadas as atividades que estão relacionadas ao manuseio dos combustíveis e no Quadro 2 constam as atividades relacionadas aos serviços agregados oferecidos por uma unidade de combustíveis.

Quadro 1 – Impactos ambientais por atividade desenvolvida / Manuseio de Combustíveis

ATIVIDADES	EVENTO	CAUSAS	IMPACTOS
Recebimento de Produto: Gasolina, Diesel, Álcool	emissão de compostos orgânicos voláteis (COV)	respiro dos tanques enterrados	qualidade do ar solo / águas superficiais e subterrâneas / qualidade do ar
	derrame do produto / Incêndio e explosão	extravasamento e presença de fonte de ignição	
Armazenagem de Produto	emissão de COV	respiro dos tanques enterrados	qualidade do ar solo / águas subterrâneas
	vazamento do produto	furo de tanques e tubulações	
Abastecimento de veículos	emissão de COV	respiro dos tanques enterrados	qualidade do ar
Abastecimento de veículos	derrame do produto	filtro de diesel / bombas / extravasamento	solo / águas superficiais / águas subterrâneas
	lançamento de resíduos	disposição inadequada: estopas, mantas, absorventes	
	incêndio / explosão	presença de fonte de ignição	peessoas
Sistema de Drenagem da Pista / Tratamento via Caixa Separadora de Água e Óleo (CSAO)	efluentes líquidos: águas oleosas	extravasamento / falta de manutenção / operação inadequada	solo / águas superficiais / águas subterrâneas
	lançamento de resíduos	disposição inadequada: óleo usado / areia e borras da CSAO	

Fonte: Adaptado de Santos (2005)

Quadro 2 – Impactos ambientais por atividade desenvolvida / Serviços Agregados

ATIVIDADES	EVENTO	CAUSAS	IMPACTOS
Troca de Óleo Lubrificante	derrame do produto	operações inadequadas	solo / águas superficiais / águas subterrâneas
	lançamento de resíduos	disposição inadequada de embalagens e resíduos	
Lavagem de Veículos	alto consumo de água	ausência de processo de reciclagem	degradação da bacia hídrica subterrânea
	efluentes líquidos: águas oleosas com detergentes	falta de tratamento	solo / águas superficiais / águas subterrâneas
	lançamento de resíduos	disposição inadequada: estopas / embalagens de detergentes	
	ruído	falta de manutenção / isolamento	peessoas da vizinhança
Lojas de Conveniência / Escritórios	lançamento de resíduos	disposição inadequada: lixo doméstico e de escritório	solo / águas superficiais / águas subterrâneas
	efluentes líquidos: Esgoto	disposição inadequada: sem tratamento	

Fonte: Adaptado de Santos (2005)

Considerando o Quadro 1 e 2, percebe-se que os resíduos e emissões acabam gerando impactos ambientais negativos, tanto no ar, quanto no solo e na água, caso não seja tratado de maneira adequada com medidas que a legislação ambiental determina, além de práticas como a reciclagem e outras, que podem ser originadas da responsabilidade ambiental de cada indivíduo. Já o Quadro 3 ilustra o destino dos resíduos e efluentes, bem como os recursos naturais que são consumidos em uma organização de combustíveis, e que serve como modelo para outras organizações do ramo

Quadro 3 – Interação da atividade com o meio ambiente

ATIVIDADES	RECURSOS NATURAIS CONSUMIDOS	RESÍDUOS E EFLUENTES GERADOS	DESTINO DOS RESÍDUOS E EFLUENTES
Armazenamento de combustível	não consome	vapores tóxicos	lançado diretamente no ar
Abastecimento de veículos	água da chuva para limpeza	efluentes líquidos	tratados e eliminados no esgoto comum
		flanelas utilizadas no abastecimento	são recolhidas por empresa especializada
Lavagem de veículos	água da chuva como matéria-prima	efluentes líquidos	tratados e eliminados em esgoto comum
		flanelas, estopas e esponjas utilizadas nas lavagens	são recolhidas por empresa especializada
Troca de óleo, filtro e lubrificação	água da chuva para limpeza	efluentes líquidos	tratados e eliminados no esgoto comum
		óleo queimado, filtros usados, embalagens de lubrificantes, flanelas e estopas utilizadas nas atividades	são recolhidos por empresa especializada e enviados para aterros sanitários ou reciclados
Loja de conveniência	água da chuva para limpeza	efluentes líquidos	tratados e eliminados no esgoto comum
Tratamento dos efluentes líquidos	não consome	lodo tóxico	é recolhido por empresa especializada

Fonte: Adaptado de Lorenzetti e Rossato (2010)

Quadro 4 – Gestão ambiental desenvolvida por atividade

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS E OS MÉTODOS DE GESTÃO AMBIENTAL ADOTADOS	armazenamento de combustíveis	aquisição de tanques ecológicos (PVC)
		pagamento de taxas por emissão de gases
		poços de monitoramento
		canalização e tratamento dos efluentes
	abastecimento de veículos	instalação de bombas mais adequadas
		uso de flanelas
		canalização e tratamento dos efluentes
	lavagem de veículos	utilização de água da chuva
		canalização e tratamento dos efluentes
	troca de óleo, filtros e lubrificação	utilização de logística reversa para eliminação dos resíduos
		canalização e tratamento dos efluentes
	loja de conveniência	utilização da água da chuva
		canalização e tratamento dos efluentes
realização de treinamento de pessoal para resposta a incidentes ambientais		
implantação de uma área verde		

Fonte: Adaptado de Lorenzetti, Rossato e Neuhaus (2011)

Neste Quadro 4 percebe-se algumas medidas ambientais possíveis para cada atividade destacada em organizações de combustíveis e que seguem as tendências das determinações da legislação ambiental. Esses quadros serviram como instrumento comparativo para a pesquisa de campo deste estudo de caso, com o apoio de métodos de pesquisa mais adequados para este estudo.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foi realizada uma pesquisa qualitativa utilizando o método estudo de caso único, respeitando uma coerência metodológica com relação aos

objetivos propostos. Buscou-se entender o que está por trás do concreto e visível, observando em sua totalidade, a realidade em questão (GOLDENBERG, 2000; MINAYO, 2000; YIN, 2010). A unidade de análise foi uma organização de combustíveis automotivos que foi escolhida devido às tendências de mercado quanto às exigências ambientais desse setor que se destacaram por suas atividades gerarem resíduos e emissões de alto impacto ambiental negativo.

Como fonte de evidência, foi realizada uma entrevista semiestruturada, com o proprietário e gerente administrativo da unidade de análise, que também é responsável por toda Gestão Ambiental da organização. Esta entrevista foi inspirada nas perguntas norteadoras e nos quadros contidos na seção 2.3 da revisão teórica a fim de realizar a análise dos dados coletados, para maior compreensão do fenômeno (RICHARDSON *et al.*, 1999; GODOY, 2006; FLICK, 2004; YIN, 2010). A observação direta foi aplicada no sentido de complementar as informações que não foram captadas durante as entrevistas, possibilitando a validade dos dados e resultados e um maior enriquecimento da análise e interpretação dos dados, com informações selecionadas de acordo com sua relevância para o estudo.

Para fazer um fechamento de todas as informações foi elaborado o Quadro 5, que depois foi adaptado para a realidade dos dados coletados no estudo de caso.

Quadro 5 – Gestão do desempenho ambiental

INDICADOR	ASPECTO	CRITÉRIOS		
Desempenho operacional	recursos naturais (<i>inputs</i>)	consumo ou uso de recursos naturais renováveis		- monitoramento com indicador específico - meta de redução
		consumo ou uso de recursos naturais não renováveis		- programa estrutural - nenhuma ação
		consumo ou uso de água	programa de reuso nos processos administrativos (escritório, posto, demais atividades dos setores alugados)	- meta de redução - programa futuro de aproveitamento da água da chuva
		consumo de energia		- meta de redução - programa futuro de aproveitamento da energia solar
Desempenho operacional	Resíduos e emissões (Outputs)	emissão de ruído		
		emissões atmosféricas significativas: não se aplica		
		resíduos sólidos: estopa, flanelas, embalagens de óleo e filtros		
		efluentes líquidos: óleo queimado, água suja com óleo e detergente, vapores dos combustíveis das bombas de abastecimento		Atende requisitos e exigências técnicas estabelecidas em atos administrativos: - licenças ambientais - pareceres técnicos - comunicados formais dos órgãos competentes
		risco ambiental / acidente: não consta		

(Continua página seguinte)

INDICADOR		ASPECTO	CRITÉRIOS	
Desempenho ambiental		qualidade do ambiente entorno: positivas		
		impacto na disponibilidade de longo prazo de recursos naturais renováveis e não renováveis: não identificado		
		referência mínima de desempenho ambiental da empresa		- apenas o legal - alguns incrementos adaptativos nas inovações ambientais exigidas
		licenças e autorizações ambientais		
Desempenho de gestão		processos administrativos: não consta	- existe TAC assinado neste período que estejam cumpridos ou em fase de cumprimento: não	está inadimplente em relação a algum compromisso assumido desse TAC (prazo, projeto): não
		processos judiciais		
		investimentos ambientais: não consta		

Fonte: Adaptado do ISE (2009) e dados da pesquisa

A unidade de análise deste estudo de caso atende as exigências ambientais dos órgãos regulamentadores e se esforça para estar em conformidade quanto as exigências estabelecidas no licenciamento ambiental, buscando sempre evitar que seus resíduos e emissões gerados causem impactos ambientais negativos ao solo, a água e ao ar, dando o tratamento adequado para cada um deles conforme as determinações legais.

O gestor tem projetos de implantar um Sistema de Gestão Ambiental para alcançar a certificação da ISO 14001, porém, tem encontrado limitações quanto ao planejamento de recursos e ações para tal, uma vez que inovações ambientais geram custos elevados, tempo para ser implantado, informações limitadas por parte dos órgãos ambientais e retornos que não são alcançados a curto e médio prazo, dentro de uma realidade econômica competitiva da região, que também compromete tais ações estratégicas ambientais.

Para a melhoria na organização com práticas ambientalmente responsáveis, recomenda-se a criação de estratégias de conscientização envolvendo todos os atores em organizações de combustíveis, para que possam aperfeiçoar suas ações de sustentabilidade ambiental com maior efetividade e de forma planejada.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa abordou a inovação ambiental em uma organização de combustíveis automotivos, buscando-se analisar a influência da implementação de tecnologias limpas na redução do impacto ambiental negativo de seus resíduos e emissões, bem como na redução do uso de recursos naturais.

Quanto as possíveis tecnologias limpas existentes e seu processo de implantação no setor de combustíveis, pode-se dizer que foram desenvolvidas inovações significativas nas quais se instituíram às normas ambientais, como tanques “jaquetados com parede dupla”, composto por um material resistente que não se deteriora ao solo. Entre tais paredes, existe um espaço a vácuo, projetado para instalação de um equipamento que monitora vazamentos, que raramente acontecem, devido ao

sistema duplo de segurança e monitoramento, que possibilita ações preventivas antes mesmo do resíduo entrar em contato com o solo.

Outro sistema relevante é o planejamento de estruturas de coleta de resíduos, provenientes do abastecimento ou trocas de filtro e óleo através das canaletas, que são direcionados à caixa separadora de água e óleo, que depois é comprado por empresas adequadas, a fim de refina-lo e revende-lo, caracterizando o início da **logística reversa** como medida ambiental, reduzindo tais resíduos no meio ambiente, fator positivo que conjuntamente contribui para redução do **consumo da água** que é reutilizada para a jardinagem. As estopas e embalagens dos óleos e filtros são armazenadas para que empresas especializadas também recolham dando o direcionamento adequado para cada resíduo, com a ajuda da logística reversa e a **reciclagem**, que acabam sendo de responsabilidade de tais empresas contratadas para isso.

Identificou-se neste estudo de caso que o retorno de investimentos financeiros ainda não é visualizado no contexto atual, apesar do alto custo das manutenções. Quanto ao aspecto social, os benefícios e resultados positivos de imagem, por exemplo, são percebidos apenas pelos clientes e pessoas mais jovens que já vieram de uma geração com valores diferenciados, conscientes da necessidade de se preservar o meio ambiente e ser sustentáveis nesse aspecto também, a começar pelo próprio gestor que também faz parte dessa geração, dando maior valor às questões ambientais, estando limitado apenas pela falta de recursos e outros fatores a serem melhor investigados.

O estudo encontrou algumas limitações que foram: a falta de documentos que pudessem complementar as fontes de evidências para se realizar uma triangulação dos dados; o tempo escasso e a dificuldade de acesso geográfico da organização, por parte dos pesquisadores, para explorar com maior profundidade os indicadores destacados nos quadros da revisão teórica/metodologia. Para estudos futuros, recomenda-se pesquisar uma rede de postos de combustíveis, com um estudo de multicasos, o que poderá proporcionar mais resultados para o tema em questão.

REFERÊNCIAS

ARUNDEL A.; KEM, R. **Measuring eco-innovation**. UNU-MERIT Working Paper Series, 2009. Disponível em: <<http://www.merit.unu.edu/publications/wppdf/2009/wp2009-17.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2012.

BARATA, M. M. de L.; KLIGERMAN, D. C.; MINAYO-GOMEZ, C. A gestão ambiental no setor público: uma questão de relevância social e econômica. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, mar. 2007.

BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 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 União**, Brasília, DF, 03 de agosto de 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.html>. Acesso em: 13 abr. 2012.

BOVESPA – BOLSA DE VALORES DE SÃO PAULO. **Índice de sustentabilidade empresarial**. 2009. Disponível em: <<http://www.bovespa.com.br>>. Acesso em: 18 jan. 2009.

COSTA, A.B. **O desenvolvimento econômico na visão de Joseph Schumpeter**. **Cadernos IHU Idéias**, UNISINOS, ano 4, n. 47, 2006.

COSTA, A. C.; SANTOS, C. F. S. O.; OLIVEIRA, V. M. Indicadores de eco-inovação e competitividade sistêmica: construindo relações. In: ENCONTRO DA ANPAD, XXXV: ENANPAD, 2011, Rio de Janeiro. **Anais...**, Rio de Janeiro: ANPAD, 2011.

DAROIT, D.; NASCIMENTO, L. F. A busca da qualidade ambiental como incentivo à produção de inovações. In: ENCONTRO DA ANPAD, XXIV: ENANPAD, 2000, Florianópolis, SC. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPAD, 2000.

DIAS; R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

FLICK, U. Dados Verbais: Uma Visão Geral. In: FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman. 2004. P. 89-108; 137-143.

FREY, M. R.; WITTIMANN, M. L. Gestão ambiental e desenvolvimento regional: uma análise da indústria fumageira. **Revista Eure**, Santiago, v. 32, n. 96, ago. 2006.

GODOY, A. S. Estudo de caso qualitativo. In: GODOI, C. K., BANDEIRADE-MELLO, R., SILVA, A. B. (org.). **Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos**. São Paulo: Saraiva, 2006, p. 115-146.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais**. 4. ed. Rio de Janeiro: Record, 2000.

LORENZETT, D. B.; ROSSATO, M. V.; NEUHAUS, M. Medidas de gestão ambiental adotadas em um posto de abastecimento de combustíveis. **Revista Gestão Industrial**, v. 7, n. 3, p. 01-21. Ponta Grossa/PR, 2011.

LORENZETT, D. B.; ROSSATO, M. V. A gestão de resíduos em postos de abastecimento de combustíveis. **Revista Gestão Industrial**, v. 6, n. 2, p. 110-125. Ponta Grossa/PR, 2010.

MAÇANEIRO, M. B.; CUNHA, S. K. Eco-inovação: um quadro de referência para pesquisas futuras. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, XXVI, 2010, Vitória, ES. **Anais Eletrônicos...**, Rio de Janeiro: ANPAD, 2010.

MATOS, M. A.; SCHENINI, P. C.; MACHADO, L. **Estudo do sistema de gestão ambiental da rede de distribuição de combustíveis “alfa”**. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, III SEGET, 2006, Resende, RJ. **Anais...** Resende: AEDB, 2006. Disponível em: <http://www.aedb.br/seget/artigos06/520_SGA%20Posto%20Alfa.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2012.

MENEZES, U.G. de; WINCK, A.G.; DIAS, V. da V. A inovação tecnológica sustentável e geração de valor sustentável na indústria química. **eGesta - Revista eletrônica de Gestão de Negócios**, Santos, v. 6, n. 3, p. 114-139, jul-set. de 2010.

MINAYO, M. C. S. (org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 17. ed. Petrópolis: Vozes, 2000.

NELSON, R.R. **As fontes do crescimento econômico**. Campinas: Unicamp, 2006.

OCDE. **Manual de Oslo**. 3. ed. Paris: Eurostat, 2005. Tradução FINEP. cap. 1 e 3.

RICHARDSON, R. J. et al. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SANTOS, R. J. S. **A gestão ambiental em posto revendedor de combustíveis como instrumento de prevenção de passivos ambientais**. 2005. 217f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão do Meio Ambiente) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

SBRAGIA, R. (Coord.), STAL, E., CAMPANÁRIO, M.A.; ANDREASSI, T. **Inovação: como vencer esse desafio empresarial**. São Paulo: CLIO Editora, 2006.

SILVA, C. E. L.; LIMA, G. B. A.; CARDOSO, R.; MARCIZO, R. B. **Inovação sustentável: uma revisão bibliográfica**. VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2010.

SOUZA, M. T. S.; OLIVEIRO, S. M. **Compras públicas sustentáveis: um estudo da incorporação de critérios socioambientais nas licitações do Governo do Estado de São Paulo**. XXXIV ENANPAD, Rio de Janeiro/RJ, set. 2010.

SZMRECSÁNYI, T. A herança Schumpeteriana. In: PELAEZ, V., SZMRECSÁNYI, T. (Org.). **Economia da Inovação Tecnológica**. São Paulo: Hucitec, 2006.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Gestão da Inovação**. Tradução da 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. cap. 1 e 2.

TIGRE, P.B. **Gestão da inovação: a economia da tecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro: Campus, 2006.

YIN, Roberto K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. ed. São Paulo: Bookman, 2010.