

Edição temática em

Sustentabilidade

Iniciação

Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística

Volume 8 Número 1

Dezembro de 2018



Caro leitor,

Nesta edição da Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística, na Temática Sustentabilidade traz até você em sua edição de 2018, um dossiê e artigos sobre temas variados dentro da área de meio ambiente. Neste contexto, começamos a revista apresentando o dossiê sobre o caso específico no âmbito do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário Senac. Desde o início do curso, em 2005 (e seguindo a mesma linha didática dos cursos anteriores de Gestão Ambiental), o Projeto Integrador - PI, realizado do primeiro ao oitavo semestre, se volta para o desenvolvimento de competências técnicas e a integração dos conteúdos em torno de uma situação prática. Nesta edição é apresentada a experiência em desenvolvimento de dois PIs na região do Bororé, Zona Sul de São Paulo.

Na sequência desta edição temos o artigo de Ana Patrícia Bezerra Maia Lobo, Vagner Sales dos Santos, Alan Delamykon da Silva Lima e Edson Moreira Costa Neto, que apresentam sobre a Sustentabilidade Ambiental em Posto de Combustível: Estudo de Caso em Lavras da Mangabeira – CE, seguido de mais dois artigos sobre reciclagem de resíduos de autores Vinícius Correia de Souza Silva e Eduardo Antônio Licco sobre Procedimento Metodológico para Caracterização de Regiões Geradoras de Resíduo com Reciclabilidade e de Juarez Ramos da Silva e Greice Hellen de N. Barbalho nos oportunizando a leitura sobre Bambu, um material alternativo para trilhar caminhos conscientes e sustentáveis.

Quero agradecer aos autores desta edição, todos os avaliadores e à equipe executiva, que nos contribuíram para produzir mais este número da Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística – temática Sustentabilidade.

Deixo registrado o meu convite a todos os leitores que nos contribuam enviando os artigos para as futuras edições da temática Sustentabilidade, pois a finalidade é fortalecer na disseminação das pesquisas científicas realizadas pelos alunos e seus orientadores.

Boa leitura a todos!

Emília Satoshi Miyamaru Seo
Co editora

PROJETO BORORÉ

A aventura e os desafios das metodologias ativas aplicadas na Engenharia Ambiental

Alessandro Augusto Rogick Athie
Emilia Satoshi Miyamaru Seo
Sílvia Ferreira Mac Dowell

Este não é um artigo acadêmico, mas o relato de uma experiência específica de ensino-aprendizagem em curso (2018), composta por metodologias ativas e que expõe diversos desafios em termos de logística e envolvimento entre professores e alunos, articulação institucional e vivência comunitária.

A experiência focaliza a disciplina Projeto Integrador - PI, que tem um papel estratégico no Senac. Delineado no PPC de todos os cursos de Graduação do Centro Universitário Senac, o PI tem o papel de promover a integração entre as disciplinas de cada semestre e articular a interdisciplinaridade em torno de temas, problemas e situações reais.

Muitas vezes esses temas são trazidos por demandas identificadas junto a parceiros institucionais e/ou por contatos realizados no âmbito de projetos e atividades de Extensão Universitária. E isso ocorre nos mais variados cursos, de Administração a Hotelaria, Fotografia, Nutrição, Engenharias, Moda, etc.

A DISCIPLINA

E o caso específico a ser aqui relatado desenvolve-se no âmbito do curso de

ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

Desde o início do curso, em 2005 (e seguindo a mesma linha didática dos cursos anteriores de Gestão Ambiental), o PI, realizado do primeiro ao oitavo semestre, se volta para o desenvolvimento de competências técnicas e a integração dos conteúdos em torno de uma situação prática.

Mas nem sempre é possível aliar também experiências comunitárias, pois isso demanda alguns desafios que extrapolam um processo de ensino-aprendizagem tradicional. Alguns desses desafios: uma razoável logística interna, um contato estável com parceiros externos, um comprometimento diferenciado por parte dos alunos, além de um grau razoável de articulação e aceitação de riscos por parte da coordenação e dos professores.

Entre nós brincamos:

“Sabemos como um PI com ação comunitária começa, mas nem sempre temos a ideia de como termina”

Por isso vale a pena apresentar a experiência em desenvolvimento de dois PIs na região do Bororé, Zona Sul de São Paulo.

DEMANDA

Como de praxe, a definição dos temas dos PIs na Engenharia Ambiental é realizada ao final do semestre anterior, a fim de se planejar contatos e atividades.

Agora em junho de 2018, no planejamento do segundo semestre, a Coordenação do curso aproveitou uma demanda encaminhada pela Secretaria do Verde e do Meio Ambiente do Município de São Paulo (SVMA).

Este órgão tem um programa específico, o Programa de Ambientes Verdes Saudáveis (PAVS), em que atua de forma articulada com Unidades Básicas de Saúde (UBS) e ONGs locais para enfrentar problemas socioambientais. E um dos seus problemas mais críticos é a situação de contaminação da água de moradores da Península do Bororé, uma ponta da Represa Billings.

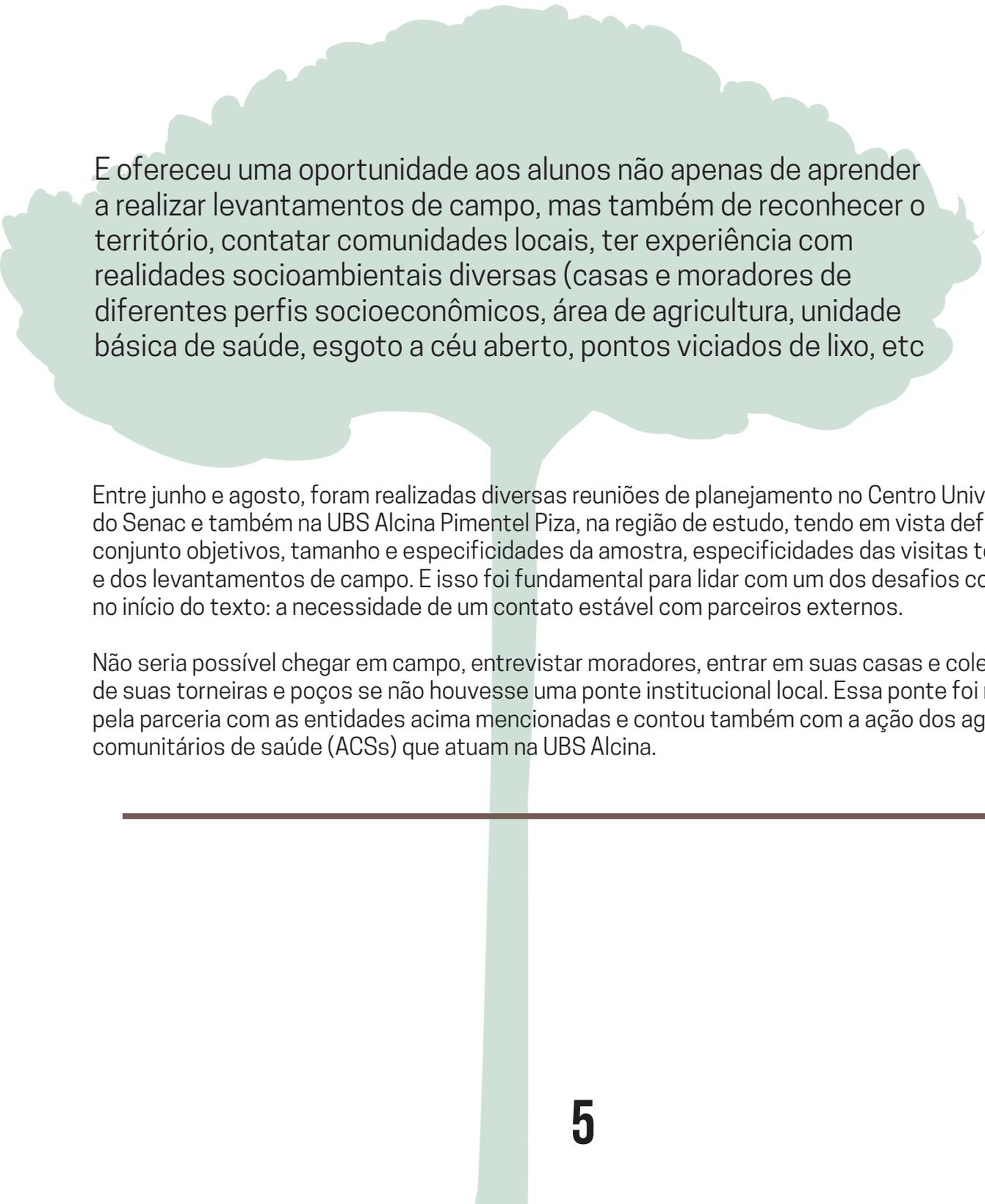
É uma área que ainda tem características rurais, com sítios de lazer e de produção de hortaliças, pesca artesanal e que vem sofrendo impactos desde obras como o Rodoanel (que passa exatamente acima da península) até o avanço de moradias de população vulnerável socioeconomicamente.

Tudo isso sem estrutura, sem planejamento e sem rede de saneamento, com uma importância estratégica para o município, pois é área de mananciais.

A demanda foi relativamente simples na formulação: entender os motivos socioambientais da contaminação da água da população da região, por volta de 250 residências, em sua totalidade abastecidas por poços.

A dificuldade estava em como operacionalizar essa pesquisa, já que nem a SVMA, nem a UBS local, nem a Coordenação da Vigilância Sanitária (COVISA) e nem a organização social que atua na região - Associação Saúde da Família (ASF), conseguiam articular uma ação na região. E aí entra o Senac para realizar uma pesquisa sobre a situação socioambiental da água, em parceria com todas essas entidades.

Do ponto de vista do curso, a pesquisa foi inserida como tema de 2 PIs: o PI-II, com foco em Diagnóstico Socioambiental e o PI-IV, voltado para a elaboração de propostas de intervenção.



E ofereceu uma oportunidade aos alunos não apenas de aprender a realizar levantamentos de campo, mas também de reconhecer o território, contatar comunidades locais, ter experiência com realidades socioambientais diversas (casas e moradores de diferentes perfis socioeconômicos, área de agricultura, unidade básica de saúde, esgoto a céu aberto, pontos viciados de lixo, etc

Entre junho e agosto, foram realizadas diversas reuniões de planejamento no Centro Universitário do Senac e também na UBS Alcina Pimentel Piza, na região de estudo, tendo em vista definir em conjunto objetivos, tamanho e especificidades da amostra, especificidades das visitas técnicas e dos levantamentos de campo. E isso foi fundamental para lidar com um dos desafios colocados no início do texto: a necessidade de um contato estável com parceiros externos.

Não seria possível chegar em campo, entrevistar moradores, entrar em suas casas e coletar água de suas torneiras e poços se não houvesse uma ponte institucional local. Essa ponte foi realizada pela parceria com as entidades acima mencionadas e contou também com a ação dos agentes comunitários de saúde (ACSs) que atuam na UBS Alcina.

LEVANTAMENTO DE CAMPO

Foi definida uma amostra de 50 casas, espalhadas em 7 micro áreas da Península do Bororé, seguindo a mesma divisão territorial utilizada pelos agentes de saúde que atuam e conhecem diretamente os moradores. Nesse sentido, os alunos foram divididos em 7 grupos (cada um acompanhado de um ACS) que realizaram os levantamentos em torno da situação socioambiental da água por meio de duas visitas técnicas. A primeira (no dia 13 de setembro) para um contato inicial com o território e os moradores, em que foram aplicados questionários e feitos croquis sobre as condições das moradias e terrenos. E uma segunda (no dia 04 de outubro), em que foram coletadas as amostras de água de poços e torneiras.

A realização das Visitas Técnicas, para levantamentos de campo, trouxe outros dois desafios: a logística interna e um grau superior de articulação entre coordenação e professores.

Em termos de logística interna, o Senac (e vale registrar o apoio administrativo sempre presente) disponibilizou 5 veículos diferentes para atender 5 micro áreas. As outras 2 micro áreas restantes contaram com veículos da UBS e da ASF. Além disso, todos os 100 kits para as coletas e análises de água foram fornecidos pela instituição (para cada uma das 50 casas havia uma coleta de água de poços e outra de torneiras de cozinha). A logística também foi importante para a preparação das pastas de questionários e croquis e para a entrada das amostras de água nos Laboratórios de Química e de Microbiologia.

Todos os resultados de campo - questionário preenchidos, croquis desenhados e tabelas com os resultados das análises - foram digitalizados e disponibilizados no ambiente virtual para acesso de todos os alunos e professores envolvidos. Os resultados parciais também foram disponibilizados para os parceiros, logo em seguida a cada visita, reforçando o compromisso do retorno de informações.



INTEGRAÇÃO E DESAFIOS

Sobre a articulação entre coordenação e professores, o trabalho no Bororé integrou duas turmas de Projeto Interativo, que tinham o mesmo objeto de estudo, mas com focos diferentes de pesquisa. E para a segunda visita, devido à necessidade de contar com um contingente maior de alunos para as coletas de água, houve a participação também da turma da disciplina Microbiologia.

Dessa forma, foram envolvidos – no treinamento prévio e nas visitas técnicas - três turmas de três semestres e disciplinas diferentes, montando grupos de composição variada. Vale destacar o treinamento prévio realizado no Senac, em que os alunos foram capacitados para aplicação de questionários, entrevistas e uso de GPS e coleta de água.

Todo o processo de planejamento com os parceiros, treinamento de equipes, realização dos levantamentos de campo, análises nos Laboratórios e sistematização e consolidação dos dados foi acompanhado pela coordenação e conduzido diretamente por 4 professores (os professores das disciplinas PI-II e PI-IV, da disciplina Microbiologia e da disciplina Química Ambiental). E além deles, outros professores participaram das visitas técnicas e todos acompanham a consolidação de dados (desde a disciplina Desenho Técnico - com foco nos Croquis até a disciplina EAD Ética, Cidadania e Sustentabilidade).

Um quarto desafio deve ser explicado: a aceitação do risco. Uma experiência envolvendo tamanho número de disciplinas, alunos, professores, coordenação, apoio administrativo e parceiros externos abriga um grau de complexidade intenso.

Muitas variáveis, muitas alterações e acertos de rotas, incertezas que surgiram durante os levantamentos, alguns ruídos de comunicação e o gerenciamento da ansiedade em torno de uma situação completamente nova. E em meio a muitas emoções para todos, vale registrar um último desafio: o comprometimento dos alunos.

“É notável a mudança de postura do corpo discente quando sai a campo. Algumas vezes displicentes ou desconectados em sala de aula, os alunos se transformam na realização de levantamentos externos.”

Preocupação com horários e prazos, uso de trajes adequados¹, cuidado com segurança física e alimentar dos colegas (compartilhando lanches e água), tratamento respeitoso com os agentes de saúde e com os moradores, procedimentos e uso correto de equipamentos e, por fim, um grande senso de coleguismo e participação entre eles e com os professores.

¹Os alunos e professores precisaram usar botas ou sapato de cano alto para andar com segurança em área rural, sujeita a terrenos acidentados. Além disso, todos trajaram calças compridas, bonés e camisetas com identificação do Senac.

Todos esses desafios ainda não terminaram.

No momento de fechamento deste texto – final de outubro de 2018 – a experiência ainda está em curso. Os resultados estão sendo consolidados pelos alunos e são preparados os relatórios, pôsteres e apresentações para o final de novembro, no Senac. Em relação aos parceiros e comunidade, foi estabelecido o compromisso de apresentação dos resultados das análises de água de residências, bem como da sistematização dos questionários e croquis. Esta devolutiva é uma ação prevista em todos os PIs que contam com parceiros e que deverá ser repetida neste caso após os encerramentos dos trabalhos semestrais.

Enfim, a experiência da pesquisa sobre a situação da água no Bororé, ao integrar dois PIs e diversas disciplinas, além de uma articulação forte com parceiros e ação comunitária, evidenciou a presença de diversos desafios no processo de ensino-aprendizagem. E junto com os desafios, uma imensa alegria e a satisfação em trilhar a aventura do ensino-aprendizagem.



Sustentabilidade Ambiental em Posto de Combustível: Estudo de Caso em Lavras da Mangabeira – CE

Environmental Sustainability at the Fuel Station: Case Study in Lavras da Mangabeira – CE

Ana Patrícia Bezerra Maia Lobo, Vagner Sales dos Santos, Alan Delamykon da Silva Lima, Edson Moreira Costa Neto

Faculdade de Tecnologia Centec Cariri - FATEC

Eixo Meio Ambiente e Saúde – Curso de Pós Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental

{annapaty2@hotmail.com, vagner_saneameto@yahoo.com.br, alandelamykon@gmail.com, netodesobral@hotmail.com}

Resumo. O licenciamento ambiental surgiu como um mecanismo de prevenção às atividades potencialmente poluidoras, modificadoras do ambiente ou que utilizam recursos naturais. As empresas do ramo de abastecimento de combustíveis, por serem entidades potencialmente poluidoras, vêm buscando interagir de forma mais harmoniosa com o meio ambiente. Assim, este trabalho buscou verificar as medidas de sustentabilidade ambiental que devem ser adotadas por esse ramo de atividade, de acordo com a legislação ambiental existente. Para tanto, foi realizado um estudo de caso, utilizando a técnica de observação, junto a um posto de combustíveis, localizado na cidade de Lavras da Mangabeira - Ce. Os resultados revelaram que a entidade atuando dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, mas demonstram a importância da responsabilidade ambiental na gestão dos postos de combustíveis.

Palavras-chave: postos de combustíveis; legislação ambiental; licenciamento ambiental.

Abstract. *Environmental licensing has emerged as a mechanism to prevent activities potentially polluting, environmentally modifying or using natural resources. The fuel supply companies, because they are potentially polluting entities, have been seeking to interact in a more harmonious way with the environment. Thus, this work sought to verify the environmental sustainability measures that should be adopted by this branch of activity, in accordance with the existing environmental legislation. For that, a case study was carried out, using the observation technique, next to a fuel station, located in the city of Lavras da Mangabeira - Ce. The results revealed that the entity acting within the standards established by the legislation, but demonstrate the importance of environmental responsibility in the management of fuel stations*

Key words: fuel stations; environmental legislation; environmental licensing.

Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística
Edição Temática em Sustentabilidade

Vol. 8 nº1 – Dezembro de 2018, São Paulo: Centro Universitário Senac
ISSN 2179-474X

Portal da revista: <http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/>

E-mail: revistaic@sp.senac.br

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-SemDerivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



1. Introdução

A relação entre o homem e o ambiente sempre existiu. Entretanto, o aumento populacional e o processo de industrialização, aumentaram consideravelmente a interferência do homem na natureza. Os problemas ambientais atuais são percebidos pela humanidade de forma cada vez mais evidente devido à complexidade de transformações do planeta, crescentemente ameaçado por riscos e danos ambientais.

O homem utiliza recursos naturais desde o início da sua existência, de forma contínua, desordenada e indiscriminada, para atender suas necessidades básicas, estando estes interligados, tanto é que, uma das preocupações centrais da atualidade está relacionado a qualidade de seu meio ambiente. Atualmente estas questões deixaram apenas de ser biológicas e passaram a abranger aspectos legais, morais, sócio-econômicos e políticos, ou seja tornaram-se multidisciplinar. Os principais agentes do desenvolvimento econômico de um país são as empresas, onde seus avanços tecnológicos e a grande capacidade de geração de recursos fazem com que cada vez mais precisem de ações cooperativas e integradas onde possam desenvolver processos. As últimas décadas evidenciaram grandes transformações. No atual cenário econômico é visível a atuação das organizações para desenvolver técnicas que protejam o meio ambiente, tentando reverter os impactos ambientais ocorridos nas ultimas décadas, tornando assim a preocupação ambiental um tema constante no segmento sócio-econômico. As empresas estão buscando ações que tenham comprometimento com a gestão ambiental e a responsabilidade social.

Nesse contexto, o maior desafio para as organizações tornou-se conciliar competitividade e gestão ambiental, ou seja, gerenciar relações com o meio ambiente, clientes, concorrentes e fornecedores. A crescente conscientização da população e a busca por uma melhor qualidade de vida, vêm sendo desenvolvidos na busca de soluções para uma série de problemas relacionados com a preservação do meio ambiente, principalmente nas áreas urbanas. Diante do objetivo principal das empresas que é o lucro, as questões ambientais, foram deixadas de lado em busca de uma maior produção e produtividade, sem se preocupar com a sustentabilidade do crescimento econômico conquistado. O que pode ser verificado historicamente pelas catástrofes ambientais, que continuam ocorrendo até hoje. Ligados a isso, temos os impactos ambientais gerados pelos postos de revenda de combustíveis líquidos, que demonstram falhas na gestão e operação dos mesmos.

As atividades desenvolvidas pelos postos de combustíveis são consideradas potencialmente poluidoras, pois podem ser prejudiciais a água, ao solo e ao ar. Nesse âmbito, as administrações públicas estão estabelecendo normas e procedimentos mais seguros e adequados para tais empresas, a evolução da legislação e das regulamentações ambientais aplicáveis à atividade de distribuição e revenda de combustíveis derivados de petróleo tem resultado em crescentes restrições, reflexo da sociedade e dos órgãos ambientais para sua adequação.

2.ASPECTOS LEGAIS

2.1 Postos de Revenda de Combustíveis

Segundo, Lorenzetti (2010), os postos de combustíveis desenvolvem atividades ligadas a recebimento e armazenamento de combustíveis em tanques subterrâneos; abastecimento, lubrificação e lavagem de veículos; drenagem e purificação dos efluentes líquidos; troca de óleo e de filtros; e operação da loja de conveniência.

A estrutura de um posto de combustível constitui-se basicamente nas seguintes instalações: bombas de abastecimento; tanques subterrâneos de armazenamento; pontos de descarga de combustíveis; tanque para recolhimento e guarda de óleo lubrificante usado; tubulações enterradas que comunicam o ponto de descarga com o reservatório e este com as bombas; edificações para escritório e arquivo morto; loja de conveniência; centro de lubrificação e de lavagem; unidade de filtragem de diesel; e o sistema de drenagens oleosas e fluviais(Santos, 2005).

2.2 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE A POSTOS DE REVENDA DE COMBUSTÍVEL

O comércio varejista de combustíveis está submetido à legislação ambiental desde 1981, através da Lei Federal nº 6.938, que foi regulamentada pelo Decreto Federal n.º 99.274/90.

Essa atividade foi considerada sujeita ao licenciamento ambiental pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 237 em 1997, expõe que:

“toda instalação e sistemas de armazenamento de derivados de petróleo e outros combustíveis, configuram-se como empreendimentos potencialmente ou parcialmente poluidores e geradores de acidentes ambientais; que os vazamentos de derivados de petróleo e outros combustíveis podem causar contaminação de corpos d’água subterrâneos e superficiais, do solo e do ar; que os riscos de incêndio e explosões, decorrentes desses vazamentos, principalmente, pelo fato de que parte desses estabelecimentos localizam-se em áreas densamente povoadas; que a ocorrência de vazamentos vem aumentando significativamente nos últimos anos em função da manutenção inadequada ou insuficiente, da obsolescência do sistema e equipamentos e da falta de treinamento de pessoal; observando a ausência e/ou uso inadequado de sistemas confiáveis para a detecção de vazamento; a insuficiência e ineficácia de capacidade de resposta frente a essas ocorrências e, em alguns casos, a dificuldade de implementar as ações necessárias.”

Mais recente regulamentada e padronizada pela Resolução CONAMA nº 273 de 2000.

3.METODOLOGIA

A metodologia a ser usada é a de pesquisa exploratória-descritiva, ou seja, trata-se de pesquisa bibliográfica e estudo de caso. A pesquisa bibliográfica realizar-se-á por meio de teses, dissertações, livros, revistas, dados da internet, além de leis, medidas, portarias e resoluções pertinentes ao estudo.

O estudo de caso será desenvolvido em um posto de combustível localizado na cidade de Lavras da Mangabeira, Ceará. Será realizada uma abordagem do problema, baseando-se em descrever fatos relacionados ao meio ambiente. Serão realizados também registros fotográficos da área de estudo, bem como uma análise geoambiental, através de dados de geoprocessamento.

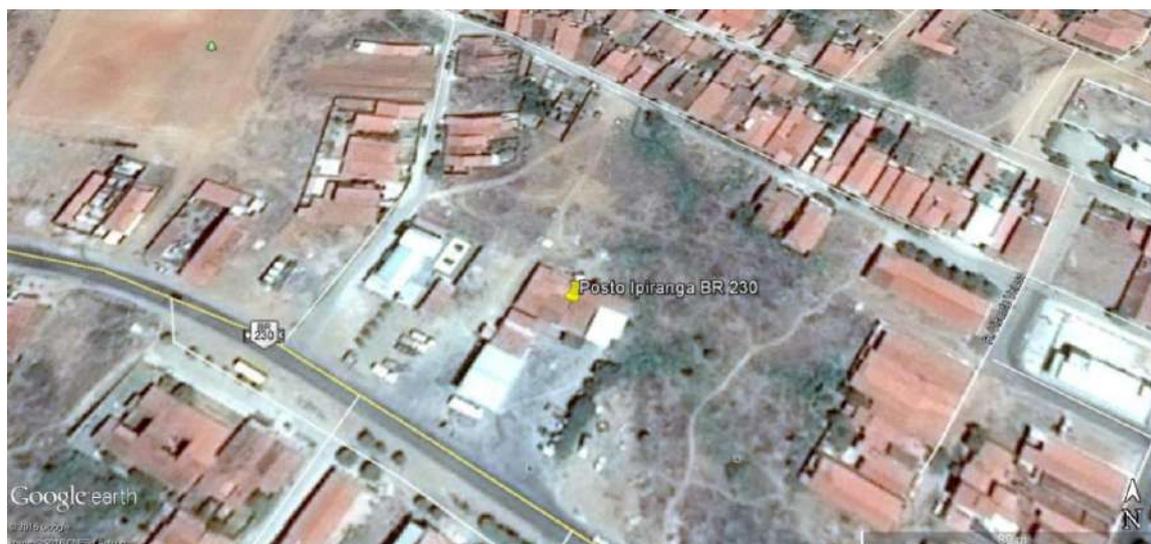


Figura 1: Posto Ipiranga – BR 230 – Lavras da Mangabeira Fonte: Google Earth

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

O município de Lavras da Mangabeira encontra-se localizado na microrregião de Lavras da Mangabeira, macrorregião do Centro-Sul Cearense, limitando-se ao Norte com os municípios de Umari, Icó e Cedro, ao Sul Caririáçu e Aurora, a Leste Aurora, Ipaumirim, Baixio e Umari e a Oeste Cedro, Várzea Alegre e Grangeiro. Abrangendo uma área de 947,95 km², altitude média de 239m e coordenadas 6° 45' 12" de latitude e 38° 58' 18" de longitude, distando da capital cerca de 338 km. o acesso pode ser feito por via terrestre através das rodovias BR 116, a BR 230 e a CE 060. O município de Lavras da Mangabeira foi criado pela Resolução Provincial em 20 de Agosto de 1816. Possui clima Tropical Quente Semi-árido Brando e Tropical Quente Semi-árido, pluviosidade média 866,4 mm e temperatura média variando entre 26° a 28°. A bacia hidrográfica que corta o município é a do Rio Salgado. As principais atividades econômicas são: a Agricultura com a produção de algodão arbóreo e herbáceo, banana, milho, feijão e arroz; e a Pecuária: bovinos, suínos e avícola. O município dispõe de coleta de lixo urbano realizado por empresa terceirizada, os resíduos coletados são depositados em um lixão, segundo dados do IBGE em 2010, 58,57% dos domicílios do município eram atendidos

pela coleta de lixo. A população estimada é de 31.435 habitantes, segundo estimativa do IBGE, para o ano 2013.



Figura 2: Mapa do Estado do Ceará em destaque o município de Lavras da Mangabeira Fonte: IPECE E WIKIPEDIA

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais. Surgiu como um mecanismo de prevenção às atividades potencialmente poluidoras, modificadoras do ambiente ou que utilizam recursos naturais. É o instrumento de gestão instituído pela Política Nacional do Meio Ambiente, de utilização compartilhada entre a União e os Estados da federação, o Distrito Federal e os Municípios. Constituído pela Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981, com a finalidade de promover o controle prévio à construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, sob qualquer forma causar degradação ambiental, e estabeleceu a competência para a obtenção da licença ambiental comum das três esferas de governo para o licenciamento ambiental. O artigo 10, da PNMA define as atividades e os empreendimentos que dependerão de prévio licenciamento:

“Art. 10:

A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental dependerão de prévio licenciamento de órgão estadual competente, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos naturais Renováveis – IBAMA, em caráter supletivo, sem prejuízo de outras licenças exigíveis”.

O processo de licenciamento ambiental tem como principais normas legais a Lei nº 6938/81; a Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986, que estabeleceu diretrizes gerais para elaboração do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA nos processos de licenciamento ambiental; e a Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997, que estabeleceu procedimentos e critérios, e reafirmou os princípios de descentralização presentes na Política Nacional de Meio Ambiente e na Constituição Federal de 1988, de acordo com a Resolução, esses órgãos podem delegar esta competência ao município, quando as atividades tiverem impactos locais.

O artigo 1º, inciso I, da Resolução Conama nº 237, de 19 de dezembro de 1997, traz os seguintes conceitos:

“Licenciamento Ambiental– procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais. Considerados efetiva ou potencialmente poluidores ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas ao acaso.

Licença Ambiental– ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica. Para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades utilizadoras dos recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental.

Estudos Ambientais– todos e quaisquer estudos relativos aos aspectos ambientais que se relacionam à sua localização, instalação, operação e ampliação de uma atividade ou empreendimento, que apresenta como subsídio para a análise da licença requerida, tais como: relatório ambiental, plano e projeto de controle ambiental, relatório ambiental preliminar,

diagnóstico ambiental, plano de manejo, plano de recuperação da área degradada e análise preliminar de risco.

Impacto Ambiental Regional– todo e qualquer impacto que afete diretamente a Área de Influência Direta do Projeto (AID), no todo ou em parte, o território de dois ou mais Estados. ”

A exigência de licenciamento tem resguardo na Constituição Federal e está regulada pela legislação. A Constituição da República não traz expressamente o termo “licenciamento ambiental”, mas institui ao Poder Público, no inciso IV do parágrafo único do artigo 225, “o dever de exigir e dar publicidade ao estudo prévio de impactos ambientais, para a instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente”.

4.2 LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE POSTOS DE COMBUSTÍVEIS

Segundo a Lei Federal 10.165, os postos distribuidores de combustível, mantêm uma atividade com alto potencial de poluição e de grande utilização de recursos naturais. No entanto, até a década de 90, empresários de tais empreendimentos não obtinham licenças ambientais para dar início as atividades, tiravam apenas uma licença na prefeitura para o início da construção, já que não havia muita cobrança por parte dos órgãos ambientais. (SORATO et al., 2007). Com preocupação, e precaução, normas ambientais específicas, foram criadas para a instalação e operação destas atividades, gerando a necessidade de requerer ao órgão ambiental competente o licenciamento ambiental, que foi uma forma encontrada pelos órgãos governamentais para controlar as atividades potencialmente poluidoras do meio ambiente.

A Resolução CONAMA 273/2000 é a norma ambiental competente que regulamenta, a nível federal, o licenciamento ambiental para postos de abastecimento, sistemas retalhistas, posto revendedor e posto flutuante, em seu Art. 4º, será exigido do posto de combustível, para poder operar, as seguintes licenças ambientais:

I – Licença Prévia/LP: concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de implantação;

II – Licença de Instalação/LI: autoriza a instalação do empreendimento com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo medidas de controle ambiental e demais condicionantes da qual constituem motivo determinante;

III – Licença de Operação/LO: autoriza a operação da atividade, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para operação.

Segundo o Art. 8º, dessa mesma Resolução, os proprietários, arrendatários ou responsáveis pelo estabelecimento, em caso de impactos e consequentes passivos ambientais, responderão solidariamente pelos prejuízos causados, sejam eles ao meio ambiente ou a pessoas.

4.3 LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE POSTOS DE COMBUSTÍVEIS NO ESTADO DO CEARÁ

No Estado do Ceará as Leis 12.621 de 26 de Agosto de 1996 e a Lei nº 12.703 de 19 de Junho de 1997 e a Resolução nº 257 de 01 de Novembro de 1996 regulamentam essa atividade, fazem uma série de exigências quanto aos documentos necessários para o funcionamento, equipamentos específicos usados, procedimentos emergenciais quando da ocorrência de vazamentos, licenças ambientais e entre outras com a finalidade de evitar potenciais impactos ambientais.

A Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986 estabelece metodologia e parâmetros específicos para a identificação, avaliação, e análise dos impactos ambientais, para proposição de respectivas medidas mitigadoras. O artigo 1º desta Resolução estabelece que

“Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I – a saúde, a segurança e o bem estar da população;**
- II – as atividades sociais e econômicas;**
- III – a biota;**
- IV – as condições estéticas e sanitárias;**
- V – a qualidade dos recursos ambientais**

A Resolução do COEMA 04/2012 regulamenta os critérios, parâmetros e custos operacionais de concessão de licença/autorização e de análise de estudos ambientais, referentes ao licenciamento ambiental das obras e atividades modificadoras do meio ambiente no território do Estado do Ceará.

“Art. 9º Os pedidos de licenciamento protocolizados no órgão ambiental competente deverão ser analisados à luz da legislação vigente à época da concessão, renovação ou regularização da respectiva licença.

§ 1º. Nos casos de renovação de licença de instalação para empreendimentos com implantação iniciada, os mesmos serão analisados à luz da legislação vigente à época da concessão de primeira licença de instalação.

§ 2º. Caso pretenda garantir a continuidade de empreendimentos desenvolvidos em várias etapas, o interessado deverá obter Licença Prévia (LP) para a concepção geral do empreendimento, prevendo

cronograma físico de execução das etapas e empreendimentos individuais e respectivos prazos.

§ 3º. Enquanto estiver sendo cumprido o cronograma de execução, os empreendimentos individuais a serem licenciados terão seus pedidos de licença de instalação analisados à luz da legislação vigente à época da concessão da Licença Prévia (LP) para a concepção geral do empreendimento.”

No Estado do Ceará o órgão emissor, fiscalizador e regulador é a SEMACE – Superintendência Estadual do Meio Ambiente, onde através de Estudos de Ambientais, requerimentos, taxas municipais e estaduais, laudos de Copo de Bombeiros, projetos, emite licenças, regulamentadas pela Resolução CONAMA nº 001/86 e COEMA 04/2012 para funcionamento do estabelecimento, seguem o mesmo critérios para a renovação destas licenças.

4.4 LICENCIAMENTO AMBIENTAL MUNICIPAL

A gestão ambiental compartilhada possibilitou um fortalecimento das ações de prevenção e proteção ao meio ambiente, uma vez que há cooperação e integração entre os entes da federação. Os municípios ao instituírem os seus órgãos ambientais locais, passam a exercer seu papel constitucional com a possibilidade de compartilhar responsabilidades com a União e o Estado pela cooperação ou complementaridade, ou também de forma autônoma, dentro dos seus limites e competências legais (BRASIL, 2016).

A questão ambiental, em nível local, sempre teve um espaço reduzido dentro das administrações municipais. Em relação à competência de os Municípios poderem exercer o instrumento do licenciamento ambiental, a questão, agora, encontra-se pacificada, em decorrência da modificação ocorrida na Lei nº 6.938/81, em seu art. 10, e pela regulamentação efetuada pela Lei Complementar nº140/2011, buscando encerrar, com isso, conflitos que antes existiam em saber se os Municípios eram ou não competentes para realizar o licenciamento ambiental. É importante salientar que, com o crescimento dos Municípios, as atividades ou empreendimentos que são desenvolvidos estão aumentando consideravelmente, podendo causar poluição e degradação ao meio ambiente, tornando os Municípios responsáveis por diminuir ou acabar com esses desequilíbrios ambientais que possam surgir. Pode-se perceber que os Municípios possuem a função importante de fazer o licenciamento ambiental, desde que tenham os meios e equipamentos adequados para tal fim, devendo, porém, respeitar a legislação federal e estadual, atuando sempre dentro de suas circunscrições. Em relação aos Municípios, a Lei Complementar nº140/2011 regulamentou da seguinte forma:

Art. 9º

São ações administrativas dos Municípios:

[...]

XIV-observadas as atribuições dos demais entes federativos previstas nesta Lei Complementar, promover o licenciamento ambiental das atividades ou empreendimentos:

a) que causem ou possam causar impacto ambiental de âmbito local, conforme tipologia definida pelos respectivos Conselhos Estaduais de Meio Ambiente, considerados os critérios de porte, potencial poluidor e natureza da atividade; ou

b) localizados em unidades de conservação instituídas pelo Município, exceto em Áreas de Proteção Ambiental (APAs);

A regulamentação do artigo 23 da Constituição ocorreu no dia 08 de dezembro de 2011, com a publicação da Lei Complementar 140, que faz obedecer a competência comum entre os entes federados, com o propósito de realizar a devida divisão das competências comuns, em harmonia com a Constituição Federal. As principais finalidades da Lei Complementar n.º 140/11 são:

[...] proteger, defender e conservar o meio ambiente ecologicamente equilibrado, promovendo a gestão descentralizada, democrática e eficiente; garantir o equilíbrio do desenvolvimento socioeconômico com a proteção do meio ambiente, observando a dignidade da pessoa humana, a erradicação da pobreza e a redução das desigualdades sociais e regionais; harmonizar as políticas e ações administrativas para evitar sobreposição de atuação entre os entes federativos, de forma a evitar conflitos de atribuição e garantir uma atuação administrativa eficiente; garantir a uniformidade da política ambiental para todo o País, respeitadas as peculiaridades regionais e locais. (MACHADO, 2012, p. 183)

Além do estabelecimento das formas de cooperação no que tange à competência comum dos Entes Federados, com a regulamentação do artigo 23 da Constituição pela Lei Complementar traçou, objetivamente, quais os requisitos para os municípios realizarem o licenciamento ambiental de caráter local. Requisitos, estes, previstos no artigo 15, que são a criação de órgão ambiental capacitado ou conselho de meio ambiente, e na ausência destes, o Ente Federativo de maior instância deverá desempenhar as funções administrativas até a sua criação por um daqueles Entes Federados. (BRASIL, 2016)

Cabe referir ainda que a LC n.º 140/11 possibilita, em seu artigo 5º, a possibilidade de licenciarem atividades de impacto supra municipal, mediante convênio com o Poder Executivo Estadual. Ainda no mesmo artigo ele faz referência ao que seria um órgão ambiental capacitado:

Art. 5º.

(...) Parágrafo único.

Considera-se órgão ambiental capacitado, para os efeitos do disposto no caput, aquele que possui técnicos próprios ou em consórcio, devidamente habilitados e em número compatível com a demanda das ações administrativas a serem delegadas. (BRASIL, 2016)

4.4 SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Em Estocolmo na Suécia em 1972, pela primeira vez, uma Conferência das Nações Unidas dedicava-se a debater os problemas ambientais mundiais, resultando, na inserção da questão ambiental no meio das organizações de forma definitiva. Mesmo no início sendo considerada somente, uma restrição regulatória imposta pelo governo, já que a partir da conferência, muitas normas e obrigações foram exigidas, não só pelos órgãos reguladores, como também pela própria sociedade. Países industrializados começaram a perceber que o crescimento econômico ilimitado tinha um preço duplo. De um lado, o esgotamento dos recursos naturais, de outro, a poluição. Se fez necessário discutir formas de se desenvolver sem precisar pagar esse preço.

Mas a Conferência de Estocolmo foi somente o “estopim” para a grande evolução comportamental que estava por surgir, a partir desse momento as práticas ambientais teriam que fazer parte das responsabilidades sociais das empresas.

Com o desenvolvimento industrial, diversos empreendimentos se evidenciam como grandes geradores de impactos, tanto sociais como ambientais, entre eles destacam-se os postos de gasolina como é conhecido, que na verdade chamam-se postos revendedores de combustível, onde revende gasolina, álcool, diesel, gás natural, e prestam serviços como troca de óleo, lavagem dos veículos, e lojas de conveniência. Os impactos causados por postos revendedores de combustíveis são evidentes, exigindo assim uma maior fiscalização dos órgãos exigindo que todas as medidas previstas em lei estejam adequadas. Faltam fiscalizadores e muitos desses empreendimentos estão funcionando em desrespeito com progresso social e ambiental, haja vista que é perceptível a incapacidade que o meio ambiente tem de absorver os efeitos dos impactos gerados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em visita realizada ao Posto de Combustível, verificou-se que no estabelecimento estudado, são realizadas as seguintes atividades:

- a) Atividade de armazenamento de combustível;
- b) Atividade de abastecimento de veículos;
- c) Atividade de loja de conveniência.

O posto de combustível interage com o meio ambiente em função do consumo de recursos naturais e dos resíduos gerados pela atividade, principalmente quanto ao destino dado a esses resíduos decorrentes das atividades operacionais realizadas no estabelecimento. Tais resíduos por serem potencialmente perigosos ao meio ambiente, e devem ser eliminados de forma segura. No estabelecimento visitado, não foi detectado o tratamento adequado dos efluentes líquidos, ocorrendo apenas a presença de equipamentos para ser realizado a coleta destes sub produtos.

No tocante a respeito da disposição final dos resíduos sólidos o mesmo é realizado pela equipe de coleta pública, não havendo assim uma triagem desses resíduos.

Foi observado medidas de gestão ambiental no posto estudado, verificou-se que o mesmo adotou todas as medidas exigidas pelos órgãos fiscalizadores no âmbito ambiental, necessárias para exercer a atividade, medidas estas exigidas pelo órgão ambiental para a concessão e renovação da licença. Destacam-se as medidas observadas no posto em estudo:

- a) O piso da pista de abastecimento é impermeável com drenagem conectada a caixa separadora, não sendo permitido abastecimento fora dele, apesar de haver alguns buracos no mesmo (Fig 3);

igura 3: Piso Impermeável



Fonte: Própia

b) Tanques subterrâneos já se encontram no padrão SAMP e acoplado a cada tanque um suspiro com válvula anti chamas (Fig. 4 e 5);

Figura 4: Tanque Subterrâneo



Fonte: Própia

Figura 5: Suspiros com válvula anti-chamas



Fonte: Própia

c) A limpeza e manutenção da caixa separadora são realizadas conforme especificações do órgão fiscalizador (FIG. 6,7 e 8);

Figura 6: Caixa Coletora



Fonte: Própia

Figura 7: Caixa Coletora



Fonte: Própia

Figura 8: Caixa Separadora de água e óleo



Fonte: Própia

- d) funcionários treinados nas atividades de controle ambiental, prevenção e combate a incêndios e acidentes, com comprovação anual;
- e) O estabelecimento utiliza para o abastecimento as bombas eletrônicas, o que permite maior precisão no abastecimento (FIG. 9);



Figura 9: Bomba de Abastecimento

Fonte: Própia

f) Todo o perímetro das atividades do posto é cercado por canaletas, desde a área dos tanques até a pista de abastecimento. Sendo estas canaletas interligadas a caixa separadora de água e óleo servindo para a condução dos efluentes líquidos, gerados pela atividade, para a caixa separadora, onde receberão tratamento (FIG.10).



Figura 10: Canaletas Fonte: Própia

No estabelecimento em estudo não conseguimos visualizar práticas e procedimentos adotados no decorrer das atividades diárias que se relacionam com a proteção e preservação do meio ambiente, visto que encontramos lixo acumulado em vários pontos, um deles nas canaletas, impedindo assim o seu funcionamento; não dispõe de

destinação correta dos resíduos gerados nas atividades, o mesmo é realizado pela coleta de lixo urbana municipal.

O posto dispõe de um lava jato, mas o mesmo está sem funcionar por não atender as normas do licenciamento.

É realizado um treinamento anual com os funcionários do posto com vistas aos corretos procedimentos para o desenvolvimento das atividades.

Quanto o que determina a Resolução nº 273/2000 do CONAMA, foram realizados todos os estudos pertinentes à localização das instalações antes do início da construção delas.

O que preocupa e chama a atenção é o fato de que o fator determinante para a liberação das licenças, não é o parecer técnico registrado nos laudos de vistoria, e sim a falta de alguma documentação (que é exigida de forma padrão) para tal liberação, tendo como exemplo, a certidão de código de postura junto a prefeitura, comprovante do pagamento da taxa (específico a cada licença e atividade), certificado de bombeiros, visto que não são exigências sem importância, mas que não deveriam ser tratadas como imprescindíveis e finalizadas para um parecer favorável, e sim condicionantes atribuíveis como complemento junto ao relatório de vistoria, que de fato deve ser o responsável pela caracterização das atividades realizadas pelo empreendimento, e responsabilidade ambiental destacadas e comprovadas. Laudos de vistoria constam apenas em confirmação de endereço, das atividades realizadas, número de bombas ativas (não são citadas nem mesmo as condições que se encontram), que a coleta de lixo sólido é realizada pelos serviços da prefeitura municipal, não há destaque da classificação destes resíduos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer deste estudo foi observado que o posto de combustível estudado desenvolve as atividades de armazenamento de combustível, abastecimento e loja de conveniência. Tais atividades mantêm relações diretas e intensas com o meio ambiente, através do contato com o solo, a água e o ar, podendo causar prejuízos diretos e indiretos ao meio ambiente e à saúde humana. Dessa maneira, foi identificado que o estabelecimento interage com o meio ambiente através do desenvolvimento dessas atividades, podendo, em caso de descuidos, vir a causar danos ambientais. Do trabalho de levantamento das medidas de gestão ambiental exigidas pela legislação vigente, como requisito para exercer a atividade de posto de combustível, foi constatado que o estabelecimento estudado vem adotando todas as medidas cabíveis, como: controle e detecção de vazamentos, tratamento dos efluentes líquidos, deixando a desejar no tocante a destinação final dos resíduos gerados nas atividades desenvolvidas pelo estabelecimento em estudo.

De uma maneira geral, é de fundamental importância um estudo mais aprofundado das questões ambientais no setor dos postos de combustíveis, tendo em vista que, suas atividades geram impactos nocivos ao meio ambiente e à população. É importante também que os órgãos ambientais fiscalizem e atuem com maior rigidez, não só os postos de serviços, mas todas as instituições cujas atividades geram impactos ambientais. Diagnosticar as interferências diretas ou indiretas, causadas pelos postos distribuidores no meio ambiente urbano constitui um importante passo para o estabelecimento de medidas preventivas e corretivas que venham a ser aplicadas num futuro próximo.

A adequação ambiental em postos de combustíveis, deve partir prioritariamente através da vistoria técnica do órgão competente, trazendo exigências que visem preservação

do meio ambiente, e tudo que o cerca, e também para evitar danos e prejuízos. Desta forma, estaremos cumprindo com funções integradas, que irão refletir nas ações de empreendimentos, relacionados ao meio ambiente, ao caráter social, direcionado para uma gestão ambiental, responsável e eficaz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Casa Civil. Subchefia para assuntos jurídicos. **Lei nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981**. Disponível em: <
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm> acesso em 03 Mar.2016

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Casa Civil. Subchefia para assuntos jurídicos. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm > acesso em 03 Mar.2016

BRASIL. **Cartilha de licenciamento ambiental**. Tribunal de Contas da União; com colaboração do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. – 2. ed. -- Brasília : TCU, 4ª Secretaria de Controle Externo, 2007.

BRASIL. **Lei Complementar n.º 140, de 8 de dezembro de 2011**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9/12/2011. Disponível <
http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/LEIS/LCP/Lcp140.htm> . Acesso em: 01 Mar. 2016

_____.**Resolução CONAMA n.º 237, de 19 de dezembro de 1997**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22/12/1997. Disponível em <
<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237> > Acesso em 01 Mar. 2016

_____.**RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html> > Acesso em 05 Mar. 2016

MAIA, Alexandre Aguiar. **Legislação ambiental do estado do Ceará**. Fortaleza : Fundação Konrad Adenauer, 2007. 504 p

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente < <http://www.mma.gov.br/conama>>

SANTOS. R. J. S dos. **A GESTÃO AMBIENTAL EM POSTO REVENDEDOR DE COMBUSTÍVEIS COMO INSTRUMENTO DE PREVENÇÃO DE PASSIVOS AMBIENTAIS**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro. 2005

NAGAMATSU, F. A. et al. **Responsabilidade Ambiental em Postos de Combustíveis**. V Siar& III SIACC Pereira Barreto, SP. Brasil 25 a 27 de Outubro de 2006.

LORENZETT, Daniel Benitti; ROSSATO, Marivane Vestena. **A gestão de resíduos em postos de abastecimento de combustíveis**. Revista Gestão Industrial, v. 6, n. 2, p. 110-125. Ponta Grossa, PR.2010. Disponível em: <
<http://www.pg.utfpr.edu.br/depog/periodicos/index.php/revistagi/article/view/598/479>>. Acesso em: 30 de Mar. 2016

Procedimento Metodológico para Caracterização de Regiões Geradoras de Resíduo com Reciclabilidade

Methodological Procedure for Characterization of Regions Generating Residues with Recyclability

Vinícius Correia de Souza Silva, Eduardo Antônio Licco

Centro Universitário Senac - SENACSP

Departamento de Sustentabilidade - Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária

correiavi@hotmail.com, eduardo.alicco@sp.senac.br

Resumo. A geração de resíduos sólidos tem sido uma questão bastante discutida, principalmente nas esferas dos poderes públicos municipais. Partindo do princípio que o objetivo maior do gerenciamento de resíduos de um município seja extrapolar a simples destinação final e for além, visando sua recuperação e valorização, então, faz-se essencial o pleno entendimento sobre sua geração a fim de que possa ocorrer uma gestão de maneira eficiente e sustentável. Dentro desse contexto, o presente trabalho pretende desenvolver um Procedimento para a caracterização das regiões geradoras de resíduo como ferramenta para gestão municipal e iniciativas privadas para reciclagem. O trabalho que segue se utiliza de um estudo de caso do levantamento gravimétrico realizado no município de Hortolândia – SP, onde os dados de gravimetria foram ferramenta essencial para a tomada de decisão para a gestão municipal de resíduos. O estudo gravimétrico realizado levou em consideração o IPVS como indicador de um perfil social que pudesse subsidiar com maior precisão um cenário de geração de resíduos o mais próximo possível da realidade.

Palavras-chave: Resíduos, Gerenciamento, Procedimento Metodológico.

Abstract. The generation of solid waste has been a much discussed issue, especially in the spheres of municipal public authorities. Assuming that the greatest objective of a municipal waste management is to extrapolate the simple final destination and goes beyond, aiming at its recovery and valorization, then, it is essential to fully understand its generation so that management can occur efficiently and sustainably. Within this context, the present work intends to develop a methodological procedure for the characterization of waste generating regions as a tool for municipal management and private initiatives for recycling. The work that follows is used a case study of the gravimetric survey carried out in the municipality of Hortolândia - SP, where the gravimetric data were an essential tool for decision making for municipal waste management. The gravimetric study carried out took IPVS into account as an indicator of a social profile that could more precisely subsidize a scenario of waste generation as close to reality as possible.

Key words: Waste, Management, Methodological Procedure.

**Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística
Edição Temática em Sustentabilidade**

Vol. 8 nº1 – Dezembro de 2018, São Paulo: Centro Universitário Senac

ISSN 2179-474X

Portal da revista: <http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/>

E-mail: revistaic@sp.senac.br

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-SemDerivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) 

1. Introdução

O crescimento contínuo na geração de resíduos tem se mostrado um grande desafio para gestores municipais, apresenta alto custo operacional e é uma questão fundamental para o desenvolvimento de um município visto que sua gestão inadequada pode trazer sérios danos ambientais e à saúde pública (LOZANO, 2012).

É importante, em um processo de construção do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos (PGRS), pesquisar mudanças de hábitos e de comportamento da sociedade, para que se possa acompanhar *pari passu* o desenvolvimento socioeconômico dos moradores de cada uma das regiões urbanizadas dos municípios. Um estudo para esse fim deve buscar um diálogo estratégico a fim de que se possa chegar ao final da pesquisa com um documento que espelhe uma realidade mais próxima possível do cotidiano dos moradores e gestores públicos (SILVA FILHO, 2013)

Muito embora a caracterização dos resíduos constitua uma importante ferramenta de análise e apoio a futuras tomadas de decisões pelos agentes públicos, nem sempre o município dispõe de um diagnóstico local suficientemente correto para embasar suas políticas de saneamento.

Nesse contexto, não é incomum a realização de diagnósticos municipais que não retratam a realidade municipal pela adoção de dados secundários obtidos por outros municípios, ou pela falta de caracterização desses resíduos ou de uma relação entre a geração de resíduos *versus* informações socioeconômicas.

Apesar de um diagnóstico municipal sobre a geração de resíduos sólidos ser uma das exigências da PNRS para os PGRS's, não existe um padrão definido nas legislações em todas as suas esferas e nem um procedimento para a realização desse diagnóstico. Diante desse fato, os municípios acabam elaborando estudos muito simplificados (em alguns casos), o que possibilita a adoção de dados que não representam o cenário real do município objeto de estudo.

Em consequência disso, a tomada de decisão por parte de gestores públicos pode apresentar uma certa ineficiência operacional visto que essa ação não foi embasada na realidade local. Dessa forma, faz-se necessário a criação de um procedimento padrão que possa ser utilizado como uma ferramenta auxiliar a essa tomada de decisão.

Neste sentido, o presente estudo se baseou em uma abordagem diferenciada, com a utilização de indicadores sociais na análise dos resíduos dentro de um contexto municipal, sendo o método aplicado diferente do convencional (quarteamento)¹. O resultado esperado é a diferença entre uma análise gravimétrica feita por aproximação e extrapolação e uma análise feita de forma mais precisa, de modo que identifique o perfil do gerador e a característica do resíduo gerado.

Ao associar a análise da composição gravimétrica com faixas de vulnerabilidade, definidas pelo Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS), gera-se informações confiáveis que tem como base um perfil do gerador e sua localização geográfica, o que possibilita uma leitura mais precisa da realidade da geração de resíduos em diferentes pontos dentro do território municipal.

Dentre as abordagens desenvolvidas em um PGRS, uma delas é a prática da coleta seletiva para materiais recicláveis. O material reciclável pode ser definido como material

¹ O processo de quarteamento consiste na separação, em quatro partes, de uma mistura pré-homogeneizada, onde são tomadas duas partes opostas entre si e constitui-se uma nova amostra, descartando as partes restantes. As partes selecionadas são homogeneizadas novamente e o processo é repetido até que se atinja o volume desejado (ABNT, 2004).

que ainda possua mercado ou interesse de transformação industrial, inserindo-o novamente no mercado como matéria prima de outro produto. Porém o presente estudo fara uma abordagem diferenciada entre o resíduo reciclável e o resíduo com reciclabilidade.

Entende-se por resíduos com reciclabilidade aqueles resíduos com demanda de mercado e cujo conteúdo material ou energético pode ser viabilizado técnica e economicamente (LICCO, 2014).

Dessa forma, entre os resíduos recicláveis, eles podem ou não serem considerados com reciclabilidade. Em contrapartida, os resíduos que não são recicláveis são considerados rejeito. De acordo com a PNRS (2010), os rejeitos são resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade além da disposição final ambientalmente adequada.

2. Objetivo geral

Elaboração de procedimento metodológico para identificação e caracterização socioeconômica das regiões geradoras de resíduos com reciclabilidade como ferramenta para uma gestão municipal sustentável no que tange o gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos.

Objetivos Específicos

- Elaboração de uma matriz a partir da utilização das variáveis de: Valor agregado, quantidade de resíduos gerada, acessibilidade a esse resíduo, tecnologia e mercado de recicláveis. De modo que ela seja capaz de avaliar a reciclabilidade de determinado resíduo.
- Validação do procedimento metodológico proposto a partir de sua aplicação no município de Hortolândia, onde já existe um estudo gravimétrico levando em consideração características da região geradora.

3. Marcos conceituais

Diferenças sobre o Conceito de Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Existe um certo cuidado que deve ser tomado no contexto do planejamento e manejo dos RSU. Um desses cuidados é a diferenciação quanto aos conceitos de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. Para Lopes (2007), esses conceitos diferenciam-se, pois, a gestão aborda diretrizes para o direcionamento de ações, enquanto o gerenciamento são as etapas a serem executadas. Ou seja, o gerenciamento de resíduos sólidos faz parte da gestão de resíduos sólidos.

Já para Milanez (2002), a gestão dos resíduos sólidos tem relação com a tomada de decisão, interligando as opções disponíveis ao objeto gerenciado e comumente visando um horizonte de planejamento de longo prazo. Enquanto que para o gerenciamento, o autor menciona que essa palavra é frequentemente utilizada como sinônimo de gestão e que, provavelmente, isso se deve ao fato de ambas as palavras serem uma tradução aceitável para *solid waste management*.

Quanto as definições sobre os dois conceitos, estas são apresentadas no item 4.1 deste relatório de acordo com a Política Nacional de Resíduos sólidos.

Embasamento Legal para os Cenários de Geração de Resíduos

Existem diferentes cenários a serem observados no universo do gerenciamento dos RSU. A PNRS definiu diferentes planos de maneira que é abrangido temas com uma visão macro até visões mais específicas de acordo com o contexto local.

Desta forma, se constitui uma ferramenta essencial a utilização de diferentes níveis de planejamento em termos de planos de resíduos sólidos. Além do respeito a particularidades locais, eles podem ser utilizados por consórcios municipais ou até mesmo aplicado as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRH.

Dentre as características inerentes a todos esses planos, ainda segundo a PNRS, podemos citar a publicidade; controle social e; respeito ao princípio hierárquico de não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição ambientalmente adequada dos resíduos.

Também é importante que mesmo entre esses diferentes níveis de Planos de Gerenciamento de Resíduos, haja uma “conversa” entre os mesmos. São Planos que devem se complementar, por isso é fundamental a integração de suas informações para a obtenção de melhores resultados a nível da gestão pública.²

A partir dos tipos de planos apresentados, o estudo que segue é voltado aos Planos Municipais de Resíduos Sólidos.

Planos de gerenciamento de resíduos

Para Milanez (2002), a gestão de determinado sistema ocorre a partir da garantia de seu funcionamento, em conjunto com a busca de um melhor rendimento.

Ao aplicar o conceito de gestão no gerenciamento de resíduos sólidos, dá-se origem ao que é conhecido como “gerenciamento integrado de resíduos sólidos” e que agrega a responsabilidade de desenvolver programas conjuntos de gerenciamento onde deve-se diferenciar os resíduos que simplesmente não deveriam ser gerados (reduzir), os resíduos que devido as suas características físicas o tornam técnica e economicamente viáveis de serem reciclados, resíduos que podem ser compostados ou produzir energia e por fim aqueles que cabe apenas o descarte (SCHALL, 1992).

De acordo com o IPT (2010), o Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos pode ser definido como um conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento desenvolvido pela administração municipal, baseado em critérios sanitários, econômicos e ambientais para coletar, segregar, tratar e dispor os resíduos da cidade.

Já para o EPA (1990), o gerenciamento de resíduos sólidos consiste em práticas diversas de gestão de resíduos complementares umas às outras a fim de manusear de forma segura e efetiva os resíduos gerados no município, de maneira a causar o menor impacto possível sobre a saúde humana e ambiental.

Para McDougall *et al.* (2001), o primeiro objetivo de uma política de gerenciamento de resíduos sólidos, assim como o primeiro princípio da PNRS, deve ser a redução de resíduos gerados.

Entretanto, independente dos focos que tem sido empregados no gerenciamento de resíduos sólidos, é necessária atenção e cautela mediante a esta questão visto que o

² Comunicação pessoal com Ricardo Manoel Castro, 29º promotor de justiça de Guarulhos do Ministério Público do Estado de São Paulo. Entrevista concedida em: 08/05/2017.

gerenciamento inadequado pode favorecer o descarte irregular de resíduos o que pode contamina água, solo e ar; contribuir para a proliferação de doenças e vetores, além de outros efeitos negativos para o meio ambiente (LOZANO, 2012).

Outro princípio que pode ser aplicado no gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos e que pode ser facilmente relacionado as definições de gerenciamento anteriormente abordadas são os princípios da sustentabilidade.

Kubota (2017) define a sustentabilidade como uma busca em atender as necessidades das gerações atuais de maneira que não comprometa a as gerações futuras conseguirem atender suas necessidades. Ele ainda destaca que a sustentabilidade deve ser obtida a partir da mudança de hábitos de consumo e processos produtivos com menor impacto ambiental. Onde essa busca por menos impactos ambientais deve ocorrer a partir do princípio de prevenção³.

Já para Guimarães & Tomazello (2003) as ideias de sustentabilidade podem estar sujeitas a diferentes interpretações visto que estão orientadas por diferentes posições políticas e ideológicas e sua discussão se insere nos contextos de educação ambiental, ecologia, economia, política e ética.

No entanto, uma das definições bastante difundida no contexto de sustentabilidade é a busca por um processo harmonioso entre a exploração de recursos naturais, investimentos financeiros e as rotas de desenvolvimento tecnológico. Isso induz a uma responsabilidade comum no processo de mudança a partir do balanceamento entre a proteção ambiental aliada ao desenvolvimento social e econômico (CLARO, CLARO & AMÂNCIO, 2008).

Diagnostico de geração de resíduos sólidos aplicados a planos de gestão

Inevitavelmente, a sociedade continuará a produzir resíduos e a adoção de práticas de um gerenciamento adequado desses resíduos é fundamental para evitar efeitos negativos ao meio ambiente. Isso pode ser obtido a partir da aplicação do princípio de diminuição na geração desses resíduos, mas, principalmente, no desenvolvimento de um efetivo sistema de gerenciamento de RSU (MCDOUGALL, et al. 2001).

Para desenvolvimento desse sistema, o Brasil tem como referência a Lei 12.305/10 que dispõe sobre a PNRS, os Planos Estaduais de Resíduos Sólidos e os Planos Municipais de Resíduos Sólidos. Para a elaboração desses três Planos, definidos respectivamente pelos artigos 15, 16 e 18 da referida Lei, o primeiro item dentre o conteúdo mínimo a ser apresentado é um diagnóstico da situação atual de resíduos sólidos. Para os Planos Estaduais, esse diagnóstico deve ser acompanhado por uma identificação dos principais fluxos de resíduos no Estado e seus impactos socioeconômicos e ambientais. E, para os Planos Municipais, o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no respectivo território deve apresentar a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas.

A questão central a ser explorada no presente estudo é justamente sobre esse diagnóstico, definido como requisito para todos os Planos, mas em especial os Planos Municipais. A PNRS define que ele deve apresentar origem, volume, caracterização e

³ O Princípio da prevenção, segundo Antunes (2006) é utilizado para impactos ambientais já conhecidos, a fim de que, futuramente, possam ser identificados nexos de causalidade para determinação dos impactos futuros mais prováveis.

formas de destinação e disposição adotadas porém não define quais os métodos para elaboração desse diagnóstico que os municípios devem adotar.

De acordo com Bellingieri (2012), a complexidade das metas impostas pela PNRS, o que inclui a elaboração dos diagnósticos de geração de resíduos, impõe a necessidade da criação e manutenção de um sistema de informação afim de que se possam gerar os dados necessários ao conhecimento real da situação dos resíduos sólidos, retratando com clareza as suas diferenças regionais.

Esse sistema de informação implica que todos os municípios utilizariam um meio comum para levantamento desses dados, o que possibilitaria uma análise comparativa entre cada parâmetro analisado.

Nesse sentido, esse tipo de sistema, como ferramenta diagnóstica, é fundamental para o planejamento e avaliação da eficiência de sistemas de gerenciamento de resíduos.

Aliado a isso, a análise desse resíduo fornece subsídios e informações necessárias para uma avaliação mais precisa das potencialidades econômicas que esses resíduos podem apresentar (SÃO PAULO, 1998).

Todos esses fatores contribuiriam para a construção de um diagnóstico que subsidiaria informações para a adoção de um modelo de gestão e/ou gerenciamento onde, de acordo com Neto (2013), esse modelo ao ser adotado de maneira compatível com a realidade local se faz essencial para minimizar os impactos negativos gerados pelos resíduos sólidos sobre a saúde pública e meio ambiente.

Indicadores sociais relacionados a geração de resíduos sólidos

A geração de RSU nos municípios não pode ser analisada individualmente, mas sim analisada como um todo, ponderando-se todos os fatores que podem interferir para a queda ou aumento nessa geração.

Entre os fatores que podem interferir na geração de RSU, pode-se destacar alguns indicadores socioeconômicos da população ao qual o estudo se enquadra. Onde, por exemplo, o poder aquisitivo de determinada população lhes permite maior poder de compra e conseqüentemente maior o volume de resíduos a serem gerados.

A exemplo disso, Worrell & Vesilind (2012) apresentam um levantamento sobre a geração de resíduos nos Estados Unidos da América entre os anos de 1960 e 2008. A partir disso é possível observar um aumento constante na geração de resíduos até o ano de 2007, porém, em 2008, esse valor é 4,5 milhões de toneladas inferior ao ano anterior, o que, segundo os autores, é atribuído ao recuo na economia sofrido pelo país.

Dentro deste mesmo contexto, Campos (2012) afirma ainda que não apenas a geração, mas também a caracterização dos RSU estão relacionados ao desenvolvimento econômico de determinado país, ao poder aquisitivo e correspondente poder de consumo da população. A autora complementa ao mencionar que em grandes cidades e países mais ricos, os indicadores de geração de resíduos são mais elevados do que as famílias mais pobres, cidades pequenas e países em desenvolvimento.

Dessa forma, ao associar o poder aquisitivo de determinada população na geração de RSU, é necessário que um indicador econômico seja incorporado ao estudo. Que, no caso, não será considerado apenas um indicador econômico, mas sim um indicador socioeconômico que incorpore fatores como acesso a determinados serviços e que reforçariam a possibilidade de consumo da população.

Segundo Hoornweg (2000, *apud* CABRAL, s/d), a geração e composição dos RSU são, dentre outros fatores, determinadas em função das condições socioeconômicas da

população o que justificaria a seleção de fatores socioeconômicos e não apenas poder aquisitivo.

Indicadores quanto a reciclabilidade

De acordo com Licco⁴ (com. Pess. 2017), dentro do contexto dos resíduos sólidos urbanos, todos os resíduos possuem potencial para serem reciclados, porém isto não determina que há viabilidade para destinação de todos os resíduos para a reciclagem. Desta forma, existem vários fatores que devem ser considerados para a determinação sobre haver ou não reciclabilidade de determinados resíduos. Esses fatores são o valor agregado sobre esse resíduo no mercado; a quantidade em que esses resíduos pode ser encontrado e se essa quantidade, associada ao preço de mercado viabiliza a logística de transporte desse material; Se há facilidade no acesso a esse material, seja por condições físicas de estradas, coletores ou proximidade entre os geradores; Se existe ou não tecnologia disponível para a reciclagem desses resíduos e aproveitamento do mesmo como fonte de matéria prima em outros processos, e por fim, se existe alguma demanda regional dentro do mercado de recicláveis sobre os resíduos que estão sendo gerados na região de estudo.

A verificação sobre a reciclabilidade se faz uma ferramenta essencial para a melhoria na eficiência de modelos regionais de reciclagem. Já a reciclagem por sua vez, de acordo com Bechara (2013) tem papel fundamental na diminuição da pressão sobre a extração de recursos naturais para processos produtivos e também sobre a quantidade de resíduos sólidos encaminhados para disposição final. A autora destaca ainda a posição de ignorância atribuída a não reciclagem de resíduos visto o valor econômico dado ao resíduo passível de ser reciclado.

4. Metodologia

Realizados os estudos preliminares para o referencial teórico que dá suporte ao trabalho, os procedimentos estabelecidos para consecução dos objetivos propostos foram divididos em três etapas. São elas:

- Etapa 1: Identificação e caracterização socioeconômica das regiões geradoras de resíduos;
- Etapa 2: Verificação quanto a reciclabilidade do resíduo (a partir da elaboração de uma matriz composta pelas variáveis de Valor agregado, quantidade de resíduos gerada, acessibilidade a esse resíduo, tecnologia e mercado de recicláveis);
- Etapa 3: A partir da existência de resíduos com reciclabilidade nas regiões pesquisadas, pode-se determinar a adoção de uma ordem de prioridade no tratamento dos resíduos que apresentem maior reciclabilidade, priorizando as regiões classificadas como de maior vulnerabilidade social;
- Etapa 4: Validação do procedimento metodológico proposto a partir de sua aplicação em um município.

⁴ Eduardo Antônio Licco, professor doutor no Centro Universitário Senac Santo Amaro. Orientação realizada em 10/05/2017.

Identificação e caracterização socioeconômica das regiões geradoras de resíduos

É importante mencionar que a estruturação do estudo foi elaborada de modo que permita a localização geográfica de geração de determinado resíduo, sua caracterização qualitativa e quantitativa e abre campo para discussão sobre qual seria a melhor destinação para o que foi gerado a partir de um mercado local, classificando os resíduos como matéria prima ou rejeito.

Para a identificação e caracterização das regiões de geração de resíduos, foi proposto um procedimento padrão de modo que possa ser aplicado em qualquer município em que haja o interesse para esse tipo de estudo.

Dessa forma devem ser levantados os Grupos de Vulnerabilidade presentes no município, qual a amostragem necessária para determinado grupo, quais as características gravimétricas dos resíduos gerados em determinado grupo e o que fazer após tal caracterização.

As fases propostas no procedimento são detalhadas a seguir:

Grupos de Vulnerabilidade – GV:

Para a caracterização das informações de perfil socioeconômico dessa população, foi utilizado o conceito disponível pela ferramenta de Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS), proposto pelo Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE). A análise do Índice de Vulnerabilidade consiste em um modelo de avaliação da situação social e todo um sistema complexo envolvendo a qualidade de vida de determinada população como escolaridade, saúde, inserção no mercado de trabalho, acesso aos serviços prestados pelo estado entre outras informações.

O método utilizado para determinação desse índice consiste, segundo a Fundação SEADE (2010) na conceituação de dois pressupostos, sendo o primeiro a operacionalização do conceito de vulnerabilidade social proposto por KATZMAN (1999, apud SEADE, 2010), onde, a vulnerabilidade social de um indivíduo consiste na sua capacidade de controlar ou não as forças que possam afetar o seu bem-estar e aproveitamento das oportunidades dos serviços oferecidos pelo estado.

O segundo pressuposto é a consideração de que há um grande índice de segregação espacial presente em todas as regiões urbanas e essa segregação tem grande influência nos níveis de bem-estar em termos de estrutura, segurança e disponibilidade de espaços públicos.

Essa tipologia de classificação a partir de um conjunto de variáveis permite examinar as condições de vida de uma população de maneira que leve a construção de políticas públicas que identifiquem os fatores que possam levar a deterioração de uma comunidade e possibilita a definição de prioridades de atendimento aos grupos mais vulneráveis.

A divisão de um município a partir dos Grupos de Vulnerabilidade pode ser obtida através da plataforma⁵ utilizada pela fundação SEADE. Essa divisão já estaria subsidiando ao estudo informações populacionais, socioeconômicas e geográficas sobre determinada região de geração de resíduos.

⁵ Disponível em:

<http://indicesilp.al.sp.gov.br/view/index.php?selLoc=0&selTpLoc=2&prodCod=2>.

Partindo dessa compreensão pode-se entender que o estudo gravimétrico, estruturado com base em amostras coletadas especificamente por tipologia de setor de IPVS, oferece uma compreensão inovadora e muito precisa sobre geração de resíduos pela população.

Amostragem Significativa – AS:

Uma amostra consiste em um conjunto finito sobre determinada população, sendo obtida a partir da realização de uma amostragem. A amostragem, por sua vez, é uma forma de garantir a representatividade das amostras, de modo que todos os elementos de uma população tenham a mesma chance de serem escolhidos (CRESPO, 2002).

Partindo desse princípio, a amostragem significativa (AS) consiste na tomada de amostras de determinado GV.

Um mesmo GV pode estar presente em diferentes regiões no mesmo município, sendo considerado o universo amostral possível. Dessa forma, para cada GV, obtêm-se um universo amostral distinto.

A quantidade de amostras necessárias para representar esse universo pode ser obtida a partir da equação 1:

Equação 1: Amostragem

$$\frac{N_a}{N} = \frac{n_a}{n} \rightarrow n_a = \frac{n}{N} * N_a$$

Onde:

N = nº de unidades da população;

n = nº de unidades das amostras (geralmente correspondente a 10% da

população); N_a = nº de unidades do universo x; n_a = nº de amostras do universo x.

Gravimetria

Nessa fase do estudo, é realizada a gravimetria a partir das AS definidas. O processo de gravimetria consiste na separação dos resíduos, entre os resíduos apresentados no quadro 1.

Quadro 1: Separação por gravimetria.

Matéria Orgânica
Rejeito ⁶
Plástico
Papel
Vidro
Metal
Isopor
Tecidos
Outros ⁷

Fonte: Elaboração própria.

É importante mencionar que os resíduos em que consiste a separação apresentada no quadro 3 são um modelo base, pelo qual ainda pode sofrer alterações mediante a apresentação de um maior detalhamento por tipo de material de acordo com o mercado e as necessidades locais, por exemplo, o plástico pode ser subdividido entre PET, PEAD, PVC, PEBD, PP, PS, outros e assim por diante.

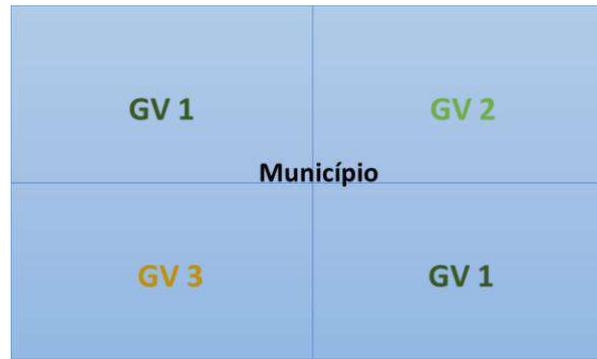
Similaridade de resíduos em um mesmo GV:

Após identificados os GV's do município, estabelecido a AS necessárias para garantir a confiabilidade dos dados, e realizado o processo de gravimetria, para os mesmos GV's do município, deve ser considerado que os resíduos tenham as mesmas características gravimétricas entre os GV's semelhantes como ilustrado na figura 1 e 2.

⁶ Em rejeitos, estão compreendidos todos os resíduos cuja as possibilidades de aproveitamento econômico tenham sido esgotadas, restando apenas o descarte.

⁷ Em outros, estão compreendidos todos os resíduos que não se enquadrem em nenhuma outra classificação.

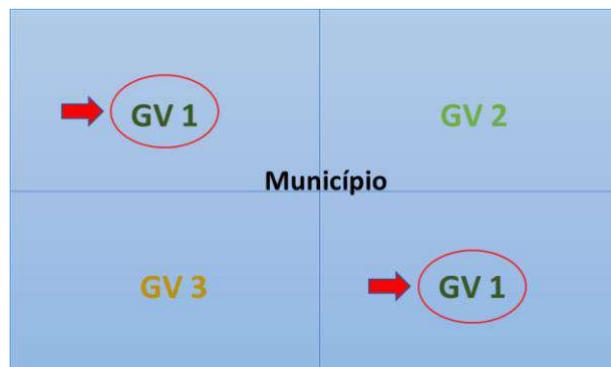
Figura 1: Representação de um município por Grupos de Vulnerabilidade.



Fonte: Elaboração própria.

No exemplo apresentado, o município fictício foi dividido em 3 GV's diferentes.

Figura 2: Seleção dos Grupos de Vulnerabilidade em um município.



Fonte: Elaboração própria.

A partir disso, devem ser identificados onde estão localizados os GV's semelhantes no mesmo município, como mostrado na figura 9, onde os resultados de gravimetria obtidos nesse grupo são replicados entre todos os GV's semelhantes para o mesmo município.

Elaboração de uma matriz a partir das variáveis propostas

A matriz elaborada como ferramenta para determinar a reciclabilidade de determinado resíduo foi baseada em dois eixos prioritários, a quantidade e a qualidade do resíduo.

Sobre a quantidade, devem ser verificados os custos incidentes sobre a coleta, transporte e armazenamento. E sobre a qualidade, devem ser verificados as tecnologias disponíveis para tratamento, custo desse tratamento e a demanda de mercado para o material recuperado.

O levantamento sobre todos os custos envolvidos no processo, além da verificação sobre a tecnologia de tratamento e demanda de mercado originariam um preço final para a recuperação de determinado resíduo que traria um retorno positivo ou negativo no conceito de reciclabilidade.

Ponderação das variáveis sobre a Matriz de Reciclabilidade

De acordo com experiências de trabalho e discussões acerca do assunto, cada variável utilizada na Matriz de Reciclabilidade terá um peso estabelecido de acordo com a sua relevância na definição quanto Reciclabilidade ou não de determinado resíduo. Nesse momento, a Reciclabilidade será representada pela letra R.

Os pesos também levam em consideração a interdependência desses fatores e, somados, podem corresponder até 1. Dessa forma, quanto mais próximo a 1, maior será a Reciclabilidade do resíduo.

Os campos correspondentes a cada variável devem ser preenchidos com 0, 1, 2 ou 3, onde:

0 = condição inexistente sobre o fator dessa variável;
1 = condição pouco favorável; 2 = condição moderada; 3 = condição atendida.

Quanto aos pesos das variáveis, foi utilizado:

Conteúdo material ou energético de interesse = 0,3;

Quantidade = 0,2;

Acesso = 0,2;

Demanda de mercado = 0,17.

Tecnologia Disponível = 0,13;

Ao completar a matriz, a soma dos valores poderá ser de 0 a 3. Diante disso, deve-se considerar que resíduos com valor 0 não tem nenhuma reciclabilidade e como destinação final, resta o aterramento.

Já para os valores de 1 a 3, estes devem ser analisados pelo núcleo de gestão ao qual o estudo é conduzido para se identificarem as melhores destinações para esses resíduos onde:

Para $0,1 \leq R \leq 1,5$, é considerada baixa reciclabilidade; Para $1,6 \leq R \leq 2,5$, é considerada reciclabilidade moderada; Para $2,6 \leq R \leq 3$, é considerada reciclabilidade alta.

Após aplicação das variáveis e, de acordo com seus respectivos pesos, os resíduos tabelados foram ranqueados de acordo com sua proximidade ao valor 3, sendo que 3 seriam os valores correspondentes ao topo da listagem, e, ocupando os valores subsequentes os resultados menores que 3, seguindo sequência numérica decrescente até o valor 0.

Ordem de prioridade quanto a ações de gerenciamento

É muito importante que todo o trabalho na área ambiental e de saneamento apresente uma preocupação quanto a sustentabilidade, trazendo benefícios econômicos, ambientais e sociais.

Dessa forma, foi estabelecida uma ordem de prioridade para o atendimento das regiões em que o estudo seja aplicado. Essa ordem é regida inicialmente pela classificação quanto a reciclabilidade do resíduo, o que garante um retorno econômico no processo de recuperação de materiais.

Após classificação sobre a reciclabilidade, a ordem segue a partir dos grupos de maior vulnerabilidade social, priorizando famílias que se encontrem em condições de vulnerabilidade e conseqüentemente, necessitam de maior atenção por meio da

iniciativa privada e da gestão pública para políticas que tragam melhores condições a aquela respectiva região.

Por fim, os ganhos ambientais ocorrem a partir do atendimento a todas as regiões atendidas por uma política de gestão de resíduos, independente da reciclabilidade ou grupo de vulnerabilidade.

5. Resultados e Discussões

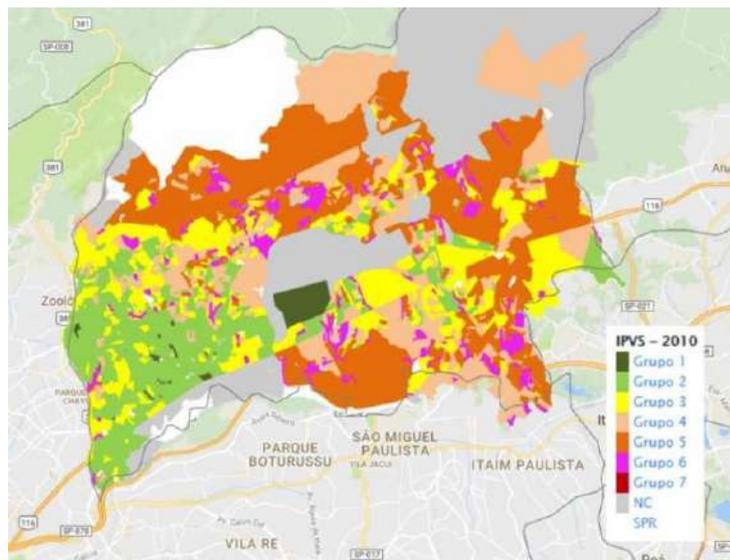
De acordo com a metodologia proposta, os resultados obtidos foram itemizados e apresentados de acordo com a ordem cronológica estabelecida.

Grupos de Vulnerabilidade – GV:

Após o levantamento quanto aos Grupos de Vulnerabilidade, a região de estudo apresenta áreas geograficamente representadas de acordo com uma classificação socioeconômica e número de habitantes por grupo.

Esta etapa do procedimento possibilita a visualização do município dividido geográfica e socioeconomicamente. A figura 3 é um exemplo de visualização para tal classificação, usando como base o município de Guarulhos, onde cada cor apresentada na figura corresponde a um Grupo de Vulnerabilidade.

Figura 3: Índice de vulnerabilidade no município de Guarulhos.



Fonte: IPVS, 2010.

A riqueza de indicadores utilizados na construção dos grupos permite assumir, com confiança, que todas as regiões dentro de um mesmo município, pertencentes a um mesmo GV, são similares do ponto de vista da geração de resíduos assemelhados em sua composição gravimétrica.

Além disso, essa classificação quantifica a população e os domicílios presentes em um GV, o que se faz essencial para a definição de uma amostragem significativa no momento de se realizar um estudo gravimétrico.

Amostragem Significativa – AS:

Esta etapa estabelece o número necessário de amostras para realização do estudo gravimétrico em cada grupo.

Portanto, assumindo hipoteticamente, uma população de 3.000 habitantes no grupo 2 de um município com população de 50.000 habitantes obtém-se:

$$n_a = \frac{5000}{50000} * 3000$$
$$n_a = 300$$

Ou seja, uma campanha de 300 amostras, correspondendo a uma geração de resíduos de 300 residências.

Gravimetria:

Esta fase de obtenção de resultados é caracterizada por apresentar o tipo de resíduo gerado por determinada população dentro de um GV.

O quadro 2 apresenta uma forma de disposição das porcentagens de cada tipo de resíduo obtido no processo de gravimetria frente as diversas vulnerabilidades.

Quadro 2: Modelo para resultados de tipo de resíduo por gravimetria x vulnerabilidade.

VULNERABILIDADE							
Tipo de Resíduo (%)	Baixíssima (G1)	Muito Baixa (G2)	Baixa (G3)	Média (G4)	Alta (G5)	Muito alta (G6)	Alta Rurais (G7)
Matéria Orgânica							
Plástico (independente de composição)							
Papel							
Papelão							
Vidro							
Metal (independente de composição)							
Isopor							
Tecidos							
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

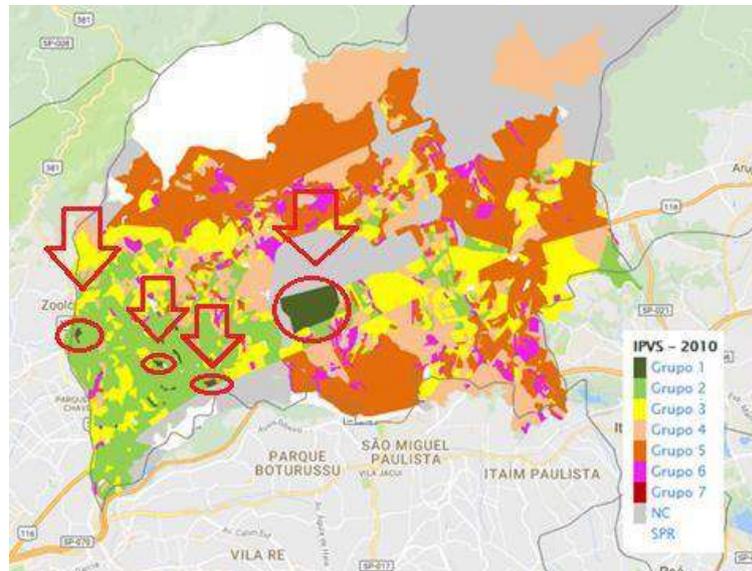
Fonte: Elaboração própria.

Similaridade de resíduos em um mesmo GV:

Em muitos municípios devido a diversos fatores e, principalmente, ao tamanho do próprio município, torna-se inviável a realização de uma gravimetria que contemple a população em sua totalidade. Desta forma, ao realizar uma amostragem significativa em um determinado GV, os resultados obtidos são extrapolados para todas as áreas do município que pertençam a este mesmo GV.

No exemplo apresentado pela figura 4 com base no GV 1, ao realizar a gravimetria em uma área pertencente a este grupo, assume-se que os resultados obtidos possam ser replicados para todas as outras áreas que façam parte deste mesmo grupo.

Figura 4: Determinação de gravimetria em grupos semelhantes.



Fonte: Adaptado IPVS.

É importante mencionar que a geração de resíduos sólidos não é necessariamente proporcional ao tamanho da área do GV identificado no mapa. Essa geração está relacionada a quantidade residências que se encontram presentes nesse GV e, por isso, o diagnóstico municipal deve levar em consideração as particularidades de cada município e quais os arranjos residenciais e de arruamento que configuram cada GV.

Elaboração da matriz de reciclabilidade a partir das variáveis propostas

Esta etapa consiste em uma planilha em Excel que, após o preenchimento das variáveis envolvidas, calcula a reciclabilidade do resíduo por meio dos pesos estabelecidos.

A planilha é apresentada na figura 5.

Condição:	
Condição inexistente	0
Pouco favorável	1
Moderada	2
Atendida	3
Pesos:	
Conteúdo material ou energético	0,3
Quantidade	0,2
Acesso	0,2
Tecnologia disponível	0,17
Mercado de recicláveis	0,13

Resíduos	Condição					Total	Reciclabilidade
	Cont. mat. Energ.	Quantidade	Acesso	Tecnologia Disp.	Mercado Reci.		
-							
Matéria Orgânica						0	
Plásticos						0	
Papel						0	
Vidros						0	
Metais						0	
Isopor						0	
Tecidos						0	

Figura 5: Planilha de reciclabilidade.

Para $0,1 \leq R \leq 1,5$, é considerada baixa reciclabilidade; Para $1,6 \leq R \leq 2,5$, é considerada reciclabilidade moderada; Para $2,6 \leq R \leq 3$, é considerada reciclabilidade alta.

Fonte: Elaboração própria.

Esse preenchimento pode ser feito por algum membro da gestão municipal ou ainda por uma empresa com interesses na área de reciclagem na região. Porém, as variáveis utilizadas exigem um conhecimento mínimo sobre o contexto dos resíduos sólidos no município em que o estudo seja aplicado.

Prioridade de atendimento

Por fim, após identificadas as áreas e a reciclabilidade dos seus resíduos, os responsáveis pela condução do estudo devem estabelecer uma ordem de prioridade de atendimento de acordo com os resultados obtidos em cada área. Entende-se "atendimento", do ponto de vista do empresariado como a instalação de empreendimentos no ramo de reciclagem e consequente geração de emprego e renda para a população residente no entorno. Do ponto de vista do município entende-se a criação de ações por meio de políticas públicas eficientes que levem maior desenvolvimento as suas distintas regiões.

Essa ordem é essencial para beneficiar as populações residentes em áreas de maior vulnerabilidade social, ao mesmo tempo em que garante um retorno ambiental e ao mercado de recicláveis a partir de um sistema de gestão de resíduos sólidos considerado sustentável.

A ordem de prioridade é apresentada no quadro 3.

Quadro 3: Ordem de prioridade para as regiões de atendimento em função da reciclabilidade dos resíduos e dos grupos de vulnerabilidade.

Ordem de Prioridade	Reciclabilidade	Grupo de Vulnerabilidade
1º	Reciclabilidade alta	7
2º		6
3º		5
4º		4
5º		3
6º		2
7º		1
8º	Reciclabilidade moderada	7
9º		6
10º		5
11º		4
12º		3
13º		2
14º		1
15º	Reciclabilidade baixa	7
16º		6
17º		5
18º		4
19º		3
20º		2
21º		1

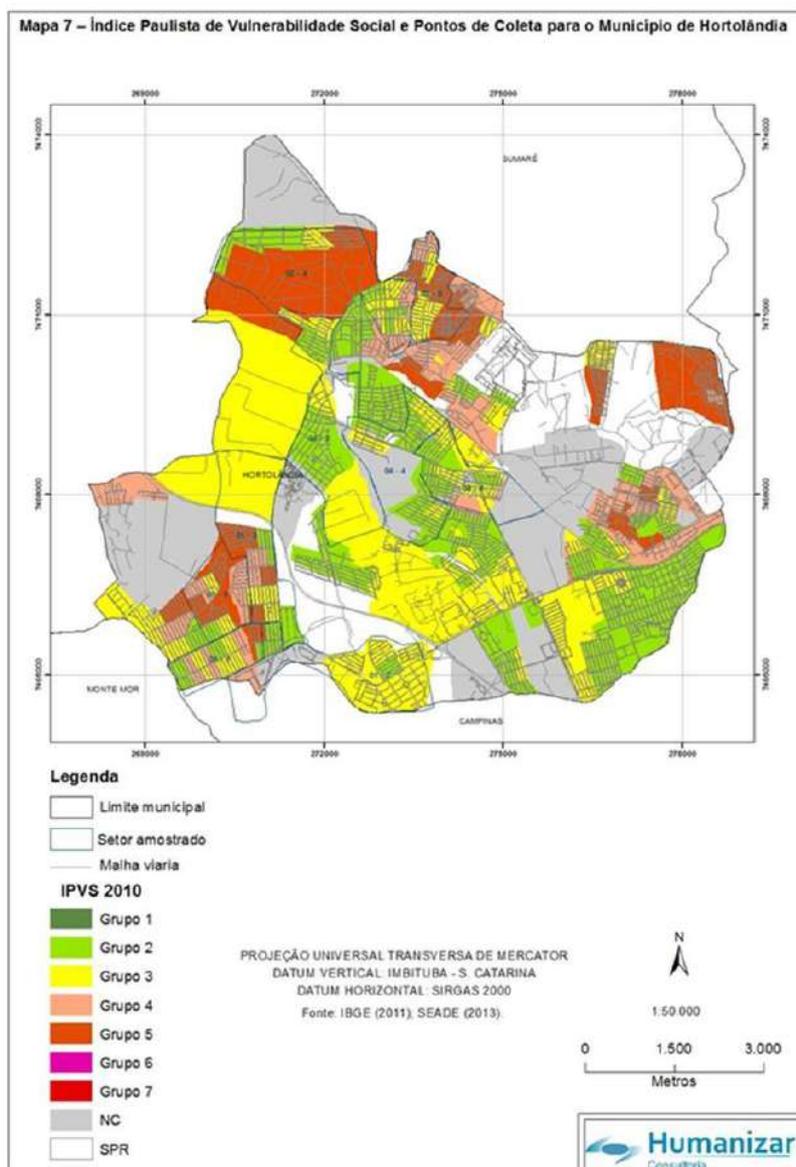
Fonte: Elaboração própria.

APLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO

Como forma de demonstrar a aplicabilidade do procedimento foi escolhido o município o município de Hortolândia – SP, situado na região metropolitana de Campinas. A escolha se justifica pelo fato de que o Plano Municipal de Saneamento Básico do município, na área de resíduos sólidos, foi realizado a partir de um estudo gravimétrico dividido por grupos de vulnerabilidade assim como sugerido pela proposta metodológica do presente estudo.

A partir dos dados obtidos e tendo todas as regiões definidas geograficamente, faz-se o mapeamento das regiões que apresentam Reciclabilidade para cada tipo de resíduo. A figura 6 representa esse mapeamento, a partir da adaptação de um mapa já utilizado no PMSB.

Figura 6: Representação da Reciclabilidade dos resíduos por GV para o município de Hortolândia.



Grupo 2	
Resíduos	Reciclabilidade
Matéria Orgânica	Moderada
Plásticos	Alta
Papel	Alta
Vidros	Baixa
Metais	Alta
Isopor	Baixa
Tecidos	Moderada

Grupo 3	
Resíduos	Reciclabilidade
Matéria Orgânica	Moderada
Plásticos	Alta
Papel	Alta
Vidros	Baixa
Metais	Alta
Isopor	Baixa
Tecidos	Moderada

Grupo 4	
Resíduos	Reciclabilidade
Matéria Orgânica	Moderada
Plásticos	Alta
Papel	Alta
Vidros	Baixa
Metais	Alta
Isopor	Baixa
Tecidos	Moderada

Grupo 5	
Resíduos	Reciclabilidade
Matéria Orgânica	Moderada
Plásticos	Alta
Papel	Alta
Vidros	Baixa
Metais	Moderada
Isopor	Baixa
Tecidos	Moderada

Fonte: Adaptado PMSB Hortolândia, 2015.

A figura 6 é um retrato de Hortolândia que torna possível uma tomada de decisão de maneira mais assertiva quanto a gestão de seus resíduos sólidos urbanos, pautando-se nas variáveis estabelecidas e favorecendo regiões que apresentem maior condição de vulnerabilidade social.

6. Considerações finais

Uma ação que facilitaria bastante a padronização entre sistemas de gestão municipal de resíduos, seria um sistema aberto que permitisse uma entrada de dados integrada entre municípios de uma mesma região. Isto poderia ocorrer a partir da observância de consórcios públicos intermunicipais ou ainda comitês de bacias hidrográficas. Porém essa temática se constitui em um possível desdobramento do estudo em questão onde necessitariam uma série de ações normativas e legais regulamentadoras.

Esses desdobramentos, apesar de permearem o campo do levantamento de novas oportunidades, também são essenciais para aprimoramento da metodologia apresentada que, ao ser analisada, apresenta pontos positivos e negativos.

Sobre os pontos negativos do estudo, notou-se que apesar do apontamento de regiões favoráveis a implementação de ações de reciclagem de resíduos, ainda há espaço para discussões sobre os pontos exatos (microrregiões) de iniciativa para essas ações. O ideal nesse caso seria pontos mais precisos em uma pequena região que pode ocorrer por meio de estudos complementares e de aprimoramento da técnica utilizada.

Por outro lado, entre os aspectos positivos, o método constitui uma inédita e poderosa ferramenta de planejamento de uso e ocupação do solo de interesse público e privado na área de reciclagem de resíduos.

Dentro das esferas de poder público, o método pode ser utilizado como auxiliador na tomada de decisão quanto a ações de gerenciamento de resíduo, onde, ao invés de decisões políticas, conveniências ou disponibilidade de espaços físicos, as decisões seriam pautadas por um estudo científico capaz de apontar, com segurança, áreas favoráveis para cada tipo de beneficiamento de resíduos, assegurando uma justificativa segura sobre a tomada de decisão e trazendo melhorias para todo o gerenciamento incluindo as etapas de coleta, transporte, destinação e disposição final.

Já no campo de interesse privado, atua como um apontador de áreas comprovadamente favoráveis a reciclagem de determinado resíduo; todos os tipos de resíduos podem ser aproveitados, porém com prioridade aos de maior reciclabilidade diminuindo os riscos envolvidos em um investimento inicial e, conseqüentemente, promove desenvolvimento, gera emprego e renda para a região.

O desenvolvimento ocorre a partir do surgimento de uma nova oportunidade de negócio com um risco de mercado diminuído e isso atrai o interesse da indústria e comércio que, ao se instalarem nas regiões, proporcionam maiores condições de desenvolvimento da região no campo de infraestrutura urbana. O interesse da indústria aumenta a demanda de profissionais na área e por conseqüência, fortalece a economia local.

Nesse momento pode ser discutido um benefício relacionado a sustentabilidade que está ligado ao conceito de reciclabilidade. Essa dinâmica da utilização da metodologia proposta é um caminho para o apontamento de regiões ótimas para a prática de ações voltadas a reciclagem de resíduos sólidos que de fato trará benefícios ambientais pela minimização de recursos desperdiçados em aterros ou destinações inapropriadas e todos os impactos decorrentes destas ações. Socialmente pode-se mencionar os benefícios advindos de maior infraestrutura urbana e geração de renda para uma região que, devido a ordem de prioridade de atendimento, se iniciara a partir das populações em condições de maior vulnerabilidade social. E economicamente pela devolução de recursos ao mercado, incluindo o corte de gastos desnecessários por investimentos ou políticas públicas de gerenciamento ineficientes.

É evidente que esta proposta é uma primeira aproximação a uma situação bastante complexa de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. Mas a sua evolução deve ocorrer a partir da aplicação do procedimento em diferentes municípios/regiões para adequação as diversas realidades presentes no país e enriquecimento das variáveis utilizadas.

Referências

- ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 10007 – **Amostragem de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, ABNT, 2004.
- ANTUNES, Bessa de Paulo. **Direito ambiental**. Rio de Janeiro (RJ). Editora Lumen Juris, 2006.
- BELLINGIERI, Henrique Paulo. **Sistema de informação sobre resíduos sólidos como instrumento de gestão**. In JARDIM, Arnaldo; YOSHIDA, Consuelo; FILHO, M. V. José. **Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Barueri, SP: Manole, 2012 (Coleção Ambiental).
- BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e da outras providencias. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em 10/03/2017.
- CABRAL, Eduardo, **Considerações sobre resíduos sólidos**. Apostilado aula de Gestão de Resíduos Sólidos. Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará (IFCE). Ceará – CE, s/d. Disponível em: < http://www.deecc.ufc.br/Download/Gestao_de_Residuos_Solidos_PGTGA/CONSIDERACOES_SOBRE_RESIDUOS_SOLIDOS.pdf>. Acesso em: 12/04/2017.
- CAMPOS, Tavares Kátia Heliana. **Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil**. Brasília – DF, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v17n2/a06v17n2.pdf>>. Acesso em 12/04/2017.
- CLARO, Oliveira de Borin Priscila; CLARO, Pimentel Danny; AMÂNCIO, Robson. **Entendendo o conceito de sustentabilidade nas organizações**. São Paulo (SP), 2005. Disponível em: < http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38846144/v4304289.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1490499815&Signature=MMPNsQ43IAd6mNmUJmbhwtJTR00%3D&response-contentdisposition=inline%3B%20filename%3DEntendendo_o_conceito_de_sustentabilidade.pdf> . Acesso em 26/03/2017.
- CRESPO, Arnot Antônio. **Estatística fácil**. – 17ed. São Paulo: Saraiva, 2002. ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY - EPA. **Sites for our solid waste: a guidebook for effective public involvement**. Washington. 1990.
- GUIMARÃES, Moreira Sendin Simone; TOMAZELLO, Carneiro Guiomar Maria. **Avaliação das ideias e atitudes relacionadas com sustentabilidade: metodologia e instrumentos**. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IV ENPEC). Bauru (SP), 2003.

HORTOLÂNDIA (Município). **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Secretaria de Meio Ambiente. Hortolândia - SP, 2015.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: IPT/Cempre. 2010. 278p.

LICCO, Antonio Eduardo. Qualidade ambiental e sustentabilidade, Apostilado curso em EAD. Gerenciamento de Risco – aula 1, Senac, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://senacsp.blackboard.com/webapps/portal/execute/tabs/tabAction?tab_t ab_group_id=_1_1> . Acesso em 23/11/2016.

LOPES, Adriana Antunes. **Estudo da gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos na bacia Tietê-Jacaré (UGRHI – 13)**. São Carlos (SP); 2007. [Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de São Carlos]. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-04032008125517/publico/TeseAdrianaAntunesLopes.pdf>>. Acesso em 20/07/2017.

LOZANO, Cubas Marisa. **Um olhar para a gestão de resíduos sólidos urbanos a partir de indicadores de sustentabilidade**. São Carlos (SP); 2012. [Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de São Carlos].

MCDUGALL, Forbes; WHITE, Peter; FRANKE, Marina; HINDLE, Peter.

Integrated solid waste management: A Life Cycle Inventory – 2 ed. Blackwell Science – UK, 2001.

MILANEZ, Bruno. **Resíduos sólidos e sustentabilidade: princípios, indicadores e instrumentos de ação**. São Carlos (SP); 2002. [Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de São Carlos].

MINISTÉRIO DE MEIO AMBIENTE - MMA. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Versão pós Audiências e Consulta Pública para Conselhos Nacionais, Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2012.

NETO, Nascimento Paulo. **Resíduos Sólidos Urbanos**. Perspectiva da Gestão Intermunicipal em Regiões Metropolitanas. São Paulo, 2013.

PREFEITURA DE HORTOLÂNDIA. Secretaria de Meio Ambiente e

Desenvolvimento Sustentável. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. São Paulo - SP, 2015.

São Paulo (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **A cidade e o lixo**. Secretaria de Meio Ambiente, CETESB. São Paulo: SMA: CETESB, 1998.

SCHALL, J. **Does the solid waste hierarchy make sense? A technical, economic and environmental justification for the priority of source reduction and recycling**. Working Paper #1. New Haven: School of Forestry and Environmental Studies, Yale University, 1992.

SEADE – FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. **Índice Paulista de Vulnerabilidade Social – 2010**. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.iprsipvs.seade.gov.br/view/pdf/ipvs/metodologia.pdf>>. Acesso em: 03/04/2017.

SILVA FILHO, C. R. **Gestão De Resíduos Sólidos. O Que Diz A Lei**. Trevisan, São Paulo, 2013.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2015**. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuossolidos/diagnostico-rs-2015>> . Acesso em: 27/07/2017.

WORRELL, A. William; VESILIND, Arne P. **Solid waste engineering**. 2ª ed. Stanford – USA, 2012.

Bambu, um material alternativo para trilhar caminhos conscientes e sustentáveis

Bamboo, an alternative material to tread conscious and sustainable paths

Juarez Ramos da Silva^{1, 2}, Greice Hellen de N. Barbalho¹

¹Universidade Santa Cecília - UNISANTA

Departamento de Exatas – Mestrado em Engenharia Mecânica

²Universidade Católica de Santos - UNISANTOS

Departamento de Exatas – Bacharelado em Engenharia Civil

{greiceengenharia@gmail.com , juarezramosdasilva@gmail.com}

Resumo. Habitação de baixo custo é uma constante problemática em vários países emergentes, sendo a moradia uma condição básica para o Homem. Mesmo com os grandes centros urbanos crescendo e modernizando-se, ainda sim os problemas sociais e habitacionais estão cada vez mais agravados. Sendo muito oneroso, utilizar o concreto como material construtivo primordial para essas residências, onde além do alto custo, existem também problemas ambientais ocasionados desde o processo de fabricação do cimento, que acabam poluindo o meio ambiente e são responsáveis por impactos ambientais relevantes e elevado consumo energético em seu processo de transformação e fabricação. Surge então como uma alternativa viável para minimizar essas problemáticas, o bambu. Sendo este um recurso renovável, plenamente disponível e com custo acessível. Então esse é o momento de materializar e construir com esse material simples e nobre, com grande potencial sustentável e contribuindo para a preservação do planeta Terra. O bambu não aspira substituir ou excluir os costumes e práticas construtivas atuais, mas se coloca como uma alternativa viável para aqueles que pretendem trilhar por caminhos mais conscientes e sustentáveis.

Palavras-chave: habitação, bambu, sustentável.

Abstract. Low-cost housing is a constant problem in several emerging countries, being a unique source for Man. The main building of modernization, modernism, still, the social problem and boomers are not aggravated. Being very costly, use concrete as primordial constructive material for these residences, where in addition the high cost, the same problems are caused by the cement manufacturing process, energetic in its process of transformation and manufacturing. It then emerges as a viable alternative to silence these problems, the bamboo. Being this a renewable resource, complete available and with affordable cost. What is the time to materialize and build with this simple and noble material, with great sustainable potential and contribution to the conservation of planet Earth. Bamboo does not aspire or exclude current customs and constructive practices, but it is as a viable alternative for those who wish to tread on more conscious and sustainable paths.

Keywords: housing, bamboo, sustainable.

**Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística
Edição Temática em Sustentabilidade**

Vol. 8 no 1 – Dezembro de 2018, São Paulo: Centro Universitário Senac
ISSN 2179-474X

Portal da revista: <http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/>
E-mail: revistaic@sp.senac.br

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-SemDerivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) 

1. Introdução

“As mudanças climáticas são a tela sobre a qual a história do século XXI será pintada” (LYNAS, 2008). Quem se previne com antecedência arma-se com antecedência, onde podemos raciocinar que o mal é menos mal se previsto, e o bem, é bem melhor se antecipado.

O concreto é um material muito empregado na construção civil, sendo este a resultante da mistura em quantidades dimensionadas, contendo agregados (areia e pedra), aglomerante (cimento) e água, onde em alguns casos para o aumento da resistência ou outras propriedades e características, pode-se acrescentar aditivos ou adições que modificam as características mecânicas e físicas.

A mistura do concreto é realizada por betoneiras eletromecânicas ou manualmente, no próprio canteiro, onde após a mistura, o concreto fresco precisa possuir plasticidade suficiente para o manuseio, transporte e lançamento em formas, contraindo assim resistência e coesão durante o tempo e processo de cura, devido às reações que acontecem entre água e aglomerante.

Dados da Nações Unidas (1995) apontam que a construção civil consome 40% de toda energia, extrai 30% dos materiais do meio natural, gera 25% dos resíduos sólidos, consome 25% da água e ocupa 12% das terras. Quanto às emissões atmosféricas, a construção civil responde por 1/3 do total de emissões de gases de efeito estufa, notadamente o CO₂. Com base na necessidade corroborativa para com a sustentabilidade da Terra, acaba sendo imprescindível a utilização de matérias que não comprometam o meio ambiente, e neste ponto o bambu pode ser uma possível saída para a preservação do planeta.

Sendo o bambu um recurso renovável, com crescimento rápido e possuindo as características necessárias para aplicação em obras e arquitetura, pois suas fibras possuem considerável resistência mecânica, suportando principalmente aos esforços de tração quando solicitadas em um sistema construtivo com papel estrutural, comprovadas em diversas pesquisas e estudos, que também apontam a viabilidade técnica, ambiental, social e econômica para o seu uso singular como material construtivo.

O bambu (taquara ou taquari) é muito utilizado desde longa data pelos índios nativos do Brasil, e com isso tornou-se um dos materiais mais antigos e populares empregados nas habitações, utensílios, armas e artesanatos. Porém, o uso e a aplicação do bambu se iniciou em meados do século XV, onde os colonizadores portugueses trouxeram a cultura de uso ao Brasil, porém o desenvolvimento dessa tecnologia própria, como material de qualidade construtiva somente ocorreu nas últimas três décadas, quando se iniciou a discussão mundial sobre a sustentabilidade. Na engenharia civil e arquitetura sua aplicação ocorreu a partir de 1987, porém de uma maneira tímida e discreta, onde passou a ser utilizado em variadas obras brasileiras.

A aplicação do bambu nas múltiplas áreas da engenharia, é uma alternativa para o desenvolvimento socioeconômico justo e equilibrado, pois esta gramínea sequestra dióxido de carbono (CO₂) e libera oxigênio (O₂) na atmosfera (Beraldo e Pereira, 2016. p.57), favorecendo a manutenção ambiental do planeta. Na construção civil o bambu pode ser aplicado parcial ou totalmente no lugar de materiais convencionais como o concreto, aço e madeira, visto que este possui grandes atributos de resistência e durabilidade, superando ou equivalendo-se aos materiais mais utilizados como o concreto, porém o bambu coopera com o meio ambiente ao contrário do concreto. Atualmente os países asiáticos são os maiores disseminadores da cultura de utilização

do bambu, com majestosos modelos de edificações vernaculares, usando o material em sua forma natural. Mas ultimamente, na América Latina, em países como a Costa Rica, Colômbia e Equador, possuem projetos e obras bem-sucedidos, desde edifícios de grande porte como hotéis, pavilhões de exposições, igrejas até residências populares com finalidade social.

Diante de tantas qualidades proporcionadas por uma planta, é de extrema importância que esta seja difundida em cenários acadêmicos, técnicos, sociais, culturais e políticos e principalmente nas Normas Brasileiras (NBRs da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas), onde a carência de uma Norma própria e específica, se faz necessário para amparo técnico e normativo, pois sua inexistência impede a evolução e aplicação desse material sustentável no Brasil. Portanto, se faz urgente um maior número de pesquisas e testes sistemáticos envolvendo o bambu, para enriquecimento prático, de forma a propor adaptações, melhorias e aprimoramento desta planta, que de acordo com Beraldo e Pereira (2016. p.103) possui milhares de usos catalogados para o bambu. Assim, esse artigo tem o objetivo de cooperar com a arquitetura e engenharia sustentável, difundindo e anunciando o bambu como um material que atua com responsabilidade socioambiental, que pode sim, mudar para melhor as práticas construtivas e auxiliar na preservação ambiental e mitigar o *stress* ambiental que passamos.

1. Surgimento do bambu e concreto

A espécie vegetal conhecida vulgarmente por bambu pertence à família das *Gramineae* e apresenta mais de mil espécies espalhadas pelo mundo, conforme explica Beraldo e Pereira (2016. p.88). A maioria das espécies encontra-se distribuída nos Continentes Asiático e Americano, sendo a Ásia o maior centro de biodiversidade do bambu e a América do Sul a detentora da maior floresta de bambus.

Recentemente foram introduzidos no Brasil os gêneros *Sasa* e *Phyllostachys*, trazidos por imigrantes asiáticos. Ambos são bambus de crescimento alastrante, ou seja, se alastram por entre a área plantada, sendo o *Phyllostachys pubescens*, popularmente conhecido como Mosô, a fonte de renda para construtores em bambu, visto que seu uso é muito empregado na construção civil, devido sua grande resistência.

O concreto contemporâneo empregado na construção de distintos tipos de estrutura, é produto do trabalho de inúmeros homens, que no decurso de milhares de anos analisaram a natureza e se aprimoraram por melhorares técnicas, formas estruturais, materiais e teorias. O concreto, marca digital da Humanidade nos séculos XX e XXI é a tentativa de criar a "rocha artificial", com as vantagens de plasticidade e flexibilidade de moldagem ao nosso bel prazer, aliados a resistência e durabilidade e custos acessíveis. Todavia, há o viés ambiental, não atendido por esse material.

2. Comparativo do gasto energético para produção do bambu e concreto

Na Terra, a biografia do movimento sustentável está intrinsecamente associada à produção industrial e seus impactos ao meio ambiente e à saúde humana. Parte do trabalho da construção institucional em torno do meio ambiente foi permeada por questões decorrentes como poluição, degradação, gasto energético e entre outros.

Com base nesses fatores a inclusão do bambu no meio construtivo, colabora para com os aspectos de consumo energético, pois para sua produção o gasto energético é praticamente nulo ao se comparar com materiais convencionais como o concreto.

Em 1992, o Professor Ghavami, realizou um estudo comparativo de gasto energético do bambu com as matérias-primas mais utilizadas na engenharia civil, onde o resultado comprova a eficiência energética ao se trabalhar com essa planta como material construtivo.

O experimento foi realizado através da prerrogativa da energia consumida em Mega Joule (MJ), para a produção de 1 m³ de unidade de tensão do: aço, bambu, concreto e madeira. Analisando os dados do autor, o concreto gasta 8 vezes mais energia que o bambu, se comparar com o aço esse valor passa a ser 50 vezes maior, para uma melhor visualização e com embasamento nos valores alcançados pelo autor citado, ilustrou-se a Figura 1.

Figura 1. Comparativo de gasto energético.



Fonte: Autores, 2018.

Em vista da economia de energia apresentada na produção do bambu, tem-se a sucinta análise de que as suas aplicações em obras minimizariam os gastos energéticos, tornando assim uma possível alternativa para as crises energéticas que o Brasil tem enfrentando sucessivamente nas últimas décadas. Com essa qualidade e vantagem competitiva, o grau de viabilidade econômica e ambiental aumentam, quando comparado aos materiais mais utilizados nos projetos de arquitetura e engenharia civil.

3. Materiais e métodos para confecção dos CPs de bambu e concreto

Para os ensaios nos Corpos de Prova, foram confeccionados 4 CPs de forma cilíndrica (aproximada) de bambu e mais 4 CPs cilíndricos de concreto. Para posteriormente realizar os ensaios de cargas axiais centradas e distribuídas nos corpos de provas.

Confecção dos Corpos de Prova de concreto: Utilizou-se 3 kg de cimento CII F32, 9,5 kg de pedrisco de 4,8 mm a 9,5 mm e 3,5 kg de areia seca e 4,5 litros de água. Para misturar o material utilizou-se uma betoneira elétrica Zanooni série 03 modelo 120. Conforme a Figura 2 demonstra.

Figura 1. Separação dos materiais para confecção do concreto.



Fonte: AUTORES, 2018.

Para iniciar o processo de montagem dos corpos de prova do concreto é importante seguir as premissas da NBR 5738 - Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos ou prismáticos de concreto - Método de ensaio, a NBR 67:1998 - *Slump Test* ou Teste de abatimento e a NBR 5738:2015 - Concreto procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.

Para a determinação da consistência da massa do concreto é realizado o *Slump Test* em que é medido o fluxo, ou seja, a mobilidade da massa do concreto (fluidez, não resistência), o *Slump* é a medida do seu "abatimento" ou achatamento realizado no ensaio, conforme a Figura 3.

Figura 3. *Slump Test*.



Fonte: AUTORES, 2018.

Posteriormente aplicou-se óleo mineral internamente nas formas cilíndricas de 20x10 cm, para que os CPs pudessem ser desformados sem comprometer o concreto (evitar agarramento lateral).

Durante todo o processo de montagem dos CPs, utilizou-se com base a NBR 5738 de 2015 - Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos ou prismáticos de concreto - Método de ensaio.

Após 24 horas desformou-se os corpos de prova, retirando-os da forma e colocando-os em uma câmara úmida, para a cura do concreto ao longo de 28 dias, consoante com a NBR 9479 de 1993 - Câmaras úmidas para cura de corpos-de-prova de cimento e concreto - Especificação.

Confeção dos Corpos de Prova de bambu: Como não existe normatização no Brasil para os bambus, foi necessário usar como base a NBR 5738 de 2015 - Concreto procedimento para moldagem e cura de Corpos de Prova, que descreve que qualquer

CP cilíndrico deve possuir a altura com o dobro do diâmetro ($H = 2 \varnothing$), assim então ensaiou-se CPs com 20 cm de comprimento e diâmetro (\varnothing) de 10 cm.

O método utilizado foi cortar uma vara de bambu Mosô, aproveitando sua estrutura circular, para simular o CP cilíndrico. Após o corte esse bambu passou 14 dias imerso em 10 litros de água, para reduzir a quantidade de amido de milho no material. Posteriormente esses CPs de bambu ficaram mais 14 dias expostos à luz solar para ocorrer a secagem dos mesmos.

4. Ensaio de compressão do bambu x concreto

A resistência do concreto é realizada pela técnica do ensaio de compressão axial, que deve ser embasada pela NBR 5739 de 2007 - Concreto: Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos, para tanto aplicou-se a mesma norma para o bambu, reforçando que o mesmo não possui uma NBR da ABNT, por isso seguiu-se os mesmos ensaios do concreto, até mesmo para avaliar o comportamento de ambos naquele esforço por similaridade e equivalência do método.

Os ensaios de compressão são empregados quando se almeja avaliar o comportamento, de um material submetido a grandes e permanentes deformações na fase elástica, passando posteriormente à fase plástica com colapso do CP. Basicamente este ensaio consiste na aplicação de uma carga compressiva uniaxial, ou seja, uma força axial para dentro, que é disseminada de maneira uniformemente distribuída em toda seção transversal do Corpo de Prova ($Tensão = Força/Área$, em MPa).

Iniciou-se o rompimento após 28 dias de cura de ambos os CPs de bambu e concreto. Após os testes, tem-se os resultados abordados nas Figuras 4 e 5.

Figura 4. Ensaio de compressão no bambu e seus respectivos resultados em toneladas.



Fonte: AUTORES, 2018.

Figura 5. Ensaio de compressão no concreto e seus respectivos resultados em toneladas.



Fonte: AUTORES, 2018.

5. Análise dos resultados obtidos

Com os valores obtidos nos ensaios de compressão axial nos 8 CPs de bambu e de concreto, juntamente com os valores dos diâmetros das peças de bambu Mosô, foram obtidas as áreas, e com isso foi possível obter os valores em Mega Pascal (MPa) que é a unidade de medida padrão em ensaios científicos conforme as Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Resultados em MPa dos CPs com o material bambu. (AUTORES, 2018).

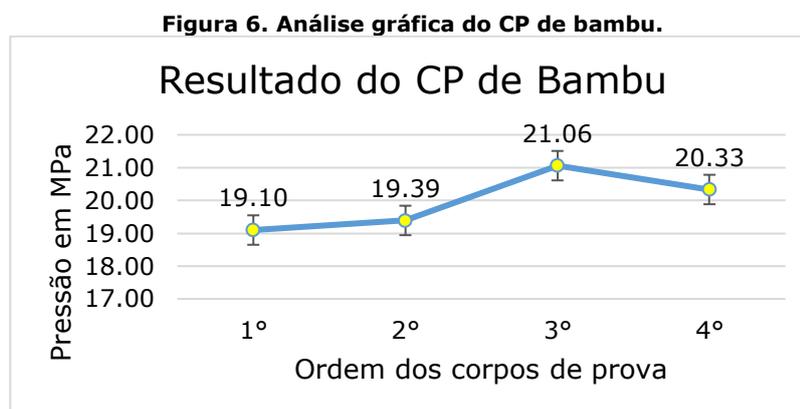
CORPO DE PROVA (CP) DE BAMBU							
(1 tf = 1000 Kgf)		(0,10 Kgf = 1 N)		(1 N/m ² = 1 Pa)		(10 ⁶ Pa = 1 MPa)	
Nº do corpo de prova	Força tf	Diâmetro cm	n*d ² / 4 Área cm ²	Conversões			
				Pressão tf/cm ²	Pressão em kgf/cm ²	Pressão N/m ²	Pressão em MPa
1º	15,00	10,0	78,54	0,19	190,99	19098548,51	19,10
2º	15,23	10,0	78,54	0,19	193,91	19391392,92	19,39
3º	16,54	10,0	78,54	0,21	210,59	21059332,82	21,06
4º	15,97	10,0	78,54	0,20	203,34	20333587,98	20,33

Tabela 2. Resultados em MPa dos CPs com o material bambu. (AUTORES, 2018).

CORPO DE PROVA (CP) DE CONCRETO							
(1 tf = 1000 Kgf)		(0,10 Kgf = 1 N)		(1 N/m ² = 1 Pa)		(10 ⁶ Pa = 1 MPa)	
Nº do corpo de prova	Força tf	Diâmetro cm	n*d ² / 4 Área cm ²	Conversões			
				Pressão tf/cm ²	Pressão em kgf/cm ²	Pressão N/m ²	Pressão em MPa
1º	10,38	8,5	56,75	0,18	182,91	18290748,90	18,29
2º	12,92	10,0	78,54	0,16	164,50	16450216,45	16,45
3º	13,82	10,0	78,54	0,18	175,96	17596129,36	17,60
4º	14,57	10,0	78,54	0,19	185,51	18551056,79	18,55

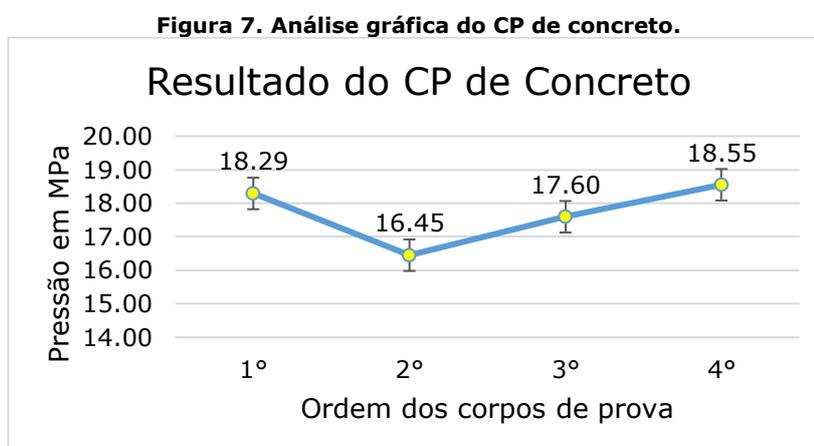
Analisando os resultados obtidos nos ensaios a curva média de tensão x deformação do corpo de prova de concreto situou-se na faixa de 17,72 MPa, enquanto que no bambu a faixa de rompimento situou-se em 19,97 MPa, ou seja, a uma diferença de 2,25 MPa do bambu para o concreto, demonstrando a eficiência mecânica.

Observando o gráfico da Figura 6, é possível verificar uma curva quase linear, onde os resultados não tiveram grandes diferenças entre si, variando do menor ao maior valor de pressão em 1,96 MPa.



Fonte: AUTORES, 2018.

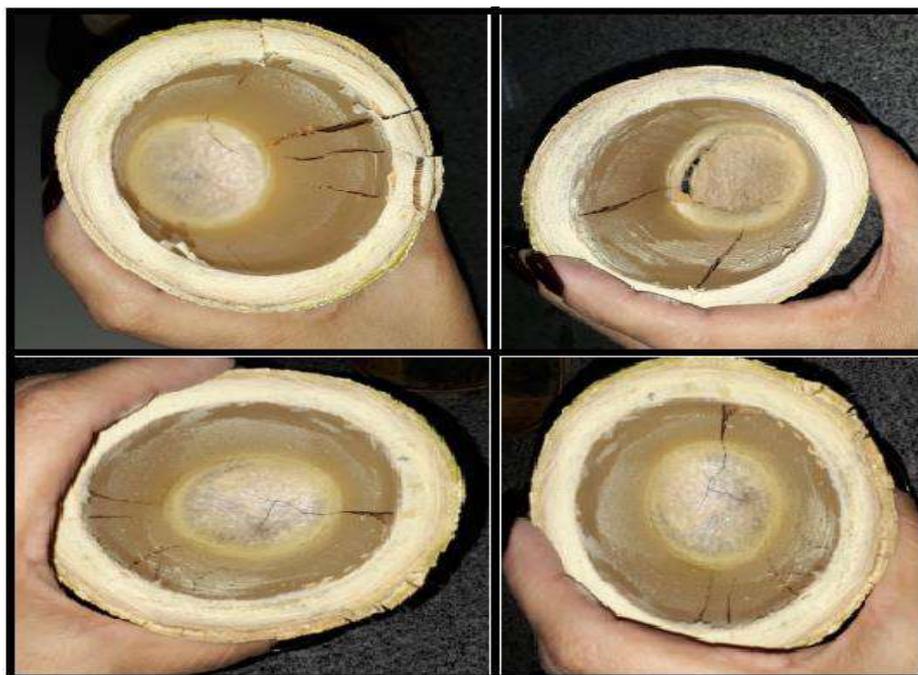
Observando o gráfico da Figura 7, é possível verificar uma curva não linear, onde os resultados tiveram grandes diferenças entre si, variando do menor ao maior valor de pressão em 2,10 MPa.



Fonte: AUTORES, 2018.

Após os ensaios de compressão axial, foi possível observar que durante o carregamento axial no bambu, os CPs não apresentaram redução de altura, em contrapartida houve a saturação das peças de bambu, em sua maioria nos colmos e nas paredes internas, nas quais é possível visualizar os pontos em que os CPs romperam na aplicação da maior carga axial, conforme a Figura 8 demonstra.

Figura 8. Rompimento do CP de bambu.



Fonte: AUTORES, 2018.

Após os ensaios de compressão, foi possível observar que durante o carregamento axial no concreto, os CPs apresentaram redução de altura, houve cisalhamento nas peças, que é possível visualizar nos pontos em que os CPs colapsaram e o momento de maior carga axial nos CPs, conforme a Figura 9 demonstra.

Figura 9. Rompimento do CP de concreto.



Fonte: AUTORES, 2018.

6. Conclusão

Compreendendo o peso e importância do setor da construção civil na economia (cerca de 6,2% do PIB Brasileiro – FIBRA, 2017), e a importância da diminuição do custo das obras, mantendo a qualidade esperada e sua parcela de contribuição na mitigação dos problemas ambientais, o bambu pode contribuir para esse tipo de construção sustentável.

Onde a resistência mecânica superou o concreto de 22,5 MPa, uma característica marcante é a minimização dos gastos com energia fato que colabora com a manutenção e preservação do planeta Terra.

O bambu possui ampla potencialidade arquitetônica e estética, além de ser um material renovável e muito versátil, qualidades que não se encontra no concreto, visto que o mesmo não é renovável.

Apesar de ser uma planta, contribui diretamente para a redução do consumo de madeiras nativas, que usualmente são aplicadas em estruturas de coberturas, pisos, escadas e entre outros.

O desempenho do bambu no âmbito ecológico, revela-se como um adequado recurso a ser aplicado pela Arquitetura e Engenharia brasileira.

Em suma pode-se considerar que o bambu possui resistências para ser empregado em todas as etapas da construção civil, bem como substituir o concreto em algumas aplicações, de forma parcial ou total, o que fará a obra mais sustentável e natural.

Nesse sentido, este artigo buscou apresentar o potencial construtivo do bambu, com a finalidade de demonstrar uma nova forma, dentre outras já existentes como o concreto, a fim de alcançar a mesma produtividade a partir de materiais de baixo impacto ambiental e pegada de carbono. Além disso, estimulando a construção arquitetônica mais consciente, com a intenção global de preservação de recursos energéticos e naturais, com foco na sustentabilidade e melhor qualidade de vida.

Referências

- ANDRADE, L. R. M. **Corretivos e fertilizantes para culturas perenes e semiperenes**. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, R. Cerrado: correção do solo e adubação. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 416 p.
- BERALDO, L.A. e PEREIRA, R.A.M. **BAMBU DE CORPO E ALMA**. Canal 6 Editora. Bauru-São Paulo, 2016. p.52 – 252.
- FIBRA, 2017: <https://www.sistemafibra.org.br/fibra/sala-de-imprensa/noticias/1315-construcao-civil-representa-6-2-do-pib-brasil>. Acesso em 30/10/2018.
- GHAVAMI, K. Bambu: **Um material alternativo na Engenharia**. In: Revista do Instituto de Engenharia. São Paulo: Engenho Editora Técnica, 1992, n.192, 13-27 p.
- GRAÇA, V. L. Bambu: **técnicas para o cultivo e suas aplicações**. 2. ed. São Paulo: Editora Ícone, 1988. p.123.
- LYNAS, Mark. **Seis Graus**: o aquecimento global e o que você pode fazer para evitar uma catástrofe. Jorge Zahar Editor. Rio de Janeiro, 2008.
- NAÇÕES UNIDAS. **Convenção sobre a Mudança do Clima. Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima. Unidade de Informações sobre Mudanças do Clima (PNUMA) (IUC), secretariado Permanente da Convenção**.

Ministério da Ciência e Tecnologia com apoio do Ministério das Relações exteriores da República Federativa do Brasil. 1995.

____NBR 5738:2015 - Concreto procedimento para moldagem e cura de Corpos de Prova.

____NBR 5738:2015 - Concreto procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Método de ensaio. Rio de Janeiro.

____NBR 67:1998 - *Slump Test* ou Teste de abatimento.

____NBR 5738:2015 - Concreto procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.

____NBR 9479 de 1993 - Câmaras úmidas para cura de corpos-de-prova de cimento e concreto – Especificação.

____NBR 5739 de 2007 - Concreto: Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.

SOUZA, B. E. **Estudo da viabilidade técnica para o cultivo de bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus*) em Planaltina** - Distrito Federal, 2010. 70 p. Dissertação (Engenharia Agrônoma) - UPIS – Faculdades Integradas Departamento de Agronomia.

VÉLEZ, S. **Grow Your Own House: Simón Vélez and Bamboo Architecture**. Vitra Design Museum. Rhein, Alemanha, 2000.