



**ABES** ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL



# **R B C I A M B**

Revista Brasileira de Ciências Ambientais  
Dezembro de 2015

Nº 38

ISSN Eletrônico 2176-9478

## Expediente

---

### Editora Geral

Maria do Carmo Martins Sobral

### Editor Executivo

Valdir Fernandes

### Editores Internacionais

Günter Gunkel – Alemanha

Jose Alfaro Joins - EUA

Manuela Moraes - Portugal

Oscar Parra - Chile

### Editores Nacionais

Francisco Suetônio Bastos Mota

Lúcia Xavier

Marco Aurélio da Silva Carvalho Filho

Mário Augusto Gonçalves Jardim

Maurício Dziedzic

Tadeu Fabrício Malheiros

### Conselho Editorial

Adriana Rosseto, Arlindo Philippi Jr, Asher Kiperstock, Carlos Alberto Cioce Sampaio, Cleverson Vitorio Andreoli, Eliza Maria Xavier Freire, Fabiano Toni, Jorge Tenório, Leandro Gonçalves Oliveira, Luiz Carlos Beduschi Filho, Marco Antonio Almeida de Souza, Maria de Lourdes Florencio, Miguel Mansur Aisse, Wanderley da Silva Paganini

### Coordenação

Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES

### Presidente Nacional da ABES

Dante Ragazzi Pauli

### Responsáveis

Allan Rodrigues

Soraia Fernandes

### Produção Editorial

Zeppelini Publisher

[www.zeppelini.com.br](http://www.zeppelini.com.br)

**Submissão de artigos, dúvidas e sugestões:** [rbciamb@abes-dn.org.br](mailto:rbciamb@abes-dn.org.br)



[Instruções para autores, clique aqui](#)

Esta é uma publicação em parceria com o Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável - ICTR [www.ictr.org.br](http://www.ictr.org.br)

# ÍNDICE

---

## 1 - EDITORIAL

Maria do Carmo Sobral - Valdir Fernandes

---

## 2 - TERCEIRIZAÇÃO DA DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: POLÍTICA PÚBLICA MUNICIPAL EM RIO AZUL, PR

Outsourcing of solid waste final disposal: municipal public policy in Rio Azul, PR

Marcel Diogo de Deus - Alessandro Lepchak - Paulo Sergio Bonato - Carlos Alberto Marçal Gonzaga

---

## 12 - DISTRIBUIÇÃO E BIOMASSA DE MACROALGAS ASSOCIADAS A TRONCOS E RAÍZES DE MANGUEZAIS NA BAÍA DE TODOS OS SANTOS, BA

Distribution and biomass of macroalgae associated with trunks and roots of mangroves in the Baía de Todos os Santos, BA

Taise Bomfim de Jesus - Willian Moura de Aguiar - Fabrício Tourinho Fontes Aleluia

---

## 21 - TRATAMENTO DE EFLUENTE DE INDÚSTRIA TÊXTIL POR REATOR BIOLÓGICO COM LEITO MÓVEL

Treatment of wastewater from the textile industry by moving bed biofilm reactor

Cassio Renato Soler - Claudia Regina Xavier

---

## 31 - COMPORTAMENTO ÓPTICO DE VIDROS E PELÍCULAS DE PROTEÇÃO SOLAR E SUA RELAÇÃO COM O CONFORTO AMBIENTAL

Optical behavior of glasses and sun protection films and their relationship with environmental comfort

Regis de Castro Ferreira - Elza Glauce Pereira da Silva Alves

---

## 46 - AVALIAÇÃO MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JOÃO LEITE UTILIZANDO IMAGENS LANDSAT-5

Multitemporal evaluation of use and land cover of João Leite Stream Watershed using Landsat-5 Images

Wellington Nunes de Oliveira - Nilson Clementino Ferreira

---

## 63 - ANÁLISE GLOBAL DAS CARACTERÍSTICAS DE FRAÇÕES DE RESÍDUOS URBANOS RESIDENCIAIS

Global analysis of the characteristics of urban residential waste fractions

Alexandre André Feil - Fernando Rosado Spilki - Dusan Schreiber

---

## 78 - CONHECIMENTO ECOLÓGICO LOCAL SOBRE O VEADO, *MAZAMA GOUAZOUBIRA* (G. FISCHER, 1814), POR MORADORES DO ENTORNO DE UMA ÁREA PROTEGIDA DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Local ecological knowledge about the gray brocket, *Mazama gouazoubira* (G. Fischer, 1814), by residents surrounding a protected area of the Brazilian semiarid

Kallyne Machado Bonifácio - Alexandre Schiavetti - Eliza

Maria Xavier Freire

---

## 95 - VARIAÇÃO HORÁRIA E SAZONAL DA RADIAÇÃO SOLAR INCIDIDA E REFLETIDA E SUAS RELAÇÕES COM VARIÁVEIS MICROMETEOROLÓGICAS NO PANTANAL NORTE MATO-GROSSENSE

Hourly and seasonal variation of incident and reflected solar radiation and their relations with micrometeorological variables in North Pantanal of Mato Grosso

Jonathan Willian Zangeski Novais - Luciana Sanches - Nadja Gomes Machado - Ludymilla Barboza da Silva - Aryadne Márcia Aquino - Thiago Rangel Rodrigues

---

## 108 - LEISHMANIOSE VISCERAL E ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS: RELATOS SOBRE A DOENÇA EM ÁREA PERIURBANA DA REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL (RN), BRASIL

Leishmaniasis visceral and environmental aspects: reports about the disease in area peri-urban of the Metropolitan Region of Natal, Rio Grande do Norte, Brazil

Maria de Lima Alves - Paulo Roberto Medeiros de Azevedo - Maria de Fátima Freire de Melo Ximenes

---

## 122 - ESTUDO SOBRE MANUSEIO DE EMBALAGENS CONTAMINADAS – TAMBORES METÁLICOS: UMA PRÁTICA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA

Study on the handling of contaminated packaging – metal drums: an Environmental Education practice in the industry

Andreia Borges Oliveira - Nelma Baldin

---

# Editorial

---

É com muita honra que apresentamos o último número como editores gerais da Revista Brasileira de Ciências Ambientais (RBCIAMB). Agradecemos pela confiança depositada em nosso trabalho e pelo constante apoio diante das dificuldades que uma revista deste porte enfrenta. Ressaltamos, acima de tudo, o aprendizado contínuo na construção de ideias e divulgação de resultados de pesquisas ligadas à temática ambiental sob diferentes perspectivas.

Um relevante passo foi dado quando, desde 2015, a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) assumiu a edição desta revista, ampliando a divulgação para um público mais abrangente, tanto na área acadêmica quanto nas instituições e nos órgãos que vêm atuando na área ambiental de forma multi e interdisciplinar.

Na oportunidade, temos o prazer de apresentar o Prof. Mauricio Dziedzic como novo Editor Geral da RBCIAMB, transferindo para ele a responsabilidade e o compromisso de manter a divulgação de artigos científicos de alta relevância, contribuindo para o fortalecimento de programas de pós-graduação da área de Ciências Ambientais.

Esperamos continuar contando com o valioso apoio de toda a comunidade científica ligada às questões ambientais, trazendo contribuições como autores, revisores e leitores da revista para a consolidação deste importante espaço de divulgação.

Cordiais saudações,

Prof. Maria do Carmo Sobral  
*Editora Geral da RBCIAMB*

Prof. Valdir Fernandes  
*Editor Executivo da RBCIAMB*

# TERCEIRIZAÇÃO DA DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: POLÍTICA PÚBLICA MUNICIPAL EM RIO AZUL, PR

OUTSOURCING OF SOLID WASTE FINAL DISPOSAL: MUNICIPAL PUBLIC POLICY IN RIO AZUL, PR

## *Marcel Diogo de Deus*

Universidade Estadual do Centro-Oeste  
(UNICENTRO-PR) – Irati (PR), Brasil.

## *Alessandro Lepchak*

Universidade Estadual do Centro-Oeste  
(UNICENTRO-PR) – Irati (PR), Brasil.

## *Paulo Sergio Bonato*

Universidade Estadual do Centro-Oeste  
(UNICENTRO-PR) – Irati (PR), Brasil.

## *Carlos Alberto*

## *Marçal Gonzaga*

Universidade Estadual do Centro-Oeste  
(UNICENTRO-PR) – Irati (PR), Brasil.

### **Endereço para correspondência:**

Carlos Alberto Marçal Gonzaga  
– Campus Irati – 84500-000 –  
Irati (PR), Brasil –  
E-mail: gonzaga@unicentro.br

## **RESUMO**

Este artigo resulta de pesquisa exploratória qualitativa sobre a gestão municipal de resíduos sólidos numa cidade que terceirizou para uma empresa privada a destinação final do material coletado. O objetivo foi analisar os impactos ambientais do transporte dos resíduos por trechos de Rodovias Federais e Estaduais, entre os municípios de Rio Azul (PR) e Mafra (SC). Buscou-se identificar como a municipalidade de Rio Azul (PR) se adaptou às novas exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal nº 12.305/2010. A pesquisa foi realizada como estudo de caso, por meio de análise documental, revisão bibliográfica e entrevistas com gestores públicos. Os resultados mostraram que a decisão emergencial adotada, enquanto não se viabiliza a construção consorciada de um novo aterro sanitário, atende às novas determinações legais e pode constituir-se em solução permanente se os custos de mantê-la não comprometerem o orçamento municipal.

**Palavras-chave:** transporte de resíduos sólidos; gestão de resíduos sólidos; Política Nacional de Resíduos Sólidos; política pública municipal; rodovias federais.

## **ABSTRACT**

This article resulted from an exploratory qualitative research on the public management of solid waste at a city that contracted a private waste disposal plant. The objective was to analyze the environmental impacts of the transportation of solid waste on Federal and State Highways, between the cities of Rio Azul (PR) and Mafra (SC). We sought to identify how the public administration of Rio Azul (PR) has been adapting to the new requirements imposed by the National Solid Waste Policy (PNRS), Federal Law 12.305/2010. The research was conducted as a case study, through documentary analysis, bibliographical review and interviews with public managers. The results showed that, while the construction of a new consortium landfill does not come through, the emergency taken decision complies with the new legal instructions and may become a permanent solution if the costs do not compromise the municipal budget.

**Keywords:** solid waste movement; solid waste management; Solid Waste National Policy; local public policy; federal highways.

## INTRODUÇÃO

O presente estudo investigou o desenvolvimento de políticas públicas municipais para a gestão e o transporte de resíduos sólidos ao longo das Rodovias Federais BR-153 e BR-280 e das Rodovias Estaduais PR-364 e SC-120, no trecho entre os municípios de Rio Azul (PR) e Mafra (SC), para que se proceda ao processamento final de tais resíduos por uma empresa privada de tratamento. O estudo foi realizado com foco no município de Rio Azul (PR), onde se buscou observar a aplicabilidade da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em especial sua destinação final, estabelecida pela Lei Federal nº 12.305/2010. O objetivo da pesquisa foi identificar possíveis danos que o transporte desse tipo de material possa causar ao meio ambiente e os riscos de impacto ambiental negativo no percurso do trajeto até a sua destinação final.

No âmbito municipal, a responsabilidade pelo manejo dos resíduos sólidos pertence à administração pública local, conforme implícito no artigo 30, inciso V, da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 2014). A Lei Federal nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010), que instituiu a PNRS, estabeleceu que o poder público, em cada uma de suas esferas, possui a responsabilidade e a obrigação de estabelecer metas e prazos para implantar um modo de tratamento de resíduos sólidos em conformidade com os desígnios da nova legislação. Pela PNRS, os sistemas de “lixão” deveriam ter sido substituídos por aterros sanitários até agosto 2014, bem como deveriam ter sido adotadas iniciativas para a redução gradual da quantidade de resíduos sólidos reutilizáveis ou recicláveis enviados para os aterros. O cumprimento dessa lei implicou que os governos municipais assumissem em seu planejamento uma nova forma de gestão e novas diretrizes, com o intuito de eliminar, minimizar e compensar os impactos socioambientais que a negligência e os erros de manejo dos resíduos sólidos vêm causando até os dias atuais. A grande produção de bens e serviços, exacerbada pela crescente demanda consumista da sociedade afluyente, gera resíduos sólidos tóxicos domiciliares, comerciais, industriais e hospitalares, entre outros, engendrando desafios cada vez mais complexos para a administração pública.

O governo do município de Rio Azul (PR) precisou planejar a construção consorciada de um novo aterro sanitário em conformidade com a PNRS, bem anteci-

padamente aos prazos estabelecidos para a vigência da nova lei, devido ao fato de estar impossibilitado, judicialmente, de utilizar sua velha instalação do sistema de “lixão”. A disposição final dos resíduos sólidos urbanos do município ocorria, desde 1999, no Aterro da Palmeirinha, que fora projetado para operar como aterro controlado. Com o fim da sua vida útil, o município apresentou às instituições públicas de controle e licenciamento ambiental e sanitário algumas áreas para a construção de um aterro sanitário. No entanto, devido a questões locais ou características físicas das áreas, nenhuma das opções foi aprovada pelos órgãos competentes. Enquanto os gestores buscavam uma alternativa viável, o Aterro da Palmeirinha continuou operando com a vida útil esgotada e, devido à falta de espaço, a disposição final dos resíduos passou a ocorrer desordenadamente, sem as devidas medidas de proteção do solo e prevenção de riscos ambientais. Esse cenário levou, em 2011, à interdição judicial do aterro existente e à determinação de remediar a área com a execução de um Plano de Gerenciamento de Área Degradada (PGAD), para o qual o município solicitou e recebeu R\$ 250.000,00 de repasse do governo federal.

O município de Rio Azul (PR), desde 2010, tem participado da articulação para a formação de um Consórcio Regional, mobilizado pela Associação dos Municípios do Centro Sul do Paraná (AMCESPAR), para a instalação de um aterro sanitário que atenda a vários municípios, conforme preconizado pela PNRS. A prevalência dos interesses específicos de cada município e os orçamentos limitados, não obstante, têm dificultado a concretização de um plano comum entre os municípios participantes. Enquanto não se resolvem os problemas político-administrativos para a viabilização de um consórcio regional e a construção do novo aterro sanitário, a administração pública municipal de Rio Azul (PR) optou por terceirizar a disposição final dos resíduos sólidos em instalação devidamente licenciada, por meio de contrato de prestação de serviço com uma empresa privada especializada em tratamento de lixo, localizada no município de Mafra (SC). O novo arranjo institucional demandou a adoção de novos procedimentos na gestão dos resíduos sólidos em Rio Azul (PR). Nesse arranjo, os resíduos sólidos coletados são encaminhados para uma estação de transbordo e

desta para a disposição final, via transporte rodoviário de aproximadamente 167 km.

Diante desse contexto, coloca-se o problema de pesquisa: a indagação sobre os riscos de impactos ambientais negativos decorrentes dos procedimentos de transbordo e transporte dos resíduos ao longo de rodovias federais com intenso tráfego de veículos.

## MATERIAL E MÉTODO

A pesquisa foi desenvolvida na forma de estudo de caso, com uma abordagem qualitativa. A metodologia utilizada, quanto ao seu objetivo, foi exploratória e descritiva. Quanto aos procedimentos, foram utilizadas investigação bibliográfica, análise documental, observação e entrevista.

Os documentos analisados foram os registros de diagnóstico da gestão de resíduos sólidos da Prefeitura Municipal de Rio Azul (PR) e a Lei Federal nº 12.305/2010. O levantamento de dados primários por meio de entrevistas não estruturadas foi feito com gestores municipais e com o gestor da empresa privada local que transporta os *containers* até a estação de tratamento em Mafra (SC). A observação *in loco* foi complementada com o registro fotográfico dos locais onde são realizadas as operações de recepção, armazenamento e transbordo dos resíduos sólidos.

O transporte rodoviário no Brasil é o modal mais utilizado e atende a aproximadamente 61,1% do total do escoamento da produção e abastecimento de bens de consumo em todo o país (CNT, 2014). Embora a manutenção da infraestrutura e o custo do frete sejam mais elevados, essa modalidade de transporte proporciona flexibilidade operacional, pois possibilita um serviço de porta a porta, com frequência e disponibilidade de serviço, e seu ponto forte se destaca na velocidade de movimentação intermunicipal. O modal rodoviário vem a ser mais adequado para o transporte de cargas em distâncias consideradas curtas, ou seja, para trajetos até 300 km (BOWERSOX & CLOSS, 2001; GONÇALVES & MARTINS, 2009).

O modal rodoviário tornou-se a principal via de escoamento de produção, desde a política de desenvolvimento econômico pós-Segunda Guerra Mundial, no período compreendido entre as décadas de 30 e 60 do século XX. Foi criado pelo presidente Juscelino Kubits-

A relevância da investigação se justifica, por um lado, devido ao novo marco regulatório que estabelece um ponto de inflexão na gestão dos resíduos sólidos no Brasil. Por outro lado, o país ainda carece de uma política rodoviária e um marco regulatório que deem conta dos novos desafios ambientais na gestão da infraestrutura do setor de transporte.

chek de Oliveira, que incentivou a produção, pois a seu ver, o país, apoiando-se somente na produção agrícola, gerara uma nação extremamente pobre. Sua política destinou-se a investir principalmente em rodovias, por se tratar de uma alternativa logisticamente rápida em relação aos demais modais, como ferroviário, pluvial e aéreo (SOUZA, 2006).

Segundo a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT, 2008), o Brasil possui mais de um milhão e setecentos mil quilômetros de estradas, incluindo federais, estaduais e municipais, o que proporciona mais acessibilidade e facilidade de utilização. Porém, percebe-se que a grande demanda de uso desse modal faz com que a deterioração das rodovias seja acelerada. Um estudo da Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2012) constatou que 78% das rodovias brasileiras possuem uma infraestrutura péssima, ruim ou deficiente, aumentando os riscos de acidentes e danos aos usuários e ao meio ambiente. No entanto, a manutenção da infraestrutura rodoviária também é a mais cara dentre os modais, porque tende a degradar-se mais rapidamente que os outros.

Dados coletados pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA, 2015) mostram uma tendência de crescimento superior a 5% ao ano no volume de resíduos sólidos gerados no Brasil. No ano de 2013, o montante estimado de resíduos domiciliares e públicos coletados no país foi de 167,4 mil t por dia, representando um acréscimo de 5,5% em relação ao ano anterior. Em 2014, o montante coletado cresceu mais 5,1%, avolumando-se em um total de 176,4 mil t por dia. Pertinente ao que foi citado, e tendo em vista um novo perfil de consumidores, em que a ascensão de classes e o aumento da renda, em especial no Brasil, são fatores que estimulam a aquisição e o consumo de novos bens e serviços, essa mudança de comportamento torna inevitável o aumento na quantidade de resíduos que

são gerados. Tal cenário vem impondo uma variação crescente na demanda por infraestrutura de manejo, transporte e tratamento final. Isso implica no escalonamento da utilização de rodovias, tanto no sentido de entrega de produtos como no sentido reverso para destinação de seus resíduos (COSTA JUNIOR; ASSAD; GODOY JUNIOR, 2012).

O manejo de resíduos sólidos é composto pelos serviços de coleta, limpeza pública e destinação final do material coletado. A execução de tais serviços, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), pode comprometer até 20,0% dos gastos de custeio do governo municipal, comprometendo recursos orçamentários importantes para o desenvolvimento local sustentável. Assim, tornou-se evidente a necessidade de que os municípios desenvolvam políticas públicas que venham a reparar os danos ambientais consolidados, bem como estabeleçam diretrizes e metas para prevenir e/ou reduzir os possíveis danos ambientais futuros resultantes do manejo de resíduos sólidos. Nesse sentido, a PNRS demarca diretrizes estratégicas quanto à gestão de resíduos sólidos, considerando tanto a perspectiva no âmbito federal quanto estadual e municipal. Na esfera municipal, a PNRS estabelece que os planos sejam mais detalhados, constando a identificação de áreas favoráveis para a disposição final ambientalmente adequada de rejeitos, assim como a identificação das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros municípios (BRASIL, 2010).

Segundo Souza (2006), não há uma definição única de política pública, conceituando-a como um campo dentro do estudo da política que analisa o governo sob a óptica de grandes questões públicas, a qual se

refere a um conjunto de ações que irão produzir efeitos específicos, somando-se a atividades que agem diretamente ou por meio de delegação, e que influenciam a vida do cidadão.

De acordo com Hofling (2001), política pública é o Estado implantando um projeto de governo, por intermédio de programas, de ações voltadas para setores específicos da sociedade. Políticas sociais, por sua vez, referem-se a ações que determinam o padrão de proteção social praticado pelo Estado, voltadas, em princípio, para a redistribuição dos benefícios sociais, visando à diminuição das desigualdades estruturais produzidas no processo de desenvolvimento socioeconômico da sociedade.

Uma das características da PNRS, observada por Jesus Neta (2011), é o reconhecimento de que os resíduos sólidos constituem-se em recursos ambientais, econômicos e sociais, devido à sua inerente potencialidade para a geração de valor, seja na sua reincorporação aos processos produtivos, seja na sua reutilização, bem como na criação de postos de trabalho para atividades de manejo. Por serem bens cujo proprietário-consumidor abriu mão da posse e propriedade, ao disponibilizá-los em espaço público, os resíduos sólidos convertem-se em bens públicos, a quem compete ao Estado tutelar. Por isso, a administração pública tem o dever de fiscalizar esse processo de geração de valor, a fim de impedir que pessoas sem qualificação apropriada venham a assumir a responsabilidade por sua destinação final. Isso significa que as instituições públicas precisam cumprir as funções de fiscalização, licenciamento e monitoramento da gestão dos resíduos sólidos em sua jurisdição.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Rio Azul, com território de 629,739 km<sup>2</sup>, está localizado na região centro-sul do Estado do Paraná, coordenadas de latitude 25°43'58" sul e longitude 50°47'45" oeste, a uma altitude de 925 m acima do nível do mar. Foi fundado em 14 de julho de 1918 e possui população estimada em 14 mil habitantes (PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO AZUL, 2013).

O município de Mafra (SC), com território de 1.404,034 km<sup>2</sup>, está localizado na região do planalto norte do estado de Santa Catarina, na fronteira com o

Paraná, coordenadas latitude 26°06'41" sul e longitude 49°48'19" oeste, a uma altitude de 793 m acima do nível do mar. Tornou-se cidade em 1917 e possui população estimada em 51 mil habitantes (PREFEITURA MUNICIPAL DE MAFRA, 2013).

Em 2011, por decisão judicial, o Município de Rio Azul (PR) teve de encerrar a utilização do aterro de lixo a céu aberto, que funcionava desde 1995. O local está com sua capacidade de uso esgotada, em avançado grau de degradação, com elevado nível de contami-

nação do subsolo, mau cheiro e outras características inapropriadas. A insalubridade evidente colocava em risco a integridade física e a saúde de quem trabalhava no local. Os gestores municipais se deparavam com o problema de ter de escolher uma nova área para novas instalações de um aterro sanitário, em conformidade com a Lei da nova PNRS. Várias áreas foram consideradas; no entanto, nenhuma delas foi aceita como apropriada pelas agências responsáveis pela fiscalização e pelo licenciamento ambiental e sanitário.

Correndo contra o tempo, ao mesmo tempo em que os gestores do município se viam às voltas com a possibilidade de ter a cidade sem escoamento dos resíduos sólidos, também precisavam levar a cabo a elaboração do Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos, exigido pela PNRS, para garantir acesso a financiamentos federais.

No âmbito da AMCESPAR desenrolavam-se reuniões e articulações com a finalidade de formar um consórcio intermunicipal que unisse as forças políticas de vários municípios com orçamentos magros para construir e controlar um aterro sanitário de uso comum. No entanto, a ideia teve a adesão de pouco mais da metade dos municípios da AMCESPAR e, após cinco anos de tentativas, nada se concretizou.

Nesse contexto, sem “lixão”, sem aterro sanitário, sem consórcio de municípios e sem prazo, o governo municipal de Rio Azul (PR) decidiu terceirizar, para uma empresa privada localizada a 167 km de distância, a disposição final dos resíduos sólidos recolhidos em sua jurisdição. A proposta recebeu uma avaliação técnica e econômica que foi aprovada. Ao fim de 2011, foi assinado e entrou em vigor o contrato de prestação de serviços com um empreendedor privado, que opera instalações para destinação final de resíduos sólidos no município de Mafra (SC).

Segundo levantamento parcial de dados para o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no território do município, o serviço de coleta dos resíduos sólidos não recicláveis é prestado para toda a área urbana do município (PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO AZUL, 2013). Esse serviço ocorre, conforme cronograma de coleta, de segunda-feira a sábado. Desde dezembro de 2011, a prefeitura realiza o controle de pesagem desses resíduos, tendo os seguintes resultados: no período de dezembro de 2011 a abril

de 2012, a média mensal foi de 20 coletas. O peso médio total foi de 62.584 kg, tendo um peso médio por coleta de 3.185 kg. Para a execução dos trabalhos, o número de pessoal fixo pertencente ao quadro de funcionários da prefeitura é três, sendo um motorista (caminhão coletor e compactador próprio do município) e dois ajudantes.

Quanto aos resíduos sólidos recicláveis, o serviço de coleta é realizado atualmente por empresa terceirizada. Para execução desses serviços, a empresa dispõe de dois funcionários, sendo um motorista e um ajudante. Após a coleta, os resíduos recicláveis são enviados para a Associação dos Catadores, onde os associados realizam a separação dos resíduos por tipo de material. Os resíduos classificados são, posteriormente, vendidos às empresas locais que atuam como intermediárias na cadeia comercial de reaproveitamento e reciclagem de resíduos.

O poder público local realiza um trabalho de conscientização para a população, apresentando as vantagens de se separar os resíduos orgânicos dos inorgânicos. A população da zona rural também é incentivada a separar seus resíduos, os avisos dos dias das coletas dos resíduos inorgânicos são informados por meio da rádio local.

Na Tabela 1, baseada em dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2014), são mostradas as quantidades de resíduos coletados no município de Rio Azul no período entre 2011 e 2013.

A Tabela 1 também apresenta a variação percentual ano a ano ( $\Delta\%$ ), que permite avaliar a evolução do crescimento na geração de resíduos pela população e do serviço de coleta. A variação percentual para o ano de 2011 não pode ser calculada porque o banco de dados do SNIS começou a ser alimentado com dados do município apenas a partir daquele ano, por isso não há dados anteriores disponíveis para comparar.

Os dados de 2011 referentes ao total coletado incluem a massa de 688,4 t de resíduos enviados ao aterro controlado da Palmeirinha naquele ano, antes de ser interdito, ainda que suas instalações estivessem transbordando de lixo (SNIS, 2014).

Verifica-se que o aumento na quantidade total de resíduos no período de um ano é bastante acentuado, de 7,8 e 14,7%, em 2012 e 2013, respectivamente.

**Tabela 1 – Quantidade de resíduos coletados em Rio Azul (PR) entre 2011 e 2013.**

Tipo de resíduo/ano	2011	2012	Δ%	2013	Δ%
Total de RDO e RPU coletados (t/ano)	1.043,4	1.131,6	7,8	1.326,0	14,7
RDO+RPU coletado <i>per capita</i> em relação à população total (kg/hab/dia)	0,20	0,22	10	0,25	12
RDO+RPU coletado <i>per capita</i> em relação à população atendida por serviços de coleta (kg/hab/dia)	0,57	0,61	6,6	0,69	11,6

RDO: RESÍDUO DOMICILIAR; RPU: RESÍDUO PÚBLICO.

Isso, em parte, se explica pela expansão territorial do serviço de coleta, mas a variação *per capita* de 6,6 e 11,6%, em 2012 e 2013, respectivamente, mostra que há uma tendência de crescimento da geração individual de resíduos.

Com relação a políticas públicas existentes no município de Rio Azul (PR) sobre coleta, tratamento, destinação e transporte de resíduos sólidos, a Secretaria de Meio Ambiente apresentou o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, elaborado conforme o conteúdo mínimo exigido por meio dos incisos I ao XIX do artigo 19 da Lei Federal nº 12.305/2010. Esse plano precisava ser apresentado até agosto de 2012, para que o município pudesse continuar a ter o direito de receber recursos do governo federal e foi elaborado com apoio técnico de consultoria privada, articulado pela AMCESPAR.

O modelo de gestão de resíduos sólidos institucionalizado pela PNRS vem sendo adotado no município de Rio Azul (PR) desde dezembro de 2011. Pressionados, por um lado, pela decisão judicial que impunha o encerramento compulsório das atividades do aterro sanitário não controlado (“lixão” a céu aberto) da Palmeirinha, que operava desde 1995, e, por outro lado, pela premência de cumprimento dos prazos estabelecidos pela Lei Federal nº 12.305/2010, os gestores municipais decidiram pelo bem do interesse público. A decisão foi amparada por estudos apontando que a alternativa de maior eficiência para diminuição de custos financeiros, otimização da preservação ambiental e cumprimento dos prazos legais seria a terceirização do serviço de destinação final dos rejeitos coletados no município.

O plano idealizado para a terceirização tinha de ser feito com uma empresa externa ao município, pois não

fora possível o licenciamento de uma nova área de aterro, e os resíduos deveriam ser transportados por via rodoviária até o destino final. Foi contratada uma empresa do município de Mafra (SC), com instalações devidamente licenciadas, localizadas a 167 km de distância. Para operacionalizar os procedimentos, foi necessária a construção de uma estação de transbordo, onde os resíduos ficam depositados até acumularem volume suficiente para a carga de transferência ao aterro sanitário.

A execução do contrato de terceirização se iniciou quando a empresa contratada pela prefeitura adquiriu um terreno na área rural do município de Rio Azul (PR) para instalar a estação de transbordo. Trata-se de um local estratégico para armazenamento dos rejeitos coletados. O espaço foi preparado para que os caminhões basculantes, ou caminhões compactadores de lixo domiciliar com dispositivo basculante, possam manobrar de maneira que os resíduos sejam depositados em uma única vez por carga. Esse procedimento é possibilitado por uma rampa de elevação que permite acesso superior dos veículos a um *container* utilizado como depósito temporário dos resíduos e permanece estacionado até completar sua carga total, que é de 25 t (Figura 1).

Durante o período de permanência dos resíduos no *container* há produção de chorume, que escorre para o seu exterior. No entanto, esse material tóxico não entra em contato com o solo do terreno, pois foi construída no local uma base de concreto com canalização de escoamento dos efluentes até uma cisterna, onde permanecem depositados aguardando o devido tratamento (ver Figuras 2 e 3). Quando a cisterna está cheia, seu conteúdo é bombeado para um caminhão-pipa da empresa prestadora dos serviços de tratamento dos

resíduos, que os transporta também para tratamento final em Mafra (SC).

O transporte dos rejeitos depositados no *container* da Estação de Transbordo de Rio Azul (PR) até o aterro sanitário em Mafra (SC) é realizado quando o volume está cheio. A periodicidade de transferência dos resíduos ocorre, em média, três vezes ao mês. Quando o enchimento do *container* se completa, o funcionário responsável pela estação de transbordo envia romanceio para a prefeitura, a qual aciona uma empresa local de transportes, para a qual foi terceirizado o serviço

de levar a carga de resíduos até seu destino final em Mafra (SC).

O trajeto entre Rio Azul (PR) e Mafra (SC), Figura 4, é realizado por trechos das Rodovias Federais BR-153 e BR-280, além de utilizar trechos das Rodovias Estaduais PR-364 e SC-120. O trecho da BR-153 utilizado, entre Rio Azul (PR) e Irati (PR), até o entroncamento com a PR-364 é estreito, sinuoso, sem acostamento e com pista de rodagem em que a manutenção ocorre, apenas, a cada dois ou três anos. Como é rodovia não pedagiada e encurta a distância entre o sul e o norte



FONTE: MARCEL D. DE DEUS (SET. 2013).

**Figura 1 – Container da Estação de Transbordo de Resíduos Sólidos de Rio Azul (PR).**



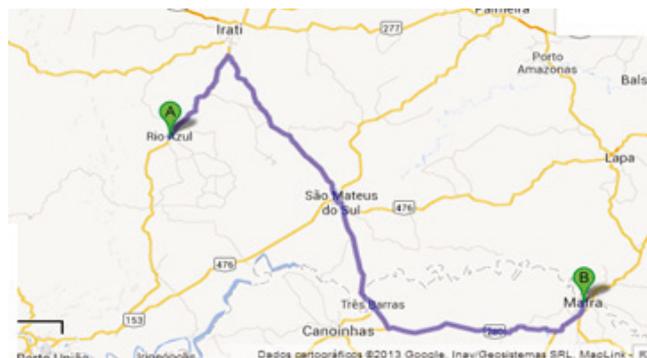
FONTE: MARCEL D. DE DEUS (SET. 2013).

**Figura 3 – Cisterna do chorume da Estação de Transbordo de Resíduos Sólidos de Rio Azul (PR)**



FONTE: MARCEL D. DE DEUS (SET. 2013).

**Figura 2 – Canalização do chorume na Estação de Transbordo de Resíduos Sólidos de Rio Azul (PR).**



FONTE: MARCEL D. DE DEUS (SET. 2013).

**Figura 4 – Trajeto para transporte dos resíduos sólidos entre Rio Azul (PR) e Mafra (SC).**

do Paraná, tem ganhado volume constante e crescente de veículos de carga. A PR-364 é uma Rodovia Estadual não pavimentada, que liga Irati (PR) ao município de São Mateus do Sul (PR) e este ao norte de Santa Catarina. Trata-se de uma Rodovia relativamente movimentada, apesar de sua precariedade, porque encurta, significativamente, distâncias entre cidades polos regionais. Na fronteira entre os dois Estados, o fim da

PR-364 é o início da Rodovia Estadual SC-120, que permite o entroncamento com a BR-280. A Rodovia Federal BR-280 não é duplicada e apresenta tráfego intenso e constante, tanto de veículos pesados quanto leves.

Pelas características das rodovias do percurso entre Rio Azul (PR) e Mafra (SC), pode-se afirmar que é grande o risco de que possam ocorrer problemas que causem danos materiais e ambientais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados apresentados, constataram-se pontos positivos no que se refere à coleta e à separação dos resíduos no município de Rio Azul (PR). Há um controle de pesagem quanto à classificação de resíduos (orgânicos e inorgânicos), sendo que os inorgânicos interferem diretamente no peso a ser transportado, gerando economia financeira para o município, quando devidamente separados, e renda para a associação de catadores do município, que é a responsável pela destinação final dos inorgânicos recicláveis.

Observou-se também que, no terreno onde os resíduos são armazenados, poucas são as chances de contaminação no meio ambiente, pois o agente que poderia causar maior dano ambiental, o “chorume” resultante do lixo, é canalizado para uma cisterna, onde permanece *in natura* até seu transporte. A gestão dos resíduos sólidos no município de Rio Azul (PR) se mostrou eficiente quanto ao manejo por parte do município, dando atendimento às diretrizes da Lei Federal nº 12.305/2010.

A pesquisa não pode ser conclusiva quanto aos riscos relacionados ao transporte dos resíduos ao longo dos 167 km de rodovias que ligam Rio Azul (PR) a Mafra (SC). Como a produção de chorume na carga é constante e não é possível determinar qual a quantidade existente ao início da viagem, torna-se difícil avaliar o grau de risco de contaminação das vias de tráfego e sua área de domínio. Ademais, sempre existe a probabilidade de que, ao trafegar por vias mal conservadas e bastante movimentadas, algum acidente venha a ocorrer, seja por falha humana ou mecânica ou em decorrência de alguma externalidade natural — a chance é diretamente proporcional à extensão do trajeto percorrido.

Diante do exposto, nota-se que apesar de não terem ocorrido relatos de acidentes ambientais que envolvam veículos de carga que transportam os resíduos pelas rodovias, a alternativa de transbordo de resíduos sólidos apresenta-se eficiente e de acordo com as exigências da PNRS para o município de Rio Azul (PR). Recomendam-se futuras pesquisas voltadas para a investigação da quantidade de chorume que possivelmente venha a ser derramado durante os 167 km de trajeto entre os municípios de origem e destino, bem como estudos com o objetivo de investigar a destinação final desses resíduos sólidos, nas dependências da empresa que presta o serviço residente do município de Mafra (SC).

Sob o aspecto político-administrativo do governo municipal, a solução de terceirizar o manejo da disposição final dos resíduos sólidos do município apresenta-se como uma solução ótima para a comunidade local, porque eles não apenas resolveram o problema de atendimento à demanda legal, eles estão literalmente se livrando de um passivo ambiental futuro, ao exportar para outro território seus rejeitos. Embora a solução tenha sido resultante imediata de uma situação emergencial, pode, em fato, representar uma alternativa em longo prazo, a ser usada como modelo por outros municípios e como *benchmarking* para empreendedores ambientais.

A terceirização tem um custo financeiro que impacta o equilíbrio fiscal do município, mas há custos que valem a pena pagar, especialmente os que apontam para melhor qualidade de vida para os cidadãos. Apresenta-se, nesse aspecto, um campo de pesquisa a ser explorado, para averiguar se, em longo prazo, a decisão de terceirizar o manejo final dos resíduos sólidos do município maximiza, ou não, o uso de seus recursos tributários.

## REFERÊNCIAS

- ANTT – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. *Anuário Estatístico dos Transportes Terrestres – AETT/2008*. Brasília: Ministério dos Transportes, 2008. Disponível em: <[http://appweb2.antt.gov.br/InformacoesTecnicas/aett/aett\\_2008/principal.asp](http://appweb2.antt.gov.br/InformacoesTecnicas/aett/aett_2008/principal.asp)>. Acesso em: 16 nov. 2012.
- BLOWERSOX, D. J. & CLOSS, D. J. *Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento*. São Paulo: Atlas, 2001.
- BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil [recurso eletrônico]: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações adotadas pelas emendas constitucionais nº 1/1992 a 77/2014, pelo decreto legislativo nº 186/2008 e pelas emendas constitucionais de revisão nº 1 a 6/1994*. 41ª ed. Brasília: Câmara dos Deputados, 2014. (Série Textos Básicos, n. 82).
- BRASIL. *Lei Federal nº 12305*, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, 03 de agosto de 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 12 jun. 2013.
- CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. *Transporte de cargas no Brasil: Ameaças e oportunidades para o desenvolvimento do país*. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPEAD, 2012.
- COSTA JUNIOR, N.; ASSAD, M. M. N.; GODOY JUNIOR, E. Geração de energia elétrica a partir do biogás de aterros sanitários: uma alternativa ecologicamente correta. *Conexão Academia*, v. 1, n. 2, p. 87-95, 2012.
- DUARTE, F. M. R. Disciplina jurídica nas rodovias. *Revista Jurídica*, Brasília (Ministério dos Transportes), v. 1, n. 2, p. 26-33, 2007. Disponível em: <[http://www.transportes.gov.br/images/REVISTA\\_JURIDICA/Revista\\_Juridica2007.pdf](http://www.transportes.gov.br/images/REVISTA_JURIDICA/Revista_Juridica2007.pdf)>. Acesso em: 11 out. 2013.
- GONÇALVES, J. M. P. & MARTINS, G. Raio X da produção: investimento e participação dos modais de transporte. *Revista Brasil Engenharia*, n. 591, p. 136-141, 2009.
- HOFLING, E. M. Estado e Políticas (Públicas) Sociais. *Cadernos Cedes*, v. 21, n. 55, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ccedes/v21n55/5539.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2013.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB 2008*. Brasília: Ministério do Planejamento; Ministério das Cidades, 2010. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB\\_2008.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf)>. Acesso em: 20 set. 2013.
- JESUS NETA, A. S. Meio ambiente e gestão dos resíduos sólidos: estudo sobre o consumo sustentável a partir da Lei 12.305/2010. Monografia (Bacharelado em Direito) Unidade de Ensino Superior Dom Bosco, São Luís, 2011. Disponível em: <<http://www.conteudojuridico.com.br/pdf/cj035864.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2013.
- MENDONÇA, C. G. Cidades sustentáveis. In: SEBRAE-MS. *Gestão de resíduos sólidos: uma oportunidade para o desenvolvimento municipal e para as micro e pequenas empresas*. São Paulo: Instituto Envolverde, Ruschel & Associados, 2012.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE MAFRA. *Aspectos geográficos e econômicos*. Mafra: PMM, 2013. Disponível em: <<http://www.mafra.sc.gov.br/conteudo/?item=13947&fa=5887>>. Acesso em: 11 out. 2013.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO AZUL. *Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos*. Rio Azul: PMRA, 2013.
- SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. *Série Histórica* (Planilha eletrônica). Brasília: Ministério das Cidades, 2014. Disponível em: <<http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/#>>. Acesso em: 25 fev. 2014.

SNSA – SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2013. Brasília: Ministério das CIDADES/SNSA, 2015. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2013>>. Acesso em: 18 mar. 2016.

SNSA – SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2014. Brasília: Ministério das CIDADES/SNSA, 2016. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2014>. Acesso em: 18 mar. 2016.

SOUZA, C. Políticas Públicas: uma revisão da literatura. *Revista Sociologias*, v. 8, n. 16, p. 20-45, 2006.

# DISTRIBUIÇÃO E BIOMASSA DE MACROALGAS ASSOCIADAS A TRONCOS E RAÍZES DE MANGUEZAIS NA BAÍA DE TODOS OS SANTOS, BA

## DISTRIBUTION AND BIOMASS OF MACROALGAE ASSOCIATED WITH TRUNKS AND ROOTS OF MANGROVES IN THE BAÍA DE TODOS OS SANTOS, BA

**Taise Bomfim de Jesus**

Doutora em Ecologia e Recursos Naturais. Docente do Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) – Feira de Santana (BA), Brasil.

**Willian Moura de Aguiar**

Doutor em Ecologia e Recursos Naturais. Docente do Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente da UEFS – Feira de Santana (BA), Brasil.

**Fabrcio Tourinho  
Fontes Aleluia**

Mestre em Geologia. Docente da Universidade Católica de Salvador (UCSal) – Salvador (BA), Brasil.

**Endereço para correspondência:**

Taise Bomfim de Jesus –  
Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente –  
Avenida Transnordestina, s/n –  
Novo Horizonte – 44036-900 –  
Feira de Santana (BA), Brasil –  
E-mail: taisebj@hotmail.com

### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar quali-quantitativamente a assembleia de macroalgas aderidas a troncos e raízes de *Avicennia schaueriana* na Baía de Todos os Santos, Bahia. Dois quadrados de 1x1 m foram dispostos aleatoriamente em cada ponto amostral e os pneumatóforos de *A. schaueriana* foram coletados. Ocorreram seis espécies de macroalgas. Todos os táxons encontrados são frequentemente citados para manguezais brasileiros, porém a riqueza total foi inferior à de outros manguezais brasileiros. A riqueza e a composição de espécies foram similares para as quatro áreas de manguezal estudadas. O gênero com melhor ocorrência qualitativa foi *Bostrychia*, com três espécies em todas as áreas amostradas. Houve uma distinção no padrão de biomassa das assembleias de macroalgas que ocorrem nos manguezais da Baía de Todos os Santos, sugerindo que as regiões amostradas não apresentam condições semelhantes para o desenvolvimento das espécies típicas do *Bostrychietum*.

**Palavras-chave:** conservação ambiental; poluição; zonação; *Bostrychia*; indicadores ambientais.

### ABSTRACT

This study aimed to evaluate qualitatively and quantitatively the assembly of macroalgae attached to trunks and roots of *Avicennia schaueriana* in Bay of All Saints (Baía de Todos os Santos), Bahia. Two 1x1 m squares were randomly arranged in each sample point and pneumatophores of *A. schaueriana* were collected. There were six species of macroalgae. All taxa found are often cited for Brazilian mangroves, but overall richness was lower than in other Brazilian mangroves. The richness and species composition were similar for the four mangrove areas studied. The genus with the best qualitative occurrence was *Bostrychia*, with three species in all sampled areas. There was a distinction in the pattern of biomass of macroalgae assemblages occurring in mangroves of Baía de Todos os Santos, suggesting that the sampled regions do not have similar conditions for the development of species typical of “*Bostrychietum*”.

**Keywords:** environmental conservation; pollution; zonation; *Bostrychia*; environmental indicators.

## INTRODUÇÃO

Os manguezais são ecossistemas litorâneos que se destacam pela alta produtividade e pelo papel fundamental que desempenham no histórico de vida de inúmeros organismos marinhos (BRANCO *et al.*, 2003). Estão entre os principais ecossistemas costeiros tropicais, pois são considerados importantes transformadores de matéria orgânica, resultando na ciclagem dos nutrientes. Apresentam condições propícias para alimentação, proteção e reprodução de muitas espécies de animais aquáticos, tanto marinhos quanto estuarinos e até mesmo alguns dulcícolas, que necessitam dessas áreas para se reproduzir durante seu ciclo biológico e desenvolver diferentes fases larvais das suas respectivas proles (CORREIA & SOVIERZOSKI, 2005).

Nas áreas dos ecossistemas manguezais a diversidade de espécies de macroalgas apresenta-se bastante restrita, existindo um número de espécies reduzido. Em geral, as macroalgas que colonizam esse ambiente são encontradas associadas ao substrato lamoso, ou então às raízes-escoras e aos pneumatóforos, sempre ocorrendo na região entremarés (CORREIA & SOVIERZOSKI, 2005).

As macroalgas de ambiente estuarino têm uma função primordial na manutenção da vida nesse ambiente, pois mantêm protegida entre seus filamentos uma fauna bastante diversificada; além disso, elas servem de alimento para muitos animais herbívoros e como local de reprodução para diversas espécies de organismos aquáticos, contribuindo significativamente para elevar a biodiversidade marinha e estuarina (CARIDADE & FERREIRA-CORREIA, 2007).

No Brasil, um grande número de estudos com macroalgas de manguezais se caracteriza pelo enfoque florístico (MITCHELL *et al.*, 1974; HADLICH, 1984; POR *et al.*, 1984; HADLICH & BOUZON, 1985; HADLICH & BOUZON, 1987; PAULA *et al.*, 1989; BRAGA *et al.*, 1990; KING *et al.*, 1991; FORTES, 1992). Alguns estudos abordam aspectos das variações espaciais e temporais (MIRANDA, 1986; MIRANDA *et al.*, 1988; PINHEIRO-JOVENTINO & LIMA-VERDE, 1988; MIRANDA & PEREIRA, 1989/90; MIRANDA & PEREIRA, 1990; YOKOYA *et al.*, 1999), outros tratam

de aspectos relacionados a biomassa e cobertura (OLIVEIRA-FILHO, 1984; PAULA *et al.*, 1989; ESTON *et al.*, 1991; ESTON *et al.*, 1992; PEREIRA, 1996; CUTRIM, 1998; PEREIRA & ESKINAZI-LEÇA, 1999; PEREIRA, 2000; CUNHA & COSTA, 2002), e um trabalho (CUNHA & DUARTE, 2002) aborda aspectos da fisiologia do gênero *Bostrychia* (MACHADO & NASSAR, 2007).

Apesar do reduzido número de táxons, é muito comum em manguezais brasileiros uma densa cobertura de algas sobre troncos, rizóforos e pneumatóforos dos mangues (OLIVEIRA-FILHO, 1984). A associação de macroalgas epifíticas denominadas por Post (1968) de *Bostrychietum* encontra nos troncos das árvores de mangue um substrato adequado à sua ocupação (CUNHA & COSTA, 2002).

Essas associações incluem cianobactérias e clorófitas; contudo, há imensa dominância de rodófitas, composta basicamente por rodófitas dos gêneros *Bostrychia*, *Caloglossa* e *Catenella* (ESTON *et al.*, 1991; LENNEWEBER, 2002; CUTRIM, 2003).

O *Bostrychietum* apresenta grande importância ecológica como produtor de oxigênio, abrigo para muitos animais do manguezal, além de ser indicador de águas limpas (BURKHOLDER & ALMODOVAR, 1973; BURKHOLDER & ALMODOVAR, 1974; PEREIRA, 2000). Algumas espécies podem ser utilizadas como indicadores de poluição (MIRANDA, 1986; FORTES, 1992).

Conhecer a assembleia de macroalgas associadas às espécies de mangue é fundamental para gestão e conservação desses ecossistemas (MACHADO & NASSAR, 2007). A caracterização das comunidades de macroalgas presentes nos manguezais da Baía de Todos os Santos e a avaliação de sua biomassa representam o primeiro passo para a avaliação da contribuição dessas algas para a produção primária desses manguezais. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo quantificar e avaliar a distribuição da biomassa de macroalgas aderidas a troncos e raízes (*Bostrychietum*) de *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman em quatro estações de amostragem em manguezais na Baía de Todos os Santos, Bahia.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

A Baía de Todos os Santos (latitude 13°S; longitude 38°35'W) (Figura 1) está localizada no nordeste da costa brasileira. Inserida no Recôncavo Baiano, esta baía é intensamente povoada por pequenas cidades da Região Metropolitana de Salvador (RMS) e da capital do Estado, na sua maior extensão (GERMEN/UFBA, 1997). Os Rios Paraguaçu e Subaé são os principais afluentes da baía. A maior Ilha, Itaparica, é separada do continente pelo estreito canal de Itaparica (JESUS *et al.*, 2008).

Nesta baía estão instalados dez terminais portuários e, nos municípios que a circundam, há diversas instalações industriais, incluindo uma refinaria de petróleo (HATJE & ANDRADE, 2009). Boaventura (2011) aponta

que em torno de 3 milhões de pessoas vivem às margens da baía, em 12 municípios, incluindo a capital do Estado da Bahia e 35 ilhas (Figura 1).

Atualmente, os recursos oriundos das atividades petrolíferas são as principais fontes de captação de renda da economia local, além da produção de itens agrícolas e da atividade pesqueira, de menor relevância financeira para a região (JESUS *et al.*, 2008).

Foram selecionadas quatro estações de amostragem distribuídas em três manguezais localizados ao norte da Baía de Todos os Santos, em que 1 representa o Manguezal de Caípe (12°43'19"S; 38°34'40"W),

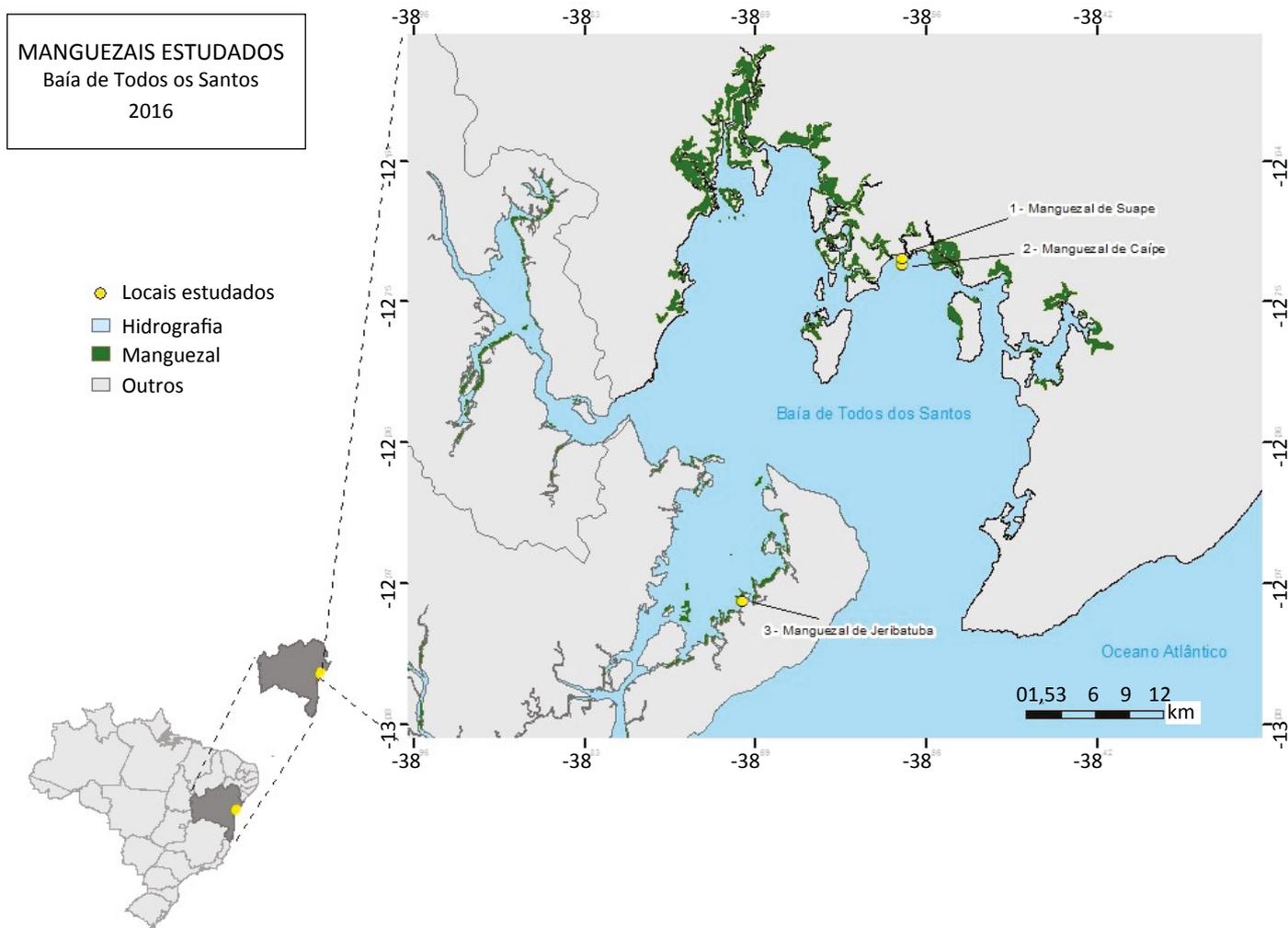


Figura 1 - Localização das áreas de estudo do *Bostrychietum* em manguezais da Baía de Todos os Santos, Bahia.

com duas estações amostrais, 2, Manguezal do Suape (12°43'02"S; 38°34'40"W), com uma estação amostral, e 3, Manguezal de Jeribatuba (12°59'10"S; 38°42'15"W), com uma estação amostral de referência. O manguezal de Jeribatuba foi estabelecido como estação de referência por estar geograficamente posicionado em uma área distante da área de influência de atividades petrolíferas (JESUS *et al.*, 2008).

Para o presente estudo foram realizadas coletas em junho e dezembro de 2009 nos referidos manguezais, durante o período de maré baixa. Com base em Davey & Woelkerling (1985), foram traçados dois transectos paralelos medindo 50 m na direção terra-órta. Cada transecto foi subdividido em cinco pontos equidistantes 10 m. Os pontos p1 e p2 correspondem aos pontos próximos à terra firme, os pontos p3 e p4, zona de transição entre terra firme-órta, e p5, próximo à órta. Em cada ponto de amostragem foram jogados aleatoriamente dois quadrados de 1x1 m e todos os pneumatóforos de *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm dentro do quadrado foram retirados para amostragem quali-quantitativa de macroalgas associadas à vegetação do manguezal (*Bostrychietum*).

Após as coletas, os organismos foram mantidos em baldes com água do ambiente de que foram retirados, até serem preservados. Em laboratório, as amostras foram preservadas em solução de formol a 4% preparada com água de salinidade semelhante à encontrada no ambiente. Posteriormente, o material foi triado macroscopicamente e a biomassa fresca de cada espécie foi quantificada (SILVA, 2006). A secagem das amostras foi realizada em estufa a 60°C e o peso seco foi determinado até ser estabilizado, o que variou entre 24 e 48 horas, a depender da espécie. O material seco foi pesado em balança de 0,005 g de precisão.

Os indivíduos sem táxon definido no momento da triagem permaneceram fixados, até serem identificados. A identificação de gêneros e espécies foi baseada em bibliografia específica para rodofíceas (CORDEIRO-MARINO, 1978; FERREIRA-CORREIA, 1983) e para clorofíceas (BAPTISTA, 1974; PEDRINI, 1980; SANTOS, 1983; ARAÚJO, 1993; KANAGAWA, 1984).

A frequência das macroalgas por ponto amostral foi obtida por intermédio da razão entre o número de pontos em que a macroalga ocorria e o número total de pontos analisados multiplicado por 100. Foram consideradas as seguintes categorias:

>75% = espécie muito frequente;  
 75 |— 50% = espécie frequente;  
 50 |— 25% = espécie pouco frequente;  
 ≤25% = espécie rara.

Para a frequência das espécies nos segmentos foram atribuídos os seguintes valores: 1, para a espécie presente no segmento, e 0, para a espécie ausente. Os valores registrados foram multiplicados por 100, a fim de se obter a frequência de ocorrência nos segmentos.

Neste estudo não foi observada dificuldade na separação do material das espécies de *Rhizoclonium*, que normalmente acontece, pois só foi identificada uma espécie deste gênero nos manguezais estudados.

A diferença entre a biomassa total das amostras por ponto de coleta foi estimada por meio de análise de variância (ANOVA) unifatorial. Os dados foram testados quanto à normalidade (teste de Shapiro) e à homogeneidade das variâncias (teste de Cochran, Hartley e Bartlett). No caso de diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), estas foram localizadas pelo teste de Tukey.

## RESULTADOS

Observou-se a ocorrência de seis espécies representadas por duas clorofíceas *Cladophoropsis membranacea* (C. Agardh) Břrgesen e *Rhizoclonium riparium* (Roth) Kütz. ex Harv, e quatro rodofíceas *Bostrychia tenella* (J.V. Lamour.) J. Agardh, *Bostrychia* sp1., *Bostrychia* sp2. e *Catenella caespitosa* (Withering) L.M. Irvine (Tabela 1).

A riqueza e a composição de espécies foram similares para as quatro áreas de manguezal estudadas. O gênero com melhor ocorrência qualitativa foi *Bostrychia*

Mont., com três espécies em todas as áreas amostradas (Tabela 1).

A frequência de ocorrência das espécies de macroalgas no *Bostrychietum*, de modo geral, foi muito frequente para todas as espécies encontradas, apresentando valores sempre superiores a 80%; no entanto, o maior destaque foi para *Bostrychia* sp1., que foi amostrada em todos os quadrados amostrais (Tabela 1).

A comparação das médias das biomassas totais das macroalgas nos manguezais estudados revelou diferenças significativas entre Mataripe 1 e Mataripe 2, Mataripe 1 e Fábrica de Asfalto (FASF), Jeribatuba e Mataripe 2 e Jeribatuba e FASF (Figura 2).

No Manguezal FASF, a espécie como menor representatividade de biomassa foi *Cladophoropsis membranacea*, enquanto no manguezal de Mataripe 2 a espécie menos representativa em termos de biomassa foi *Rhizoclonium riparium* (Figura 3).

## DISCUSSÃO

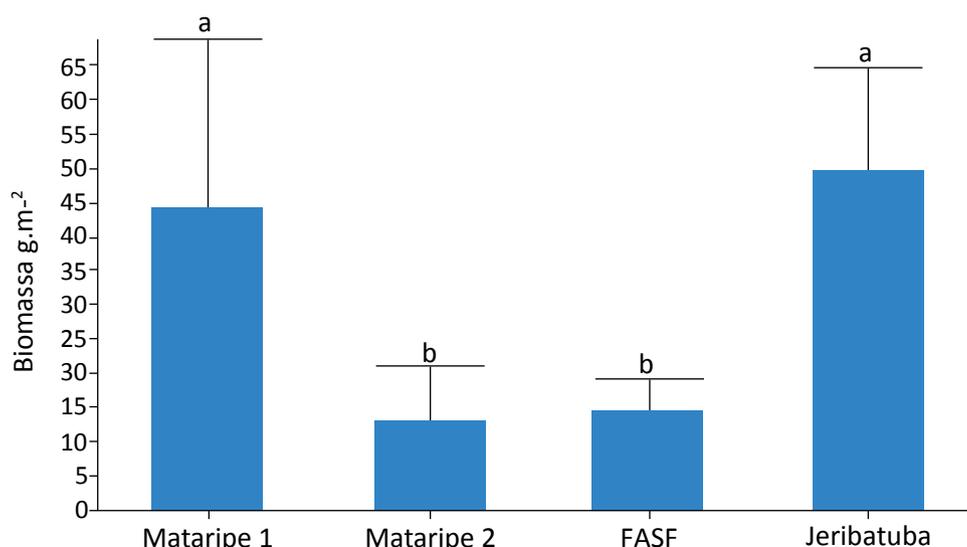
Todos os táxons de macroalgas encontrados são frequentemente citados para manguezais brasileiros (OLIVEIRA-FILHO, 1984). O número total de táxons foi inferior ao de outros manguezais brasilei-

ros (PEREIRA, 2000; MACHADO & NASSAR, 2007); no entanto, este estudo contou com apenas um período de amostragem e, de acordo com Iokoya *et al.* (1999), existe grande variação temporal e espacial

**Tabela 1 – Composição de macroalgas dos *Bostrychietum* em quatro áreas de manguezal na Baía de Todos os Santos, Bahia amostrados em junho de 2009.**

Espécies	FR (%)	Mataripe 1	Mataripe 2	FASF	Jeribatuba
<i>Catenella caespitosa</i> (Withering) L.M. Irvine	90	X	X	X	X
<i>Cladophoropsis membranacea</i> (C. Agardh) Brgesen	87.5	X	X	X	X
<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Kütz. ex Harv	82.5	X	X	X	X
<i>Bostrychia tenella</i> (J.V. Lamour.) J. Agardh	97.5	X	X	X	X
<i>Bostrychia</i> sp1	100	X	X	X	X
<i>Bostrychia</i> sp2	90	X	X	X	X

FR: FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DAS ESPÉCIES; FASF: FÁBRICA DE ASFALTO.



LETRAS DIFERENTES INDICAM DIFERENÇA SIGNIFICATIVA ( $P < 0,005$ ) ENTRE AS MÉDIAS, E LETRAS IGUAIS, A NÃO SIGNIFICÂNCIA ENTRE AS MÉDIAS; FASF: FÁBRICA DE ASFALTO.

**Figura 2 – Média e desvio padrão de macroalgas dos *Bostrychietum* nas quatro áreas de manguezal na Baía de Todos os Santos, Bahia, amostradas em junho de 2009.**

relacionada a fatores ambientais, como variação na amplitude da maré, luz, salinidade, períodos de seca e chuvoso, atuando na variação da composição de espécies de macroalgas do *Bostrychietum*.

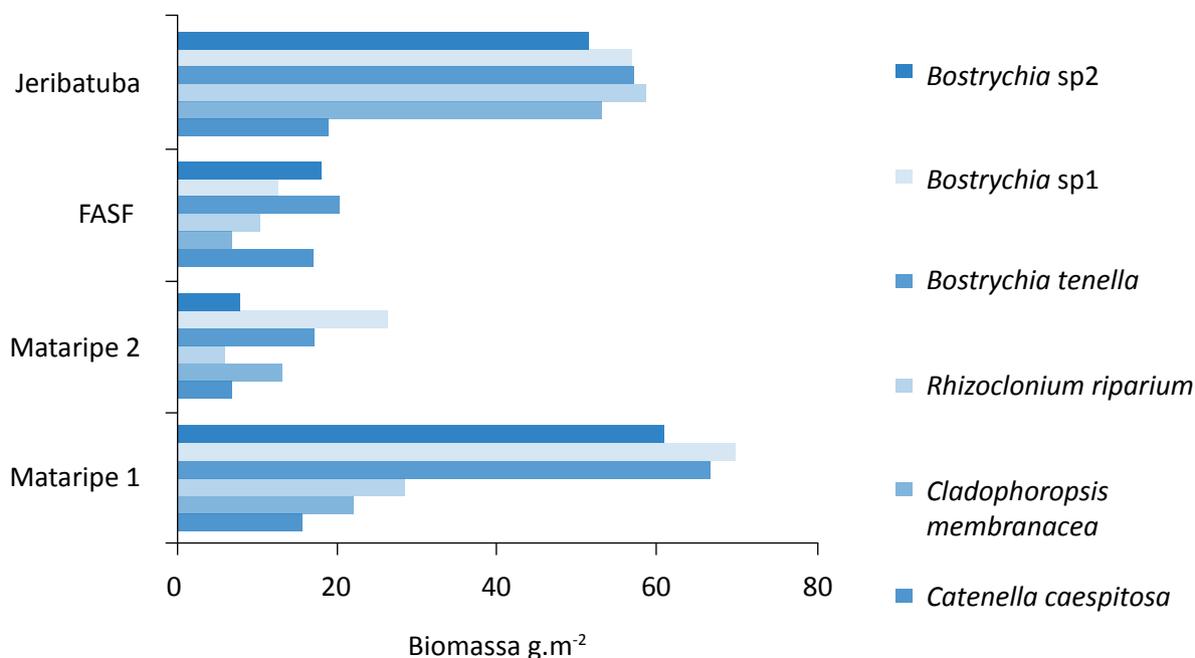
Para Oliveira-Filho (1984), o manguezal ao longo da costa brasileira é considerado como um ambiente desfavorável para muitas espécies de algas e os fatores que contribuem para essa baixa diversidade são: a baixa concentração de oxigênio, a variação da salinidade e a instabilidade do solo lamoso, o qual é inadequado para fixação da maioria das algas, sendo também responsável pela turbidez da água. O autor ainda afirma que, apesar de os troncos, as raízes e os pneumatóforos dos manguezais brasileiros apresentarem uma cobertura densa de algas, ele exibe uma flora relativamente pobre e monótona de algas, sempre dominadas por três a cinco espécies, associadas a outras poucas espécies menos evidentes.

Para Caridade & Ferreira-Correia (2007), as observações realizadas em manguezais do Nordeste relatam uma diversidade mais elevada de espécies (MIRANDA, 1986; PINHEIRO-JOVENTINO & LIMA-VERDE, 1988). A diversidade

elevada de macroalgas nesses manguezais está relacionada ao substrato mais consistente, à elevada transparência da água e à salinidade estável, como observado em manguezais caraínicos (CORDEIRO-MARINO *et al.*, 1992).

Os maiores valores de biomassa total das macroalgas foram registrados para o manguezal Jeribatuba (área de referência), alcançando um total de 298,25 g.m<sup>-2</sup>, seguido de Mataripe 1, que atingiu um total de 265,1 g.m<sup>-2</sup>. Os manguezais Mataripe 2 e FASF apresentaram valores significativamente inferiores aos demais, 77,25 e 85 g.m<sup>-2</sup>, respectivamente (Tukey F=10,121; p=0,0003).

Os menores valores, tanto de biomassa por espécie como de biomassa total, registrados para os manguezais Mataripe 2 e FASF devem-se, provavelmente, aos impactos sofridos por essas áreas, pois, devido a esses efeitos, o sedimento desses manguezais apresenta alteração em relação ao tipo de sedimento com o predomínio de areia, e não mais de argila (JESUS *et al.*, 2008); essa alteração implica na perda das espécies vegetais típicas desses ambientes e no aparecimento de outras espécies, como as espécies da família Poaceae, em que estão incluídas as gramíneas.



FASF: FÁBRICA DE ASFALTO.

**Figura 3 – Biomassa das espécies de macroalgas que compõem o *Bostrychietum*, nas quatro áreas de manguezal na Baía de Todos os Santos, Bahia, amostradas em junho de 2009.**

Não foram encontradas espécies ameaçadas de extinção entre as espécies coletadas neste trabalho (IUCN, 2008). Não existem estudos objetivos no Brasil e/ou em quase todo o mundo sobre o estado atual de conservação da biodiversidade algal. Se por um lado temos convicção de que o destino final de qualquer espécie é a extinção, sabemos também que atividades antrópicas podem acelerar a taxa de extinção de vários grupos. Esse fato tem sido motivo de grande preocupação, mais pelo risco que essas extinções podem significar pela perda de recursos genéticos eventualmente importantes para uso futuro em aplicações de interesse humano que pela perda da biodiversidade (OLIVEIRA-FILHO, 2002).

Nos manguezais estudados as três espécies do gênero *Bostrychia* se destacaram com os maiores valores de biomassa, porém foi nos manguezais Mataripe 1 e Jeribatuba que alcançaram valores mais expressivos, locais

onde *Catenella caespitosa* apresentou valores menos representativos de biomassa. Valores expressivos de biomassa de espécies do gênero *Bostrychia* também foram encontrados por Machado & Nassar (2007) em manguezais de Picinguaba (SP).

Houve uma distinção no padrão de biomassa das assembleias de macroalgas que ocorrem nos manguezais estudados, sugerindo que as regiões amostradas não apresentam condições semelhantes para o desenvolvimento das espécies típicas do *Bostrychietum*. Essas condições são associadas aos parâmetros físicos e químicos da água do estuário (principalmente salinidade) e às características do sedimento no qual os troncos e raízes estão inseridos, sendo, portanto, importantes para diferenciar as condições ambientais próprias do local e a influência antrópica na região.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S. B. *Clorofíceas bentônicas do litoral do Estado do Rio Grande do Norte (Brasil)*. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1993.
- BAPTISTA, L. R. M. Flora Marinha de Torres (Rio Grande do Sul). *Boletim Instituto de Biociências, Série Botânica*, Porto Alegre, v. 37 n. 27, p. 1-244, 1974.
- BOAVENTURA, S. F. *Distribuição de metais traço em superfície no município de Madre de Deus, Bahia*. Dissertação (Mestrado em Geoquímica: Petróleo e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 2011.
- BRAGA, M. R. A.; FUJII, M. T.; YOKOYA, N. S.; ESTON, V. R.; PLASTINO, E. M.; CORDEIRO-MARINO, M. Macroalgal reproductive patterns in mangroves of Ilha do Cardoso, SP, Brasil. In: SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRO: ESTRUTURA, FUNÇÃO E MANEJO, 2., 1990. Águas de Lindóia. *Resumos... Águas de Lindóia: 1990*. p. 209-217.
- BRANCO, L. H. Z.; MOURA, A. N.; SILVA, A. C.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C. Biodiversity and biogeographical considerations of Cyanobacteria from a Mangrove area of Pernambuco State, Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 17, n. 4, p. 585-596, 2003.
- BURKHOLDER, P. R. & ALMODOVAR, L. R. Studies on mangrove algae communities in Puerto Rico. *Florida Scientist*, Orlando, v. 36, n. 1, p. 66-74, 1973.
- CARIDADE, E. O. & FERREIRA-CORREIA, M. M. Taxonomia das Macroalgas dos manguezais da Baía de Turiaçu, estado do Maranhão, Brasil. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, Maranhão, v. 20, p. 53-60, 2007.
- CORDEIRO-MARINO, M. Rodofíceas Bentônicas marinhas do Estado de Santa Catarina. *Rickia*, v. 7, p. 1-243, 1978.
- CORDEIRO-MARINO, M.; BRAGA, M. R. A.; ESTON, V. R.; FUJII, M. T.; YOKOYA, N. S. Mangrove macroalgal communities of Latin America: the state of art and perspectives. In: SEELIGER, U. (Ed.). *Coastal Plant Communities of Latin America*. New York: Academic Press, 1992. p. 51-64.
- CORREIA, M. D. & SOVIERZOSK, H. H. Ecossistemas Marinhos: recifes, praias e manguezais. *Série Conversando sobre Ciências em Alagoas*. Maceió: EDUFAL, 2005. 55p.

- CUNHA, S. R. & DUARTE, N. R. Taxa fotossintética e respiratória de macroalgas do gênero *Bostrychia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta), SC, Brasil. *Notas Técnicas, FACIMAR*, v. 11, n. 8, p. 103-110, 2002.
- CUNHA, S. R. & COSTA, C. S. B. Gradientes de salinidade e frequência de alagamento como determinantes da distribuição e biomassa de macroalgas associadas a troncos de manguezais na Baía de Babitonga, SC. *Notas Técnicas, FACIMAR*, n. 6, p. 93-102, 2002.
- CUTRIM, M. V. J. *Distribuição espaçotemporal de macroalgas em troncos e pneumatóforos de Avicennia germinans (L.) Steran em duas áreas de mangues da Ilha de São Luís - MA. Brasil*. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- CUTRIM, M. V. J. Diversidade de Macroalgas nos Manguezais Brasileiros. In: MANGROVE, 1., 2003, Salvador. *Resumos...* Salvador: MANGROVE, 2003. p. 86.
- DAVEY, A. & WOELKERLING, W. J. Studies on Australian mangrove algae. III. Victorian communities: structure and decolonisation in Western Port Bay. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 85, p. 177-190, 1985.
- ESTON, V. R.; BRAGA, M.; CORDEIRO-MARINO, M.; FUJII, M. T.; YOKOYA, N. S. Macroalgal colonization patterns on artificial substrates inside southeastern Brazilian mangroves. *Aquatic Botany*, v. 42, p. 315-325, 1992.
- ESTON, V. R.; YOKOYA, N. S.; FUJII, M. T.; BRAGA, A.; PLASTINO, E. M.; CORDEIRO-MARINO, M. Mangrove macroalgae in southeastern Brazil: spatial and temporal patterns. *Revista Brasileira Biologia*, v. 1, n. 4, p. 829-837, 1991.
- FERREIRA-CORREIA, M. M. *Rodofíceas marinhas bentônicas do litoral oriental do Estado do Maranhão*. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Rio Claro, 1983.
- FORTES, A. C. M. *Estudo taxonômico e aspectos ecológicos das Rhodophyta no manguezal da Ilha de Santos (Complexo Estuarino Piauí-Fundo-Real, Sergipe)*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1992.
- GERMEM. (Org.). *Baía de Todos os Santos, Diagnóstico Sócio-ambiental e Subsídio para Gestão*. 1ª ed. Salvador: GERMEM-UFBA, 1997. v. 1. 244p.
- HADLICH, R. M. Contribution to taxonomic research on the benthonic marine algae of the mangrove swamp of Itacorubi, Florianópolis, Island of Santa Catarina, Brazil: 1. Chlorophyta. *Insula*, v. 14, n. 121-138, 1984.
- HADLICH, R. M. & BOUZON, Z. L. Contribution to the taxonomic survey of the benthic marine algae from the Itacorubi mangrove swamp, Florianópolis, Santa Catarina Island, Brazil: II. Rhodophyta. *Insula*, v. 15, p. 89-116, 1985.
- HATJE, V. & ANDRADE, J. B. Contaminação química. In: HATGE, V. & ANDRADE, J.B. (Eds). *Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos*. Salvador: EDUFBA, 2009. p. 19-22.
- IUCN – INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. *The IUCN Red List of Threatned Species*, 2008. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/details/61407>>. Acesso em: 18 out. 2009.
- JESUS, T. B.; FERNANDEZ, L. G.; QUEIROZ, A. F. DE. Avaliação da concentração de cádmio, cobre, ferro, manganês, níquel e zinco em *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) provenientes de zonas de manguezal da região de São Francisco do Conde e Madre de Deus, recôncavo baiano, BA. *Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology*, Itajaí, v. 1, p. 77-84, 2008.
- KANAGAWA, A. I. *Clorofíceas marinhas bentônicas do estado da Paraíba-Brasil*. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.
- KING, R. J.; PUTTOCK, C. F.; PAULA, E. J. The morphology of *Bostrychia pilulifera* Montagne (Rhodomelaceae, Rhodophyta). *Japanese Journal of Phycology*, Tokyo, v. 39, p. 31-36, 1991.
- LENNEWEBER, V. *Mangrove ecosystems: functions and management*. Berlin: Springer, 2002. 292p.

- MACHADO, G. E. & NASSAR, C. E. G. Assembléia de Macroalgas de dois Manguezais do Núcleo Picinguaba – Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, Brasil. *Rodriguésia*, v. 58, n. 4, p. 835-846, 2007.
- MIRANDA, P. T. C. *Composição e distribuição das macroalgas bentônicas no manguezal do Rio Ceará (Estado do Ceará - Brasil)*. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1986.
- MIRANDA, P. T. C.; GURGEL, F. F. C.; LIBERATO, M. A. F.; OLIVEIRA, M. T.; ARRUDA, T. L. B. Comunidades bentônicas em raízes de *Rhizophora mangle* Linnaeus, no manguezal do rio Ceará (Ceará – Brasil). *Arquivos da Estação de Biologia Marinha*, v. 27, p. 101-110, 1988.
- MIRANDA, P. T. C. & PEREIRA, S. M. B. Macroalgas Bentônicas no Manguezal do Rio Ceará (Ceará-Brasil). II - Distribuição em função das condições hidrológicas. *Arquivos da Estação de Biologia Marinha*, v. 28, p. 39-52, 1989/90.
- MITCHELL, G. J. P.; MONTELLO, D. F.; MEDINA, R. S. Observações ficológicas no manguezal de Piedade. Leandra, Rio de Janeiro, v. 4, p. 137-142, 1974.
- OLIVEIRA-FILHO, E. C. Brazilian mangal vegetation with special emphasis on the seaweeds. In: POR, F. D. & DOR, I. (Eds.). *Hydrobiology of the Mangal*. Boston: Dr. W. Junk Publishers, The Hague, 1984. p. 55-65.
- OLIVEIRA-FILHO, E. C. Macroalgas Marinhas da Costa Brasileira – Estado do Conhecimento, Usos e Conservação Biológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BOTÂNICA, 62., 2002. Recife. *Resumos...* Recife: CBB, 2002.
- PAULA, E. J.; UGAGIM, Y.; KANAGAWA, A. J. Macroalgas de manguezais da Ilha de Maracá – Estado do Amapá, Brasil. *Insula*, v. 19, p. 56-65, 1989.
- PEDRINI, A. G. *Algas marinhas bentônicas da Baía de Sepetiba e arredores (Rio de Janeiro)*. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1980.
- PEREIRA, S. M. B. Algas marinhas bentônicas. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; MAYO, S.; BARBOSA, S. (Eds.). *Pesquisa Botânica Nordestina: progresso e perspectivas*. Recife: Sociedade de Botânica do Brasil, 1996. p. 79-96.
- PEREIRA, S. M. B. Macroalgas bentônicas. In: BARROS, H. M. E.; ESKINAZI-LEÇA, H. M. E.; MACEDO, S. J.; LIMA, T. (Eds.). *Gerenciamento participativo de estuários e manguezais*. Recife: Editora Universitária, 2000. p. 48-63.
- PEREIRA, S. M. B. & ESKINAZI-LEÇA, H. M. E. Estuarine management in Northeast Brazil: Plant Biodiversity (Section 2). In: BREBBIA, C. A. & USO, J. L. (Eds.). *Ecosystems and Sustainable Development II*. WIT Press: Southampton, 1999. p. 70-77.
- PINHEIRO-JOVENTINO, F. & LIMA-VERDE, N. G. Ocorrência e distribuição de macroalgas no Estuário do Rio Cocó, Fortaleza, Brasil. *Arquivos Ciências do Mar*, Fortaleza, v. 27, p. 83-89, 1988.
- POR, F. D.; ALMEIDA PRADO, M. S.; OLIVEIRA-FILHO, E. C. The mangal of the estuary and lagoon system of Cananéia (Brazil). In: POR, F. D. & DOR, I. (Eds.). *Hydrobiology of the Mangal*. Dr. W. Junk Publishers, The Hague, 1984. p. 211-228.
- POST, E. Zur Verbreitungs-Ökologie des *Bostrychietum*. *Hydrobiologia*, v. 31, p. 241-316, 1968.
- SANTOS, A. P. *Clorofíceas marinhas do estado de Santa Catarina*. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.
- SILVA, I. B. *Diversidade de macroalgas marinhas bentônicas dos recifes de Maracajaú, Área de Preservação ambiental dos recifes de corais, Rio Grande do Norte, Brasil*. Dissertação (Mestrado Bioecologia Aquática) – Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2006.
- YOKOYA, N. S.; PLASTINO, E. M.; BRAGA, R. M. A.; FUJII, M. T.; CORDEIRO-MARINO, M.; ESTON, V.R.; HARARI, J. Temporal and spatial variations in the structure macroalgae associated with mangrove trees of Ilha do Cardoso, São Paulo State, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 22, n. 2, p. 195-204, 1999.

# TRATAMENTO DE EFLUENTE DE INDÚSTRIA TÊXTIL POR REATOR BIOLÓGICO COM LEITO MÓVEL

TREATMENT OF WASTEWATER FROM THE TEXTILE INDUSTRY BY MOVING BED BIOFILM REACTOR

## Cassio Renato Soler

Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPGCTA) na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Curitiba (PR), Brasil.

## Claudia Regina Xavier

Doutora e Professora do PPGCTA na UTFPR – Curitiba (PR), Brasil.

### Endereço para correspondência:

Cassio Renato Soler – Rua Francisco Negrão, 36, apto. 13A – Água Verde – 80620-390 – Curitiba (PR), Brasil – E-mail: cassiosoler@hotmail.com

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar a viabilidade do tratamento de efluente de indústria têxtil por *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR, em português: Reator Biológico com Leito Móvel). O efluente foi caracterizado por demanda química de oxigênio (DQO), demanda biológica de oxigênio ( $DBO_5$ ), área espectral, toxicidade, sólidos suspensos totais (SST) e voláteis (SSV) antes e após o tratamento. O tratamento do efluente ocorreu em diferentes cargas orgânicas volumétricas, de 0,3 até 9,0 g DQO/L.d, com 4 estágios: adaptação em 0,3 gDQO/L.d e 3 estágios em 1,2, 3,0 e 9,0 gDQO/L.d. Esse reator foi operado por 107 dias, alcançando remoções de 65% de DQO, 94% de  $DBO_5$ , 58% de área espectral, 82% de SST e 87% de toxicidade. Os resultados do tratamento por MBBR foram avaliados por testes ANOVA-Tukey, com 0,05 de significância. A cinética calculada do processo apresentou consumo específico máximo de substrato  $r_{s,SSV}=0,027d^{-1}$ , compatível com tratamentos biológicos de efluentes recalcitrantes. As melhores remoções foram alcançadas quando o MBBR foi operado em cargas orgânicas volumétricas menores.

**Palavras-chave:** biodegradação; efluente têxtil; MBBR.

## ABSTRACT

This study aims to evaluate the viability of treatment of wastewater from the textile industry by Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR). The wastewater was characterized by chemical oxygen demand (COD), biological oxygen demand ( $BOD_5$ ), spectral area, toxicity, total suspended solids (TSS) and volatile suspended solids (VSS) before and after treatment. The treatment of the wastewater occurred in different organic loading rates from 0.3 up to 9.0 g COD/L.d with 4 stages: adaptation at 0.3 gCOD/L.d and 3 stages at 1.2, 3.0 and 9.0 gCOD/L.d. This reactor was operated for 107 days, reaching 65% removal of COD, 94% of  $BOD_5$ , 58% of spectral area, 82% of TSS and 87% of toxicity. The results of treatment by MBBR were evaluated using ANOVA with Tukey's test at a significance level of 0.05. The calculated kinetics of the process showed a maximum specific substrate consumption of  $r_{s,SSV} 0.027d^{-1}$ , compatible with the biological treatment of wastewater with recalcitrant content. The best removal results were achieved when MBBR was operated at lower organic loading rates.

**Keywords:** biodegradation; textile effluent; MBBR.

## INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos em processos produtivos vêm ganhando atenção especial devido ao valor atribuído a este bem e ao custo de tratamento dos efluentes para atender à legislação (NIGAM *et al.*, 1996; ALMEIDA *et al.*, 2004). O consumo mundial de água é de 70% na agricultura, 8% no consumo humano e 22% pelas indústrias, em que o setor têxtil representa 7% do consumo desse recurso (GUARANTINI & ZANONI, 2000; FREITAS, 2002; LACERDA, 2010; LOPES, 2011).

A demanda do consumo de vestuários *jeans* pela população aumentou a produção têxtil, levando à criação de novas indústrias no setor, consumidoras de produtos e geradoras de poluentes nos três estados físicos da matéria (BRAILE & CAVALCANTI, 2010). No entanto, o volume de efluente líquido gerado por esse ramo requer especial atenção, devido ao elevado potencial de danos ao meio ambiente pela ampla variedade de corantes utilizados (LOPES, 2011).

O consumo de fibras têxteis no Brasil é de 8 kg hab./ano, sendo que, para 2020, existe uma projeção de consumo de aproximadamente 9 kg de fibras por hab./ano (HESSEMBER & SENS, 2002). Os maiores impactos ambientais relacionados a esse ramo industrial são o elevado consumo de água (aproximadamente 50 L/kg de tecido beneficiado) e o baixo aproveitamento dos insumos. Estima-se que 50% das espécies químicas utilizadas no tingimento são descartadas com o efluente, o que contribui para o aumento da cor, da demanda química de oxigênio (DQO) e da demanda biológica de oxigênio (DBO<sub>5</sub>), além da presença de altas concentrações de sólidos em suspensão, o que gera aumento da turbidez e toxicidade do efluente (ROBINSON *et al.*, 2001; LOPES, 2011).

No Brasil, a Resolução nº 430, de 2011, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) define os padrões para lançamento de efluentes em corpos re-

ceptores. De acordo com essa resolução, os efluentes não podem apresentar efeito tóxico a organismos aquáticos em estudos feitos no próprio efluente, e, dependendo da classe em que o corpo receptor estiver enquadrado, também não podem conferir toxicidade ao corpo receptor, devido a combinações ou alterações de substâncias contidas nos efluentes (BRASIL, 2011).

Os tratamentos biológicos mais utilizados pelas indústrias têxteis são o lodo ativado e os biofiltros (RUSTEN *et al.*, 2006). O Reator Biológico com Leito Móvel (MBBR) é um tratamento que utiliza biofilmes suportados em materiais inertes, busca em um único sistema as melhores características dos processos biológicos citados anteriormente. Por isso, suprime as características indesejáveis dos dois processos, proporcionando o emprego de maior carga orgânica volumétrica (COV) e a redução do tempo de detenção hidráulico (TDH) (RUSTEN *et al.*, 2006; OLIVEIRA, 2008; ALMADA, 2013; NOGUEIRA, 2013; ZILLI, 2013).

Com o aumento das exigências na área ambiental relacionadas à qualidade dos efluentes lançados em corpos receptores, existe uma demanda para o surgimento de novas tecnologias que colaborem para o modo como os efluentes têxteis vêm sendo tratados. Torna-se também importante estudar as cinéticas desses processos biológicos de degradação, pelo conhecimento das características do efluente e pelo desempenho do reator quanto a COV, TDH e eficiências de remoção. Assim, é possível o planejamento do reator piloto e, posteriormente, em escala industrial, conseguindo avaliar as características que permitam futuras instalações de tratamentos de efluentes têxteis. Portanto, o objetivo deste trabalho foi estudar a viabilidade técnica do tratamento de efluente de indústria têxtil operando com COV entre 0,3 e 9,0 gDQO/L.d por MBBR.

## METODOLOGIA

O efluente têxtil utilizado no estudo é proveniente de uma indústria têxtil da cidade de Curitiba. A indústria utiliza vários corantes como matéria-prima para o tingimento e acabamento de roupas *jeans*. O efluente foi coletado no tanque de equalização, antes do tratamento biológico, transportado em recipientes

de plástico de 25 L, preservado aproximadamente a 4°C, na ausência de luz e conservado por um período máximo de 30 dias. As características do efluente foram determinadas após filtração em um conjunto de filtração Holder (Sartorius) com membrana de 0,45 µm. O efluente têxtil foi analisado antes e após

o tratamento com MBBR segundo os mesmos parâmetros da caracterização após filtração de membrana de 0,45 µm, exceto nas análises de sólidos suspensos totais (SST) e sólidos suspensos voláteis (SSV); neste caso, o efluente foi filtrado em membrana de 1,2 µm. As análises de DQO do afluente e do efluente foram realizadas duas vezes por semana por meio do método de refluxo fechado colorimétrico em espectrofotômetro em comprimento de onda de 620 nm, adaptado do método 5220B (APHA, 2005). O pH foi determinado pelo método potenciométrico duas vezes por semana utilizando um medidor de pH (marca Micronal B474), previamente calibrado com solução tampão de pH 4,0 e 7,0, conforme *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, método 4500-H+B (APHA, 2005). As análises de DBO<sub>5</sub> foram realizadas uma vez na semana por testes de 5 dias de incubação a 20°C (incubadora: Fanem Mod 347F) e o oxigênio dissolvido (OD) foi medido por intermédio do método Winkler das diluições sucessivas, método 5210B (APHA, 2005). A toxicidade foi analisada em conjunto com um laboratório particular, utilizando *Daphnia magna* e verificando a inibição natatória do organismo de acordo com a norma brasileira (ABNT, 2009), com amostras do afluente e do efluente do tratamento no MBBR para as duas maiores COVs. A medida da área espectral foi determinada no espectrofotômetro (UV-VIS Cary-50, da Varian) fazendo uma varredura no comprimento de onda de 200 a 800nm duas vezes por semana, segundo metodologia empregada por Santana & Machado (2002) e Lacerda (2010). Assim, após varredura do afluente e do efluente de cada COV, foi comparada a área espectral de ambos e calculado o percentual de remoção deste e dos demais parâmetros. As análises de SST e SSV foram realizadas uma vez a cada COV, segundo o procedimento descrito no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Foi empregado o método de determinação de resíduos sólidos por filtração de uma alíquota de 10 mL do afluente ou do efluente em 1,2 µm, baseado na secagem do material a 105°C, em um cadinho durante um período de 14 horas em estufa; na sequência, foi realizada uma primeira pesagem e, após a pesagem, tal alíquota foi submetida a uma calcinação de 550°C durante 2 horas em mufla — após isso, foi feita uma segunda pesagem para realização do método 2540D, adaptado do método 2540E (APHA, 2005). A biomassa aderida foi analisada pelo método proposto por Reis (2007), com adequação de Vanzetto (2012), tratamento em que foi

feita uma raspagem em uma amostra de três meios suportes do MBBR caracterizando, posteriormente, o SST e o SSV de acordo com *Standard Methods* (APHA, 2005). Foi realizada uma amostragem de sólidos suspensos no interior do reator e aderidos de cada COV aplicada. Com base nesses resultados, foi calculada a razão alimento/microrganismo (A/M), que é calculada como (gDBO/gSSV.d). O TDH e a COV foram calculados a partir do volume do reator, da vazão e da concentração de DQO da amostra a ser tratada, conforme as equações 1 e 2 a seguir. Considerando a vazão (Q) m<sup>3</sup>/h e o volume do reator (V) m<sup>3</sup>, o TDH em horas é calculado pela Equação 1:

$$\text{TDH} = \frac{V}{Q} \quad (1)$$

A COV foi calculada pela concentração de DQO de entrada multiplicada pela vazão do efluente (Q) dividido pelo volume do reator menos o volume ocupado pelo recheio (V), conforme Equação 2:

$$\text{COV} = \frac{\text{DQO} \cdot Q}{V} \quad (2)$$

O MBBR foi construído em acrílico, com 23 cm de altura e 10 cm de diâmetro. Possui um volume total de 1,8 L e um volume útil de 1 L. Os meios suportes empregados foram do tipo que possuem uma área específica de 750 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>. O percentual de ocupação dos meios suportes no reator foi de aproximadamente 30% em relação a sua área total. Porém, em relação ao volume do reator, a ocupação chegou a aproximadamente 10% e o MBBR passou a ter um volume útil de 0,9 L. Foram utilizados 100 meios suportes, a fim de proporcionar uma boa movimentação sem que houvesse problemas hidrodinâmicos, conforme é mostrado na Figura 1. O reator teve um funcionamento contínuo e a alimentação com afluente foi feita por uma bomba peristáltica Milan (Mod.BP 600).

Na Figura 1 é apresentado o MBBR que foi utilizado no experimento.

O MBBR foi inoculado com biomassa (lodo) do sistema de lodos ativados da Estação de Tratamento da indús-

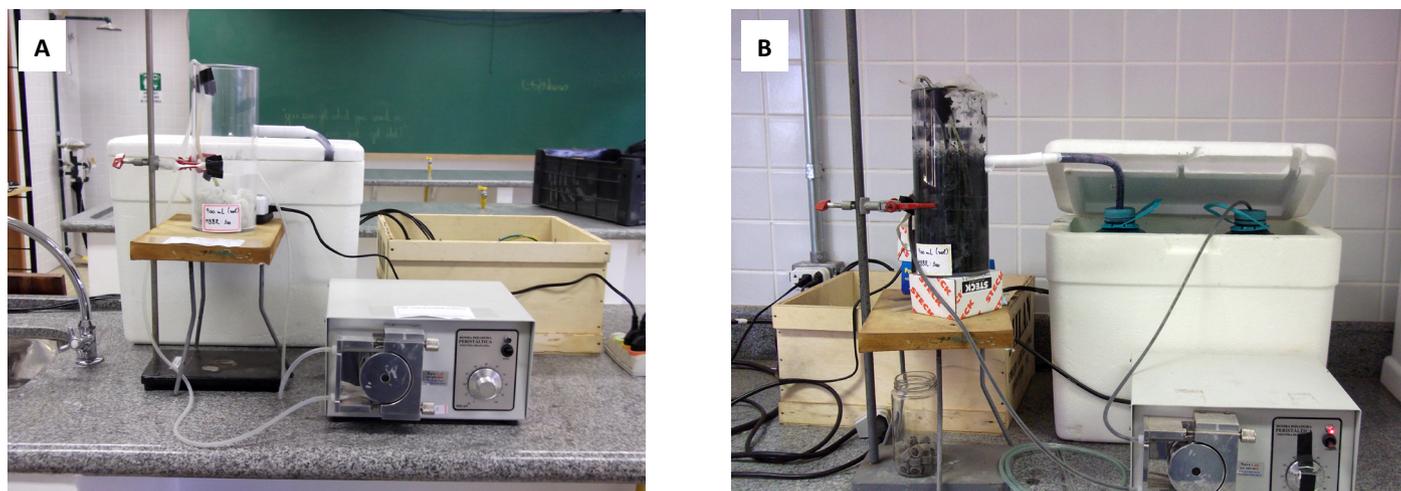


Figura 1 – Imagem do reator antes do experimento (A) e imagem do reator durante o experimento (B).

tria onde foi coletado o efluente. O lodo biológico, ao ser recebido no laboratório, foi imediatamente concentrado por sedimentação, e o concentrado, inoculado no MBBR para um SSV de 700 mg/L.

Inicialmente, o reator passou por um período de estabilização de aproximadamente de 10 dias para adesão e desenvolvimento do biofilme, cuja extensão depende das condições operacionais e da aclimação do lodo ao efluente (VANZETTO, 2012; ZILLI, 2013).

A aeração foi promovida por borbulhamento proveniente de um aerador acoplado a um difusor de pedra porosa para manter o OD superior a 2 mg/L.

Com a finalidade de avaliar o consumo de substrato no sistema biológico de decomposição da matéria orgânica, foi aplicado um modelo simplificado para conhecer a cinética do processo (METCALF & EDDY, 1991; REIS, 2007), conforme equações 3 a 5:

$$r_s = -K.S.A_s \quad (3)$$

$r_s$  = taxa de biodegradação do substrato (mg.L<sup>-1</sup>.m<sup>2</sup>.h<sup>-1</sup>);  
 $K$  = constante cinética do processo (m<sup>2</sup>.h<sup>-1</sup>);  
 $S$  = substrato (DQO mg.L<sup>-1</sup>);  
 $A_s$  = área superficial do suporte empregado (m<sup>2</sup>).

Esta poderia ser reescrita como:

$$Q.(S_0 - S_e) = V.K.A_s.S_e \quad (4)$$

Considerando  $TDH=V/(Q.24)$ , pode-se rearranjar a Equação 4 da seguinte forma:

$$\frac{S_0 - S_e}{TDH.A_s} = K.S_e \quad (5)$$

$Q$  = vazão volumétrica do sistema (L.h<sup>-1</sup>);

$S_0$  = substrato de entrada do sistema DQO (mg.L<sup>-1</sup>);

$S_e$  = substrato de saída do sistema DQO (mg.L<sup>-1</sup>);

$V$  = volume do reator (L);

$TDH$  = tempo de detenção hidráulica.

Com os dados obtidos nos experimentos e as variáveis operacionais impostas, pode-se determinar a constante cinética do sistema resultante do ajuste em um gráfico  $[(S_0 - S_e)/(TDH.A_s)] = \textit{versus} S_e$ .

Com a finalidade de verificar evidências de diferenças significativas entre as remoções obtidas nas diferentes COVs aplicadas, foi utilizada a análise de variância (ANOVA). As análises foram realizadas com o programa *GraphPad Prism 5, 2007*, utilizando o teste Tukey, com nível de significância <0,05, para comparação entre as médias de remoções.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Controle e otimização do Reator Biológico com Leito Móvel

A estratégia de operação foi a mudança da COV no momento em que era observada uma variação menor que 5% na remoção de DQO. A primeira COV teórica foi de 0,3 gDQO/L.d; a segunda, de 1,2 gDQO/L.d; a terceira,

de 3,0 gDQO/L.d; e a quarta, de 9,0 gDQO/L.d. Este reator foi operado por aproximadamente 107 dias, nos quais foram estudadas essas quatro diferentes COVs e TDHs, como demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Estratégia de operação do Reator Biológico com Leito Móvel.

Estágios	1°	2°	3°	4°
COV (gDQO/L.d) teórica	0,3	1,2	3,0	9,0
TDH previsto (h)	61,7	14,4	5,1	1,6
Tempo de operação (d)	1–40	41–62	63–98	99–107
Vazão diária (mL)	350	1.500	4.350	13.500

COV: CARGA ORGÂNICA VOLUMÉTRICA; TDH: TEMPO DE DETENÇÃO HIDRÁULICO.

### Caracterização físico-química do efluente da indústria têxtil

Na Tabela 2 estão relacionados os resultados das análises físico-químicas do efluente têxtil empregado.

Verificou-se que a razão  $DBO_5/DQO$  foi de  $0,42 \pm 0,06$ , o que indicou que esse efluente apresenta condição de ser tratado biologicamente. Quando essa razão é maior que 0,20, o efluente pode ser tratado pelo sistema biológico (METCALF & EDDY, 1991; SILVA, 2013; ZILLI, 2013).

O efluente da indústria demonstrou toxicidade aguda para *Daphnia magna*, com um FT de 64, o que fica acima do permitido pela Resolução nº 430 do CONAMA de 2011, que estabelece como valor máximo permitido para efluente de indústria têxtil o fator de toxicidade de FT 8. Isso indica que o efluente necessita de tratamento prévio antes da sua disposição no meio ambiente, para evitar efeitos tóxicos nos organismos expostos a ele (BRASIL, 2011).

Tabela 2 – Características iniciais do efluente têxtil, após filtração.

Parâmetro	Número de análises	Valor mínimo	Valor Médio	Valor máximo	Desvio padrão ( $\sigma$ )
$DBO_5$ (mg/L)	21	196	298	417	159,45
DQO (mg/L)	29	508	667	850	439,01
pH	43	7,7	8,2	9,2	0,37
Área espectral (%)	28	23	47	58	24
SST (mg/L)	4	1.969	2.097	2.458	488,48
SSV (mg/L)	4	37	54	106	30,67
Toxicidade (FT)	2	64	64	64	–

$DBO_5$ : DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGÊNIO; DQO: DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO; SST: SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS; SSV: SÓLIDOS SUSPENSOS VOLÁTEIS.

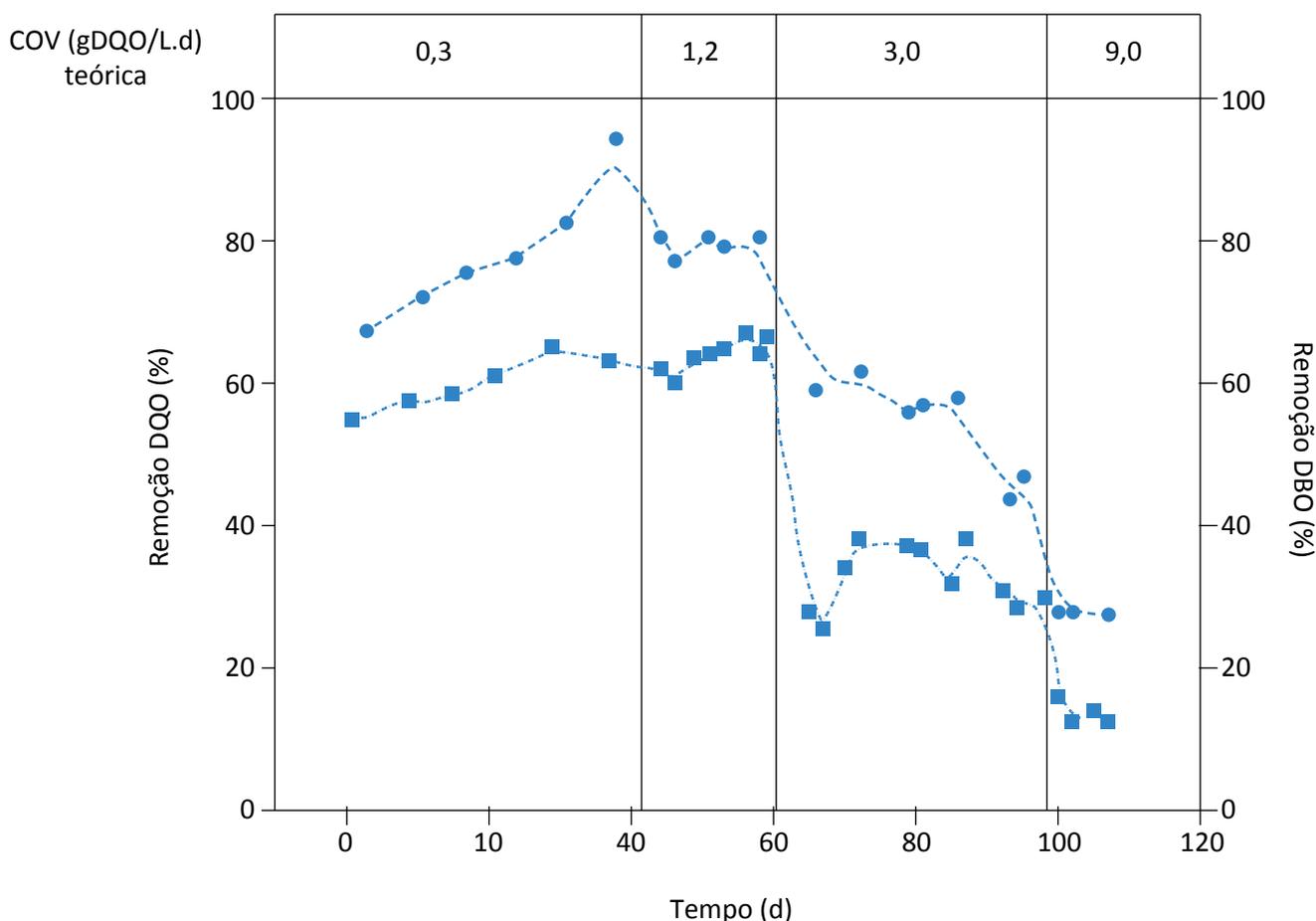
## Avaliação de biotratabilidade do efluente têxtil por Reator Biológico com Leito Móvel

Na Figura 2 é apresentada a remoção de DQO e  $DBO_5$  do efluente têxtil *versus* as COVs aplicadas.

Na Figura 1 é possível observar que o desempenho do reator na remoção de DQO e  $DBO_5$  diminui com o aumento da COV aplicada. Para a DQO, houve 77% de diminuição na eficiência entre a COV de 1,2 gDQO/L.d e a COV de 9,0 gDQO/L.d. Para a  $DBO_5$ , a diminuição foi de 65% entre as mesmas variações de carga. Foi observada uma média de 20 a 60% de remoção a mais na  $DBO_5$  do que na DQO na operação do MBBR. Isso está de acordo com o encontrado por outros autores, como Reis (2007), que obteve 92% de remoção de  $DBO_5$  em MBBR com COV de 0,3 gDQO/L.d; quando

utilizou COVs acima de 6 gDQO/L.d, as remoções de DQO e  $DBO_5$  não passaram de 28 e 38%, respectivamente. Também Rodriguês *et al.* (2010) encontraram 82% de remoção de  $DBO_5$  utilizando MBBR em COV de 1,2 gDQO/L.d. Segundo Rodgers & Xin-Min (2004), as melhores remoções observadas em MBBR foram na COV de 1,6 gDQO/L.d para efluente têxtil e alcançaram 70% de remoção para a DQO; Ødegaard (2006) conseguiu remoção de 74% de DQO operando o MBBR com COV de 2,4 gDQO/L.d para o mesmo tipo de efluente.

Os valores médios de remoção da matéria orgânica e dos demais parâmetros medidos são apresentados na Tabela 3.



COV: CARGA ORGÂNICA VOLUMÉTRICA;  $DBO_5$ : DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGÊNIO; DQO: DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO.

**Figura 2 – Remoção de demanda química de oxigênio (■) e remoção de demanda biológica de oxigênio (●) no Reator Biológico com Leito Móvel em cada carga orgânica volumétrica.**

A remoção máxima da área espectral para a COV 1,2 gDQO/L.d foi de 38%. No entanto, a remoção de área espectral para COV 9,0 gDQO/L.d atingiu apenas 24% de remoção.

Os valores do SSV mostrados na Tabela 3 permitem verificar que houve uma tendência no aumento dos SSV com o aumento das COVs. Os sólidos são referências nos tratamentos biológicos de efluentes devido ao crescimento de biomassa responsável pelo processo de biodegradação. São também mostrados os valores do SST no afluente e no efluente do MBBR, em que a remoção máxima de SST foi de 82,87%, e a remoção média, de 78,23%, verificando que o MBBR demonstra ser eficiente na remoção desse parâmetro. Outros autores conseguiram valores semelhantes na remoção de SST em MBBR entre 72,8 e 77,5% com COVs semelhantes (REIS, 2007; SCHNEIDER, 2010).

Observa-se que, com o aumento da COV, ocorre diminuição da razão A/M, de 0,68 gDBO/gSSV.d (COV 0,3 gDQO/L.d) para 0,24 gDBO/gSSV.d (COV 9,0 gDQO/L.d) devido ao alto teor de sólidos suspensos no reator.

Quando a razão A/M é baixa ( $A/M \leq 0,10$  gDBO/gSSV.d), a quantidade de alimento é insuficiente para manter o crescimento celular. A razão ótima para reatores MBBR é a mesma que para lodos ativados, 0,15 e 0,99 gDBO/gSSV.d (SCHNEIDER, 2010; VANZETTO, 2012; NOGUEIRA, 2013). A concentração de SST em suspensão no reator ficou entre 3.997 mg/L para COV 0,3 gDQO/L.d e 8.017 mg/L para COV 9,0 gDQO/L.d. Reis (2007) encontrou valores próximos entre 2.000 e 8.000 mg/L para SST em suspensão no MBBR.

Com relação ao SSV em suspensão no MBBR, os valores foram de 537 mg/L (COV 0,3 gDQO/L.d), 512 mg/L (COV 1,2gDQO/L.d), 714 mg/L (COV 3,0 gDQO/L.d) e 929 mg/L (COV 9,0 gDQO/L.d). Isso também foi observado por Vanzetto (2012), entre 200 e 900 mg/L, e por Reis (2007), entre 200 e 400 mg/L. Uma baixa relação SSV/SST foi obtida para os sólidos suspensos (0,13), isso é devido à presença de sólidos inorgânicos do próprio efluente alimentado ao reator.

A biomassa aderida nas biomédias, no início da operação, foi de 447 mg/L de SST na COV 0,3 gDQO/L.d e

**Tabela 3 – Resumo de operação do Reator Biológico com Leito Móvel.**

Parâmetros	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4
Tempo de operação (d)	1–40	41–62	63–98	99–107
TDH (h)	61,7	14,4	5,1	1,6
COV (gDQO/L.d)	0,31±0,01	1,21±0,05	2,96±0,14	8,92 ± 0,17
SST (mg/L)	3997	5632	7321	8017
SST aderido (mg/L)	447	678	631	752
SSV (mg/L)	537	512	714	929
SSV aderido (mg/L)	123	178	225	314
Remoção (%)				
DQO	59,5±3,8	63,8±2,3	31,5±4,5	13,0±1,7
DBO <sub>5</sub>	76,4±9,34	80,2±1,43	56,4±6,6	27,8±0,01
Área espectral	34,3±2,99	35,0±4,55	29,3±5,3	3,5±0,5
Toxicidade (FT)	–	–	87,5±3,0	75,0±2,7
SST suspenso	81,3±3,87	73,3±4,14	77,1±3,6	82,9±4,8

TDH: TEMPO DE DETENÇÃO HIDRÁULICO; DBO<sub>5</sub>: DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGÊNIO; DQO: DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO; SST: SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS; SSV: SÓLIDOS SUSPENSOS VOLÁTEIS.

atingiu 752 mg/L na COV 9,0 gDQO/L. Por outro lado, o SSV apresentou um aumento na biomassa aderida no decorrer do experimento, apresentando 123 mg/L ao fim da COV 0,3 gDQO/L.d, para 314 mg/L na COV 9,0 gD-

### Cinética de degradação

Na Figura 3 é mostrado o gráfico que relaciona a concentração de substrato com seu consumo, TDH no reator e área superficial dos meios suportes.

Foi determinada uma constante cinética (K) igual a  $0,0048 \text{ m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ . O valor de K encontrado, quando comparado com outros valores na literatura, como  $0,003 \text{ m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ , encontrado por Vanzetto, (2012) e  $0,62 \text{ m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ , por Reis (2007), indica que o efluente têxtil tem maior degradação por área e por tempo que o efluente Kraft (VANZETTO, 2012), mas seu valor de degradação é aproximadamente 100 vezes menor que o obtido pelo efluente doméstico (REIS, 2007).

Com a constante cinética (K) foi calculada a taxa de biodegradação do substrato e também o consumo especí-

QO/L.d. Esses valores caracterizam um crescimento da biomassa aderida às biomédias, como observado por outros autores, em que esta variou de 76 a 459 mg/L (REIS, 2007; VANZETTO, 2012; ALMADA, 2013).

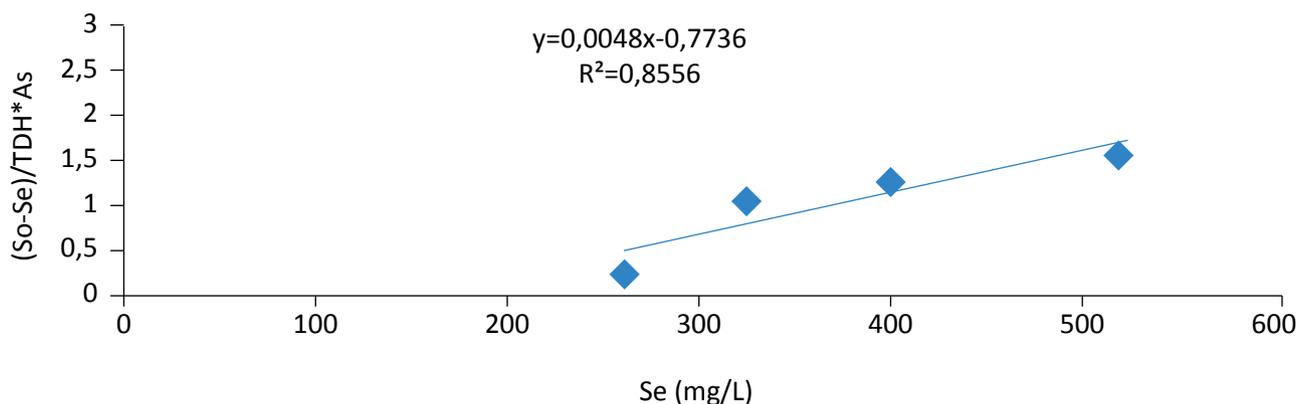
fico máximo de substrato, pela razão  $r_s/\text{SSV}$  aderido na biomédia. Este valor calculado foi de  $0,027 \text{ d}^{-1}$ , sendo encontrados na literatura valores de  $0,03 \text{ d}^{-1}$  por Ødegaard (2006), de  $0,007 \text{ d}^{-1}$ , por Vanzetto (2012), e de  $3,54 \text{ d}^{-1}$ , por Liu *et al.* (2007).

O consumo específico máximo obtido indica que a mesma concentração de biomassa como SSV degrada mais efluente têxtil de que efluentes recalcitrantes, como o Kraft. No entanto, esse valor remete a menor degradação desse efluente, quando comparado ao efluente doméstico (LIU *et al.*, 2007), mas similar ao obtido pela biomassa do tratamento de outro efluente têxtil feito por Ødegaard (2006).

## CONCLUSÕES

Durante 107 foi avaliada a utilização do MBBR no tratamento de efluente de indústria têxtil, com a utilização das análises DQO,  $\text{DBO}_5$ , absorvância máxima, SST, SSV e toxicidade. Para tratamento desse efluente, foi utilizado o sistema MBBR em quatro diferentes COVs. Na COV de 0,3 gDQO/L.d, com TDH de 61,7h, ou seja,

dois dias e meio, foi alcançada a melhor remoção de  $\text{DBO}_5$  94,07%, com média geral de 78,06%. Enquanto a COV de 1,2 gDQO/L.d, com TDH de 14,4h, apresentou a maior média de remoção de DQO: 63,89%. Com a utilização das COVs de 3,0 gDQO/L.d, com TDH de 5,1h, e de 9,0 gDQO/L.d, com TDH de 1,6h, foi possível



TDH: TEMPO DE DETENÇÃO HIDRÁULICO.

Figura 3 – Cinética de primeira ordem da constante de biodegradação do substrato.

verificar que houve redução na eficiência de remoção da matéria orgânica. Apresentando médias de remoção para DQO de 28,0% e DBO<sub>5</sub> de 54,2% em COV de 3,0 gDQO/L.d, já para COV de 9,0 gDQO/L.d as remoções foram de 13,4% para DQO e 28,1% para DBO<sub>5</sub>.

Os resultados das cinéticas do reator foram interessantes, pois as constantes calculadas demonstram que a degradação obtida para o efluente têxtil é mais lenta que as obtidas para efluentes domésticos, mas mais rápidas que aquelas obtidas para efluentes recalcitrantes, como os de celulose.

Quando comparado a outras tecnologias, como lagoas e lodos ativados, como era o caso do tratamento da in-

dústria onde foi coletado o efluente em estudo, o MBBR evidencia-se como uma tecnologia em ascensão, pois demonstrou ter 30% a mais, em média, na capacidade de degradar o efluente têxtil, em relação ao lodo ativado no mesmo espaço de tempo. Já quando comparado com lagoas a tecnologia se torna muito mais promissora, visto que consegue reduzir o tempo de tratamento em até 200%, além de conseguir média de degradação do efluente têxtil em 20% a mais do que lagoas. O MBBR pode ser considerado uma tecnologia promissora que pode ser empregada sem a necessidade de novas construções para o tratamento, pois pode ser conciliada com outras tecnologias já existentes nas indústrias, como lodos ativados, lagoas e reatores em geral.

## REFERÊNCIAS

- ALMADA, R. B. *Avaliação de reatores de leito móvel com biofilme (MBBR) em série para tratamento de diferentes efluentes de refinaria de petróleo visando ao reúso industrial*. Tese (Doutorado) – da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.
- ALMEIDA, E.; ASSALIN, M. R.; ROSA, M. A.; DURAN, N. Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio. *Química Nova*, v. 27, p. 5, 2004.
- APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard Methods for the Examination of water and wastewater*. 21<sup>st</sup> ed. Washington: American Public Health Association, 2005.
- BRAILE, P. M. & CAVALCANTI, J. E. W. A. *Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais*. São Paulo: CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo, 2010.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). *Resolução nº 430*. Brasília: CONAMA, 2011.
- FREITAS, K. R. Caracterização e reúso do Efluente do Processo de Beneficiamento da Indústria Têxtil. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- GUARANTINI, C. C. I. & ZANONI, M. V. B. Corantes têxteis. *Química Nova*, v. 23, p. 71-78, 2000.
- HESSEMER, M. E. & SENS, M. L. Tratamento do efluente de uma indústria têxtil. Processo físico-químico com ozônio e coagulação/floculação. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 7, p. 30-36, 2002.
- LACERDA, C. A. M. Avaliação da efetividade de remoção de cor de soluções corantes e efluentes têxteis pelo tratamento fotocatalítico com óxidos de ferro recobertos com dióxido de titânio. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto, 2010.
- LIU, R.; CHIU, H. M.; SHIAU, C. S.; YEH, R. Y. L.; HUNG, Y. T. Degradation and sludge production of textile dyes by Fenton and photo-Fenton processes. *Dyes and Pigments*, v. 73, p. 1-6, 2007.
- LOPES, C. S. D. Análise ambiental da fase de acabamento do jeans. *Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v. 6, p. 42-46, 2011.
- METCALF & EDDY. *Wastewater Engineering: treatment, disposal, reuse*. 3<sup>rd</sup> ed. New York: McGraw Hill, 1991.

NIGAM, P.; BANAT, I. M.; SINGH, D.; MARCHANT, R. Microbial process for the decolorization of textile effluent containing azo, diazo and reactive dyes. *Process Biochemistry*, v. 31, p. 435, 1996.

NOGUEIRA, A. A. Biofiltração e oxidação avançada para tratamento terciário e reúso de efluente de refinaria. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

ØDEGAARD, H. Innovations in wastewater treatment: the moving bed biofilm Process. *Water Science Technology*, v. 53, n. 9, p. 17-33, 2006.

OLIVEIRA, D. V. M. *Caracterização dos parâmetros de controle e avaliação de desempenho de um Reator Biológico com Leito Móvel (MBBR)*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

QUEDA, A. & DUARTE, L. Guia de métodos de análise laboratorial para às sessões laboratoriais. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2008.

REIS, G. G. Influência da carga orgânica no desempenho de reatores de leito móvel com biofilme (MBBR). Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

ROBINSON, T.; MC-MULLAN, G.; MARCHANT, R.; NIGAM, P. Remediation of dyes in textile effluent: a critical review on current treatment technologies with a proposed alternative. *Bioresource Technology*, v. 77, p. 247-255, 2001.

RODGERS, M. & XIN-MIN, Z. Biological nitrogen removal using a vertically moving biofilm system. *Bioresource Technology*, v.93, n.3, p. 313-319, 2004.

RODRIGUÊS, K.; VIDAL, C. B.; BARBOSA, C. A. B.; PESSOA, C. R. W.; DUARTE, I. C. S.; MARINHO, G. Viabilidade do tratamento de água residuária sintética têxtil em reator aeróbio de leito fixo. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 15, p. 49-57, 2010.

RUSTEN, B., EIKEBROKK, B., ULGENES, Y., LYGREN, E. Design and operations of the Kaldnes moving bed biofilm reactors. *Aquacultura IEnginnering*, v. 34, p. 322-331, 2006.

SANTANA, V. S. & MACHADO, N. R. C. F. Degradação fotocatalítica de efluentes de indústria têxtil empregando TiO<sub>2</sub> e NbO<sub>5</sub>, sob irradiação visível. *Acta Scientiarum*, v. 24, p. 1681-1686, 2002.

SCHINEIDER, E. E. Avaliação de um reator de leito móvel com biofilme para tratamento de efluente da indústria do petróleo, com posterior ozonização acoplada a carvão ativado granular com biofilme. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.

SILVA, J. D.; SCHNEIDERS, D.; TILL, A.; LAPA, K. R.; PINHEIRO, A. Atividade metanogênica específica (AME) de lodos industriais provenientes do tratamento biológico aeróbio e anaeróbio. *Ambi-Agua*, v. 8, n. 2, p. 135-145, 2013.

VANZETTO, S. C. Controle do Tratamento de efluentes de indústria de celulose kraft e estudos de viabilidade de tratamento destes por MBBR. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

ZILLI, R. P. Influência do tempo de retenção hidráulica e da velocidade superficial do ar no desempenho de um reator de leito móvel com biofilme (MBBR). Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

# COMPORTAMENTO ÓPTICO DE VIDROS E PELÍCULAS DE PROTEÇÃO SOLAR E SUA RELAÇÃO COM O CONFORTO AMBIENTAL

OPTICAL BEHAVIOR OF GLASSES AND SUN PROTECTION FILMS  
AND THEIR RELATIONSHIP WITH ENVIRONMENTAL COMFORT

## *Regis de Castro Ferreira*

Engenheiro Agrônomo. Professor Associado da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (UFG) – Goiânia (GO), Brasil.

## *Elza Glauce Pereira da Silva Alves*

Engenheira Civil. Mestre em Engenharia do Meio Ambiente da Escola de Engenharia Civil da UFG – Goiânia (GO), Brasil.

### **Endereço para correspondência:**

Regis de Castro Ferreira –  
Universidade Federal de Goiás,  
Escola de Agronomia – Avenida  
Esperança, s/n – Campus  
Samambaia – 74690-900 – Goiânia  
(GO), Brasil – E-mail: rcastro@ufg.br

## **RESUMO**

Superfícies transparentes merecem especial atenção quando se trata do conforto ambiental de edificações, pois são elementos vulneráveis a ganhos de calor, principalmente em regiões tropicais. O presente trabalho teve como objetivo propor indicativos para o emprego apropriado de vidros e películas de proteção solar para sua correta especificação, visando menor consumo energético e melhor conforto ambiental em edificações. Para tal, foram avaliadas as propriedades espectrais de vidros e películas por técnica espectrofotométrica e determinados os parâmetros de controle de ganho de carga térmica, a saber: fator solar (FS), ganho de calor solar (GCS), razão visível/infravermelho e coeficiente de sombreamento (CS). Os resultados mostraram que, para a correta escolha e especificação das superfícies transparentes, deve ser analisado o parâmetro GCS. Sugere-se, ainda, associar à essa análise valores de transmissão ( $\tau$ ) no espectro visível acima de 30%.

**Palavras-chave:** fechamentos transparentes; ganho de carga térmica; eficiência energética.

## **ABSTRACT**

Transparent surfaces deserve special attention when it concerns the environmental comfort of buildings, since these elements are vulnerable to heat gains, mainly in tropical regions. The spectral properties of glasses and solar films were analyzed using the spectrophotometric technique. From the experimental data and from the established conditions of the thermal charge for tropical latitudes, we determined the gain control parameters for solar heat of transparent surfaces, such as: solar factor (SF), solar heat gain (SHG), visible/infra-red ratio and shading coefficient (SC). This study aimed to propose indicatives for the appropriate use of glazing and solar protection films for correct specification, targeting the lower energy consumption and better environmental comfort in buildings. From the analysis of the results, we proposed indicatives for the appropriate employment of the transparent surfaces analyzed for their correct specification, in order to achieve smaller energy consumption and better thermal comfort.

**Keywords:** transparent closings; thermal load gain; energy efficiency.

## INTRODUÇÃO

Envelopes de construções altamente envidraçadas se tornaram muito populares entre os arquitetos e as empresas de construção ao longo das últimas décadas, e fachadas transparentes têm sido amplamente adotadas em diferentes tipos de edifícios, independentemente da tipologia climática local. Como consequência, a eficiência energética e o conforto ambiental internos são deficientes nesses edifícios. Superaquecimento no verão e perda excessiva de energia no inverno, bem como desconforto térmico e reclamações, pelos ocupantes, acerca de brilho, são alguns dos problemas que são frequentemente encontrados (GOIA; PERINO; SERRA, 2013; OU, 2014).

Em regiões de clima quente, o principal problema das fachadas envidraçadas é o aquecimento das edificações devido ao ganho excessivo de carga térmica decorrente da incidência da radiação solar (CETINER & ÖZKAN, 2005). Esta caracteriza-se pela transferência de energia por meio de ondas eletromagnéticas emitidas pelo Sol, da qual uma parte é interceptada pelo sistema Terra-atmosfera e convertida em outras formas de energia, como, por exemplo, calor e energia cinética da circulação atmosférica (PINATTI & SICHIERI, 1999). A quantidade de radiação solar que atinge a camada da atmosfera é, em média, de  $1.353 \text{ W/m}^2$  (constante solar).

Embora a atmosfera seja muito transparente à radiação solar incidente, somente cerca de 25% penetra diretamente na superfície da Terra sem nenhuma interferência da atmosfera, constituindo a radiação direta. O restante é ou refletido de volta para o espaço, absorvido ou espalhado em volta até atingir a superfície da Terra ou retornar ao espaço (Figura 1). Assim sendo, o que determina se a radiação será espalhada, absorvida ou refletida de volta depende, em grande parte, do comprimento de onda da energia que está sendo transportada, assim como do tamanho e da natureza do material que intervém. O espalhamento constitui-se na dispersão da radiação em todas as direções — para cima, para baixo e para os lados. A reflexão ( $\rho$ ) é um caso particular de espalhamento. A radiação difusa é constituída de radiação solar, que é espalhada ou refletida de volta para a Terra, sendo responsável pela claridade do céu durante o dia e pela iluminação de áreas que não recebem iluminação direta do Sol. Por outro lado, é pela absorção ( $\alpha$ ) que a radiação é convertida em calor. Já o espalhamento e a  $\rho$  simplesmente mudam a direção da radiação (GRIM, 2015).

A Figura 2 mostra o espectro da radiação solar que atinge a superfície da Terra para o caso do Sol no zênite (altura=90°) (curva inferior), com o espectro da radiação solar incidente no topo da atmosfera (curva superior). A área entre as duas curvas representa a diminuição da radiação devido a:

1. retroespalhamento e  $\alpha$  por nuvens e aerossóis e retroespalhamento por moléculas do ar (área não sombreada);
2.  $\alpha$  por moléculas do ar (área sombreada).

Devido às superfícies envidraçadas serem transparentes à radiação solar (ondas curtas) e opacas à radiação infravermelha (ondas longas), estas causam aquecimento com consequências imediatas: o desconforto dos usuários e a intensificação do consumo de energia elétrica para o condicionamento artificial do ambiente. A identificação de tais problemas gerou a necessidade de desenvolvimento de novas tecnologias de produção de vidros especiais e películas de proteção solar que buscam os componentes perfeitos: alta transmissão ( $\tau$ ) luminosa (espectro visível); baixa  $\tau$  de calor (espectro do infravermelho); baixa  $\tau$  de ultravioleta (UV) (Figura 3), cujo objetivo é buscar a melhoria da eficiência energética (ALUCCI, 2005).

Segundo Ou (2014), outra questão que merece destaque é o problema decorrente de o fluxo energético ser refletido diretamente na cidade. Apesar de os vidros reflexivos impedirem que boa parte da radiação solar atinja o ambiente interno, essa energia refletida pode convergir para o espaço urbano onde a população vive e perturbar a visão humana pelo efeito de mascaramento visual, principalmente em motoristas.

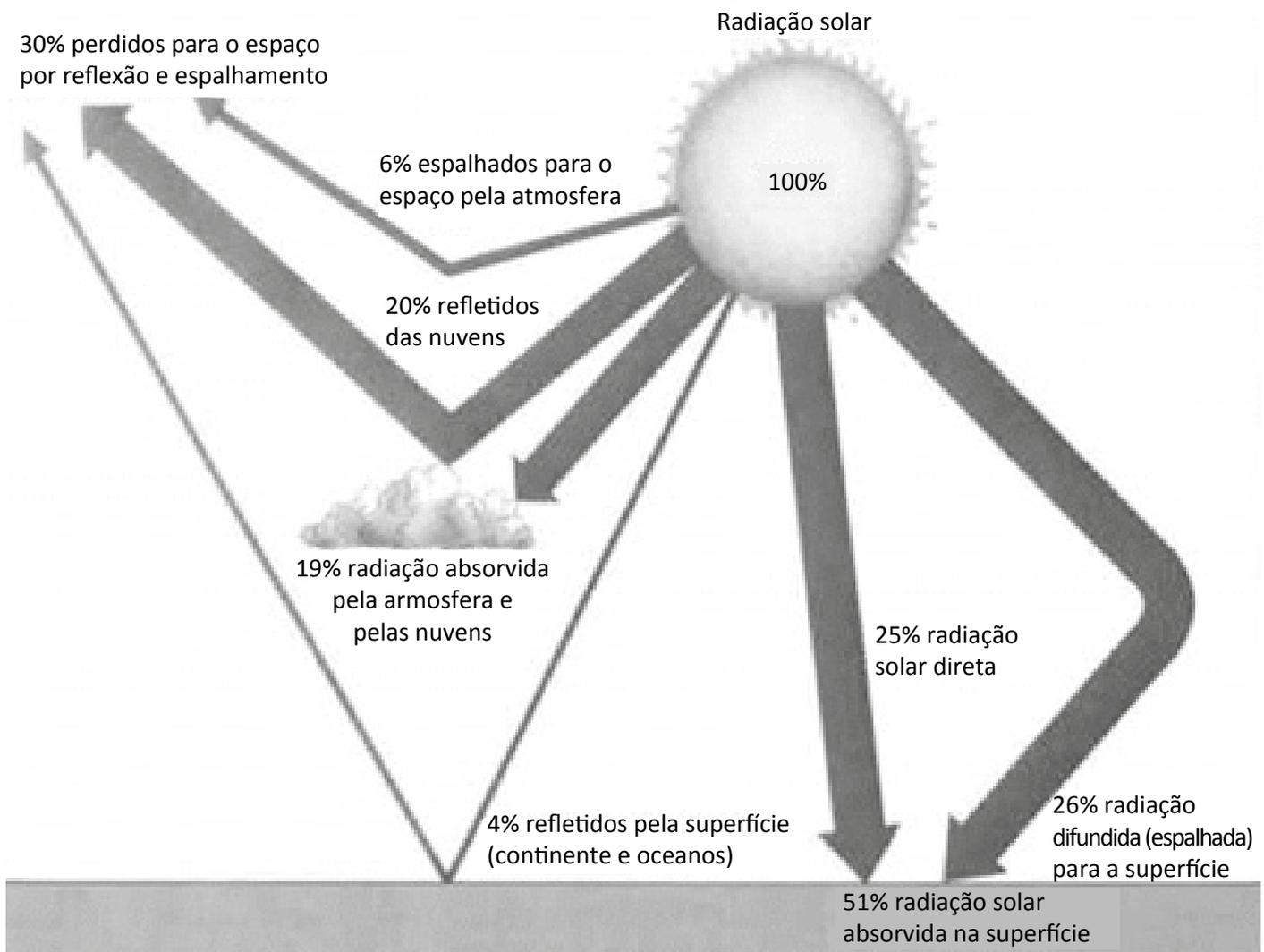
Com o surgimento e desenvolvimento da indústria energética no final do século dezenove, teve início uma significativa alteração das técnicas de projeto e construção das edificações, da postura diante da problemática da adaptação climática. Padrões arquitetônicos foram drasticamente alterados pela possibilidade do uso de energia elétrica para climatização e iluminação (SHALDERS, 2003). Quando se fala em eficiência energética de uma edificação, a busca do conforto térmico é o fator que gera maior demanda do consumo energético e o vidro é o elemento construtivo responsável pelos maiores índices de  $\tau$  de energia solar (Figura 3). As superfícies transparentes merecem especial atenção quando

se trata do conforto térmico de edificações, pois são elementos vulneráveis a um ganho de calor, principalmente em locais de alta densidade de radiação solar incidente, como é o caso do município de Goiânia (GO).

Algumas variáveis de projeto, tais como a orientação geográfica e as características ópticas dos materiais especificados (vidros), podem, quando mal implantadas, implicar em significativo acúmulo de densidade de energia no interior das edificações, traduzindo-se em desconforto térmico e/ou visual para os usuários. Consideradas como elemento crítico por muitos pesquisadores (JORGE, 1996; LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2004; GHISI; TINKER; IBRAHIM, 2005), as aberturas com seus fechamentos transparentes contribuem para

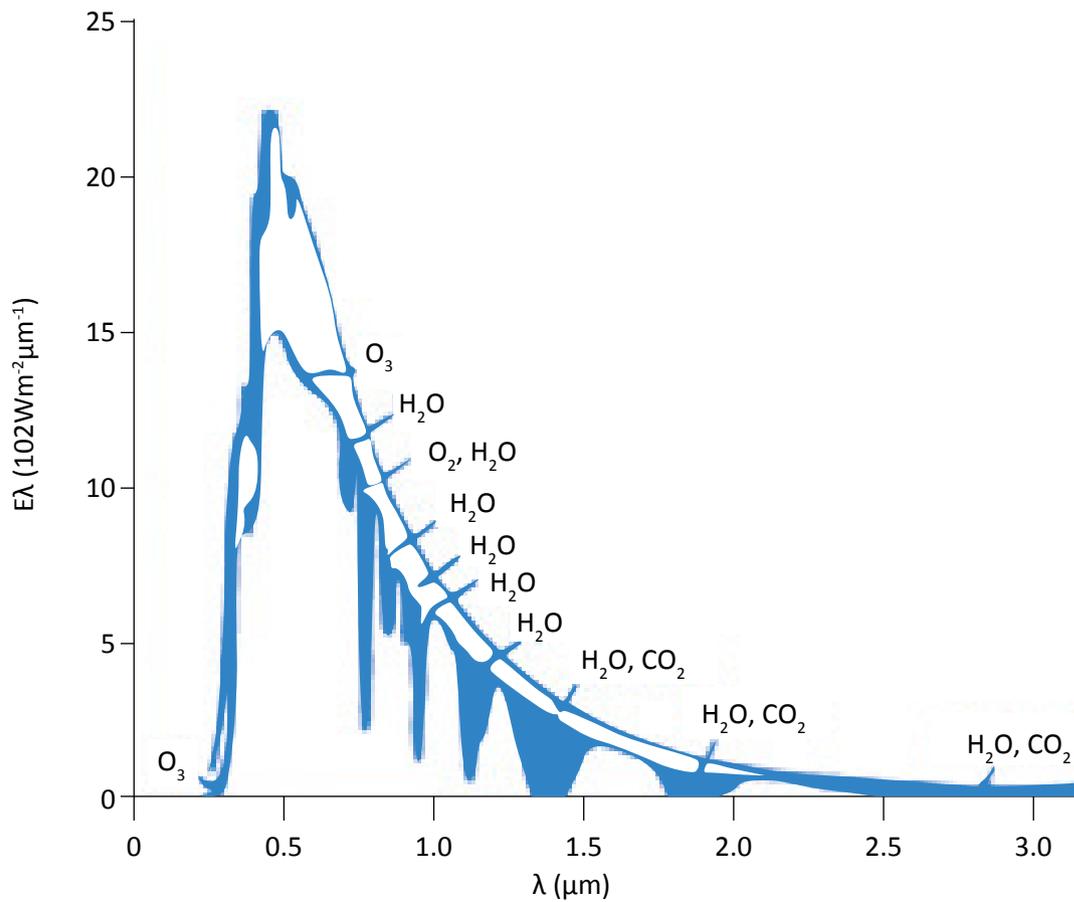
as trocas de energia entre os meios externo e interno da edificação. O ganho de calor ocorre, como visto, pelos mecanismos da radiação direta, difusa e emitida pelo entorno.

Mesmo com o clima pouco favorável ao emprego de fachadas de vidro em regiões tropicais, observa-se seu uso frequente. Assim, torna-se pertinente o estudo das características ópticas dos vidros e das películas de proteção solar utilizados na construção civil, para a correta especificação dos produtos mais adequados para o clima dessas regiões. Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi o de estudar as características ópticas dos vidros e das películas de proteção solar, a fim de fornecer subsídios e indicati-



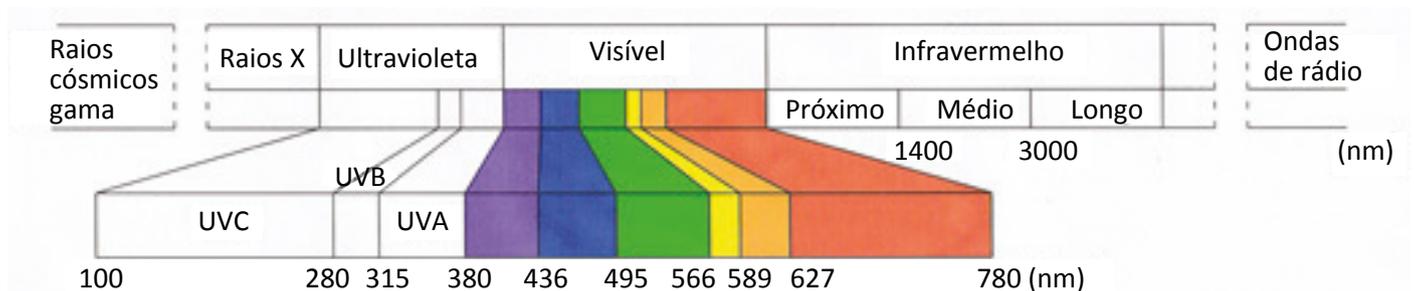
FONTE: GRIM (2015).

**Figura 1 – Distribuição percentual da radiação solar incidente.**



FONTE: GRIM (2015).

Figura 2 – Espectro da radiação solar no topo da atmosfera (curva superior) e no nível do mar (curva inferior), para atmosfera média e sol no zênite.



FONTE: PEREIRA (2007).

Figura 3 – O espectro eletromagnético.

vos para o seu apropriado emprego, quando se fizer necessária a sua especificação, tendo como premissa

o conforto ambiental e a eficiência energética do ambiente construído.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Amostras

As amostras foram separadas em grupos por tipo de material. A Tabela 1 relaciona os dados dos vidros e das películas de proteção solar analisados neste estudo.

Os vidros laminados são comercializados com os termos 108, 114 e 120, valores estes especificados pelos

fabricantes. Os números 8, 14 e 20 representam as porcentagens de luz (visível) que devem ser transmitidas por esses vidros, ou seja, espera-se que esses vidros transmitam no espectro visível (Figura 3) 8, 14 e 20%, respectivamente. Esse termo é conhecido como Índice de Controle de Radiação Solar.

**Tabela 1 – Descrição dos vidros e películas estudados.**

Tipo de material	Código da amostra	Denominação comercial	Cor	Espessura vidro (mm)
Vidro incolor	VI 3 mm	Comum	Incolor	3
Vidro laminado	LM-01	BS 108	Ouro	3+3
	LM-02	114 VI	Verde	3+3
	LM-03	114 AI	Verde	3+4
	LM-04	120 VI	Verde	4+4
	LM-05	Antélio	Bronze	4+4
Vidro refletivo	RF-01	CEB 120	Azul	4
	RF-02	CEB 130	Bronze	4
	RF-03	CEB 140	Cobre	4
Película de privacidade	PP-01	Intercontrol	G5 – Azul	4
	PP-02	Sun Tek	G5 – Fumê	4
	PP-03	Intercontrol	G20 – Azul	4
	PP-04	Sun Tek	G 20 – Fumê	4
	PP-05	Solar Gard	G20 – Fumê	4
Película refletiva	PR-01	Intercontrol	Fumê	4
	PR-02	Sun Control	Fumê	4
	PR-03	Intercontrol	Prata	4
	PR-04	Sun Control	Prata	4
	PR-05	Solar Gard	Prata	4
	PR-06	Intercontrol	Bronze	4
	PR-07	Solar Gard	Bronze	4

AS PELÍCULAS POSSUEM ESPESSURA DE 0,03 MM, APLICADAS EM VIDROS INCOLORES.

## Análise espectrofotométrica

Na análise espectrofotométrica o equipamento fornece como resultados as porcentagens de  $\tau$ ,  $\rho$  e  $\alpha$ . Os espectrofotômetros possuem microcomputador eletrônico embutido, que facilita a operação, a obtenção dos resultados e a troca automática das lâmpadas durante a operação de medição. Todas as amostras foram ensaiadas no intervalo de comprimento de onda entre 290 e 1.800 nm, seguindo os procedimentos da *American Society for Testing Materials* (ASTM, 2012). Essa norma indica um intervalo de ensaio aproximado em torno de 300 a 2.500 nm. Devido à falta de disponibilidade de equipamento que cobrisse todo esse espectro na época dos ensaios e tendo em vista que os comprimentos de ondas superiores a esses valores atingem de forma bastante reduzida a superfície terrestre, pois são absorvidos pelos vapores de água e dióxidos de carbono presentes na atmosfera, assumiu-se o intervalo de 290 a 1.800 nm para as análises. Por outro lado, os comprimentos de ondas inferiores a 290 nm são absorvidos pela camada de ozônio existente na atmosfera. Foram feitas subdivisões, caracterizando as regiões do UV (290 a 380 nm), do visível (380 a 780 nm) e do infravermelho (780 a 1.800 nm). Devido à referida disponibilidade dos equipamentos e à limitação destes em cobrir toda a faixa do espectro desejada, as análises espectrofotométricas desenvolveram-se em três etapas: primeira etapa — foi analisada a transmitância (modo  $\tau$ ) em espectrofotômetro pertencente ao Centro de Pesquisas em Alimentos

(CPA) da Universidade Federal de Goiás (UFG), em Goiânia, modelo Lambda 25, marca Perkin Elmer, cuja leitura limita-se a 1.100 nm. Portanto, o espectro lido foi de 290 a 1.100 nm; segunda etapa — foram realizadas análises espectrofotométricas de transmitância, em espectrofotômetro do Laboratório Nacional do Ministério da Agricultura em Goiás (LANAGRO), Goiânia, modelo Nir 900, da Femto, que permitia leituras somente a partir de 1.100 nm); assim sendo, o espectro lido foi de 1.100 a 1.800 nm; e terceira etapa — foram realizadas as análises espectrofotométricas de reflectância (modo  $\rho$ ) no Instituto de Física “Gleb Wataghin” da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). O aparelho utilizado foi o modelo Lambda 9, da Perkin Elmer. O intervalo de leituras foi de 290 a 1.800 nm. A utilização desse terceiro aparelho se justificou pela limitação dos demais em proceder leituras no modo  $\rho$ .

Após a preparação das amostras (corte e polimento dos vidros, e aplicação das películas nos vidros transparentes) e a regulagem do espectrofotômetro, as leituras foram obtidas em porcentagem de transmissão e reflexão. As amostras foram dispostas horizontalmente ao plano da normal ( $0^\circ$ ), com o feixe da radiação incidindo perpendicularmente às amostras. É nesta posição, ou seja, raios solares incidindo perpendicularmente à superfície, que ocorre a maior transmissão dos raios solares, situação mais crítica para a análise dos parâmetros de desempenho térmico dos vidros.

## Parâmetros relacionados ao ganho de calor e ao controle solar através de fachadas transparentes

### Coefficiente de $\alpha$

Quando a radiação solar ( $I_g$ ) incide sobre uma superfície transparente, parte dela é transmitida diretamente para o interior do ambiente, parte é refletida e parte é absorvida. Parte da radiação absorvida é reirradiada para o exterior e parte é reirradiada para o interior.

Para controlar o ganho de calor através das superfícies transparentes, as porcentagens de  $\tau$  e  $\rho$  são determinadas nos ensaios espectrofotométricos e a porcentagem de  $\alpha$  é definida por:

$$I_g = (\alpha \cdot I_g) + (\rho \cdot I_g) + (\tau \cdot I_g) \Rightarrow \alpha + \rho + \tau = 1 \quad (1)$$

### Razão visível/infravermelho

Segundo ASSIS (1998), o vidro ideal para situações de elevada incidência de  $I_g$  deve possuir pouca  $\tau$  no espectro do infravermelho (menor que 30%) e boa  $\tau$  no espectro visível (acima de 50%), assim, a autora, estabeleceu a razão visível/

infravermelho para esta análise comparativa. Sob o ponto de vista de ganho e perda de calor, devem ser levados em consideração os valores do fator solar (FS), do ganho de calor solar (GCS) e do coeficiente de sombreamento (CS).

A razão visível/infravermelho é uma relação entre a porcentagem de radiação transmitida na região do espectro visível (Vis) e na região espectro do infravermelho (IV).

$$\text{Razão Vis/IV} = \frac{\% \text{Vis}}{\% \text{IV}} \quad (2)$$

Quando as porcentagens de  $\tau$  forem iguais, o coeficiente é igual a um. Se a  $\tau$  do espectro visível for

### Fator solar

FS é o quociente da taxa de radiação transmitida ( $\tau$ ) através de um componente transparente, sob determinado ângulo de incidência, mais a parcela absorvida ( $\alpha$ ) e posteriormente reirradiada para o interior, pela taxa da Ig total incidente sobre a superfície externa (ABNT, 2005a). Está relacionado à possibilidade de bloqueio dos raios solares, representando o percentual de radiação possível de ser admitida ao ambiente, quando incidir sobre o material transparente.

$$\text{F.S.} = \tau + (\alpha \cdot U \cdot R_{se}) \quad (3)$$

O  $R_{se}$  é a resistência térmica da camada de ar adjacente à superfície externa de um componente que transfere calor por radiação ou convecção ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ ,  $R_{se} = 0,04$  ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ ) (ABNT, 2005b). O  $R_{se}$  é também expresso como  $1/h_e$ , em que  $h_e$  é o coeficiente superficial externo de  $\tau$  de calor. A transmitância térmica ou coeficiente global de  $\tau$  de calor do material em estudo ( $U$ , em  $\text{W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ) quantifica a capacidade de transferência de calor através do material.

Neste estudo, o valor assumido para a transmitância térmica foi de  $5,89 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Segundo Santos & Roriz (2012), no instante em que a energia solar incide sobre a superfície de um material transparente, ele passa a absorvê-la e tem a possibilidade de trocá-la instantaneamente, tanto com o exterior como com o interior, através dos processos de radiação e convecção, sendo que a energia absorvida internamente no material migra rapidamente, devido a pequena espessura, para ambas as superfícies. Para que esses dois processos ocorram, as temperaturas nas superfícies dos vidros devem ser superiores às temperaturas internas e externas dos ambientes. Sendo o vidro um material homogêneo e com espessura constante, a transmitância térmica total ( $U$ ) é dada pela Equação (ABNT, 2005b):

maior, este coeficiente será maior que um. E se a  $\tau$  na região do infravermelho for maior, o coeficiente será menor que um. Preconiza-se, portanto, materiais cujos índices sejam maiores que um, pois, para as condições climáticas de regiões de alta incidência da radiação solar, seria interessante admitir luz e re- futar o calor. Para completar essa análise, deve-se procurar um material que possua boa  $\tau$  no espectro visível, possibilitando o aproveitamento da iluminação natural.

$$U = \frac{1}{R} \quad (4)$$

Em que:  $R$  é a resistência térmica total da lâmina, em  $[(\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W}]$ , dada pela seguinte Equação:

$$R = \frac{1}{h_i} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h_e} \quad (5)$$

Em que:  $\lambda$  é a condutividade térmica do material ( $\text{W} / \text{m} \cdot \text{K}$ ); “ $e$ ” corresponde à espessura do material ( $\text{m}$ );  $h_i$  é o coeficiente superficial interno de  $\tau$  de calor,  $h_i = 7,7 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$  (ABNT, 2005b);  $h_e$  é o coeficiente superficial externo de  $\tau$  de calor,  $h_e = 25,0 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$  (ABNT, 2005b).

ASSIS (1998) despreza o termo ( $e/\lambda$ ) da Equação 5, devido a pequena espessura dos vidros utilizados nas janelas, resultando em pequena resistência térmica.

$$R = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} \Rightarrow R = \frac{(h_i + h_e)}{(h_i \cdot h_e)},$$

substituindo “ $R$ ” na Equação 4, tem-se:

$$U = \frac{1}{R} \quad (4) \Rightarrow U = \frac{(h_i \cdot h_e)}{(h_i + h_e)} \Rightarrow U = \frac{(7,7 \cdot 25)}{(7,7 + 25)}, \text{ portanto,}$$

$$U = 5,89 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

### Ganho de calor solar

GCS (ou “q” em  $W/m^2$ ), ou seja, a  $\tau$  total da Ig é definida como a soma do FS e a da transferência de calor devida à diferença de temperatura entre o ar do ambiente externo e o ar do ambiente interno. Depende da intensidade de Ig incidente, que por sua vez depende da latitude do local e orientação da fachada. O GCS foi calculado mediante a Equação 6.

$$G.C.S.=FS.(I_g)+U.(t_e-t_i) \quad (6)$$

O cálculo dos ganhos de calor através de um material transparente envolve basicamente três variáveis: (a) a intensidade da Ig incidente; (b) o ângulo de incidência da radiação; e (c) o FS do elemento transparente para o ângulo de incidência no instante considerado (SANTOS & RORIZ, 2012). Frota & Schiffer (2003) especificam dados de Ig incidente sobre planos verticais e

### Coefficiente de sombreamento

O coeficiente de sombreamento (CS) é definido como o quociente entre o FS do componente transparente estudado ( $FS_{V_e}$ ) e o FS de um vidro incolor ( $FS_{V_i}$ ) de 3 mm de espessura ( $FS_{V_i}=0,87$ ) (ASSIS, 1998).

$$CS=FS_{V_e}/FS_{V_i} \quad (7)$$

horizontais para diferentes latitudes e orientações de fachadas. Os períodos do ano mais críticos em termos de desconforto térmico para a região do município de Goiânia (GO) são os dos equinócios (22 de setembro e 22 de março). As orientações escolhidas para a obtenção do GCS foram as leste e oeste, por serem as que contribuem para uma maior carga térmica devido à Ig para as condições geográficas do município de Goiânia (GO). Foi adotado o valor de Ig incidente de  $692 W/m^2$ , correspondente às médias de radiação para planos verticais com orientações leste e oeste, respectivamente, para os horários de 8h00 e 16h00 para a latitude de  $17^\circ$  sul (FROTA & SCHIFFER, 2003). Esses valores se aplicam para as análises de todas as amostras. Para a determinação do GCS, foram ainda simuladas situações em que a diferença entre as temperaturas externa e interna assumissem os valores de  $0^\circ$ ,  $5^\circ$ ,  $10^\circ$  e  $15^\circ C$ .

Os vidros com baixo CS, ou seja, vidros que promovam baixa necessidade de sombreamento, geram edifícios confortáveis térmica e energeticamente mais eficientes. No entanto, cuidados devem ser tomados, pois, geralmente, um baixo CS está associado a uma baixa transparência à luz natural. Quanto menor for o coeficiente de sombreamento, maior proteção o vidro oferece (MIANA, 2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

As porcentagens de  $\tau$  e  $\rho$  para cada intervalo do espectro de radiação incidente e os resultados dos parâmetros de controle solar por meio de fachadas transparentes para as amostras dos vidros e das películas de proteção solar ensaiados são apresentados na Tabela 2.

A  $\tau$  no espectro visível pode ser interpretada dentro do intervalo proposto por ASSIS (1998), em que a  $\tau$  de luz (TL) é classificada em:  $TL < 30\%$  —  $\tau$  luminosa fraca;  $30\% < TL < 50\%$  —  $\tau$  luminosa média; e  $TL > 50\%$  —  $\tau$  luminosa forte.

Não foram realizados ensaios de  $\rho$  para o vidro incolor de 3 mm. O valor adotado para a  $\rho$  do vidro incolor de 3 mm foi de 5%, de acordo com Van Straaten (1997) *apud* ASSIS (1998).

De acordo com a descrição das amostras apresentada na metodologia, o vidro laminado 01 (LM-01, laminado ouro) tem fator 108 para o índice de controle da radiação solar, ou seja, 8%; o resultado encontrado na análise foi bem próximo, ou seja, um índice de 8,27%. As amostras laminadas verdes LM-02 e LM-03 são de vidros com fator 114, alcançando, respectivamente, 11,74 e 11,59% de  $\tau$  no visível, valores que representam 83,85 e 82,78%, respectivamente, do que é especificado comercialmente. Já o vidro laminado verde LM-04 tem fator 120 e alcançou o valor 15,65% para o índice de controle da luz solar, esse valor representa 78,25% de sua especificação. O vidro laminado bronze LM-05 não é classificado por este fator (controle de radiação solar). Constata-se, por sua vez, que apenas o LM-01 atende ao Índice de Controle de Luz Solar especificado comercialmente.

Tabela 2 – Desempenho óptico e parâmetros de desempenho térmico produtos estudados.

Código da amostra <sup>1</sup>	Desempenho óptico dos produtos estudados									Parâmetros de desempenho térmico para radiação solar incidente de 700 W/m <sup>2</sup>						
	Transmissão (%)					Reflexão (%)				Absorção total (%)	FS	CS	G.C.S. (W/m <sup>2</sup> )			
	UV (%) 290 a 380 nm	Vis (%) 380 a 780 nm	IV (%) 780 a 1.800 nm	Total (%) 290 a 1.800 nm	Razão Vis/IV	UV (%) 290 a 380 nm	Vis (%) 380 a 780 nm	IV (%) 780 a 1.800 nm	Total (%) 290 a 1.800 nm				( $\Delta t = 0^{\circ}$ )	( $\Delta t = 5^{\circ}$ )	( $\Delta t = 10^{\circ}$ )	( $\Delta t = 15^{\circ}$ )
VI 3 mm	50,35	89,45	86,76	85,31	1,03	-	-	-	5,00	9,69	0,87	1,00	609,0	638,4	667,9	697,3
LM-01	0,05	8,22	6,30	6,43	1,31	26,53	50,03	41,99	43,20	50,37	0,18	0,21	124,6	154,0	183,5	212,9
LM-02	0,02	11,74	7,40	8,11	1,59	6,30	26,42	11,39	15,07	76,82	0,26	0,30	179,9	209,4	238,8	268,3
LM-03	0,02	11,59	7,04	7,83	1,65	6,23	26,22	12,91	16,04	76,13	0,26	0,30	179,9	209,4	238,8	268,3
LM-04	0,02	15,65	8,17	9,67	1,92	5,74	17,07	10,42	11,90	78,43	0,28	0,32	193,8	223,2	252,7	282,1
LM-05	0,05	33,49	45,28	39,46	0,74	7,17	14,16	8,03	9,60	50,94	0,51	0,59	352,9	382,4	411,8	441,3
RF-01	6,14	15,37	17,53	16,28	0,88	11,91	40,40	48,44	44,13	39,59	0,26	0,30	179,9	209,4	238,8	268,3
RF-02	8,31	30,33	22,18	23,51	1,37	17,26	20,94	16,50	17,72	58,77	0,37	0,43	256,0	285,5	314,9	344,4
RF-03	11,58	38,81	30,14	31,33	1,29	17,28	20,33	18,94	19,23	49,44	0,43	0,49	297,6	327,0	356,5	385,9
PP-01	0,39	18,43	82,54	60,66	0,22	6,24	6,39	8,58	7,86	31,48	0,68	0,78	470,6	500,0	529,5	558,9
PP-02	0,67	19,00	82,85	61,04	0,23	6,55	6,42	8,30	7,70	31,26	0,68	0,78	470,6	500,0	529,5	558,9
PP-03	0,45	32,53	80,83	63,25	0,40	6,58	6,50	8,51	7,86	28,89	0,70	0,80	484,4	513,9	543,3	572,8
PP-04	0,14	20,86	83,44	61,90	0,25	6,32	6,97	8,41	7,90	30,20	0,69	0,79	477,5	506,9	536,4	565,8
PP-05	0,26	20,08	82,50	61,06	0,24	4,73	5,44	7,64	6,88	32,06	0,69	0,79	477,5	506,9	536,4	565,8
PR-01	0,06	12,40	15,38	13,68	0,81	5,18	17,62	51,48	39,75	46,57	0,25	0,29	173,0	202,5	231,9	261,4
PR-02	0,03	8,33	13,26	11,16	0,63	5,20	15,64	55,28	41,80	47,04	0,22	0,25	152,2	181,7	211,1	240,6
PR-03	0,48	18,31	11,07	12,36	1,65	6,55	55,40	57,63	53,99	33,65	0,20	0,23	138,4	167,9	197,3	226,8
PR-04	0,37	17,34	11,05	12,08	1,57	6,07	55,42	55,57	52,58	35,34	0,20	0,23	138,4	167,9	197,3	226,8
PR-05	0,72	14,80	6,40	8,29	2,31	34,68	63,88	72,34	67,85	23,86	0,14	0,16	96,9	126,3	155,8	185,2
PR-06	0,09	9,44	16,18	13,44	0,58	4,93	13,71	49,56	37,41	49,15	0,25	0,29	173,0	202,5	231,9	261,4
PR-07	0,03	9,65	12,53	11,02	0,77	4,79	19,75	55,62	43,09	45,89	0,22	0,25	152,2	181,7	211,1	240,6

<sup>1</sup>LM-01: LAMINADO OURO, 8% TRANSMISSÃO 6 MM; LM-02: LAMINADO VI VERDE, 14% TRANSMISSÃO 6 MM; LM-03: LAMINADO AI VERDE, 14% TRANSMISSÃO 7 MM; LM-04: LAMINADO VI VERDE, 20% TRANSMISSÃO 8 MM; LM-05: LAMINADO BRONZE (ANTÉLIO) 8 MM; RF-01: REFLETIVO AZUL, 20% TRANSMISSÃO 4 MM; RF-02: REFLETIVO COBRE, 30% TRANSMISSÃO 3 MM; RF-03: REFLETIVO COBRE, 40% TRANSMISSÃO 4 MM; PP-01: PELÍCULA DE PRIVACIDADE G5, AZUL, INTERCONTROL; PP-02: PELÍCULA DE PRIVACIDADE G5, FUMÊ, SUN TEK; PP-03: PELÍCULA DE PRIVACIDADE G20, AZUL, INTERCONTROL; PP-04: PELÍCULA DE PRIVACIDADE G20, FUMÊ, SUN TEK; PP-05: PELÍCULA DE PRIVACIDADE G20, FUMÊ, SOLAR GARD; PR-01: PELÍCULA REFLETIVA, FUMÊ, INTERCONTROL; PR-02: PELÍCULA REFLETIVA, FUMÊ, SUN CONTROL; PR-03: PELÍCULA REFLETIVA, PRATA, INTERCONTROL; PR-04: PELÍCULA REFLETIVA, PRATA, SUN CONTROL; PR-05: PELÍCULA REFLETIVA, PRATA, SOLAR GARD; PR-06: PELÍCULA REFLETIVA, BRONZE, INTERCONTROL; PR-07: PELÍCULA REFLETIVA, BRONZE, SOLAR GARD.

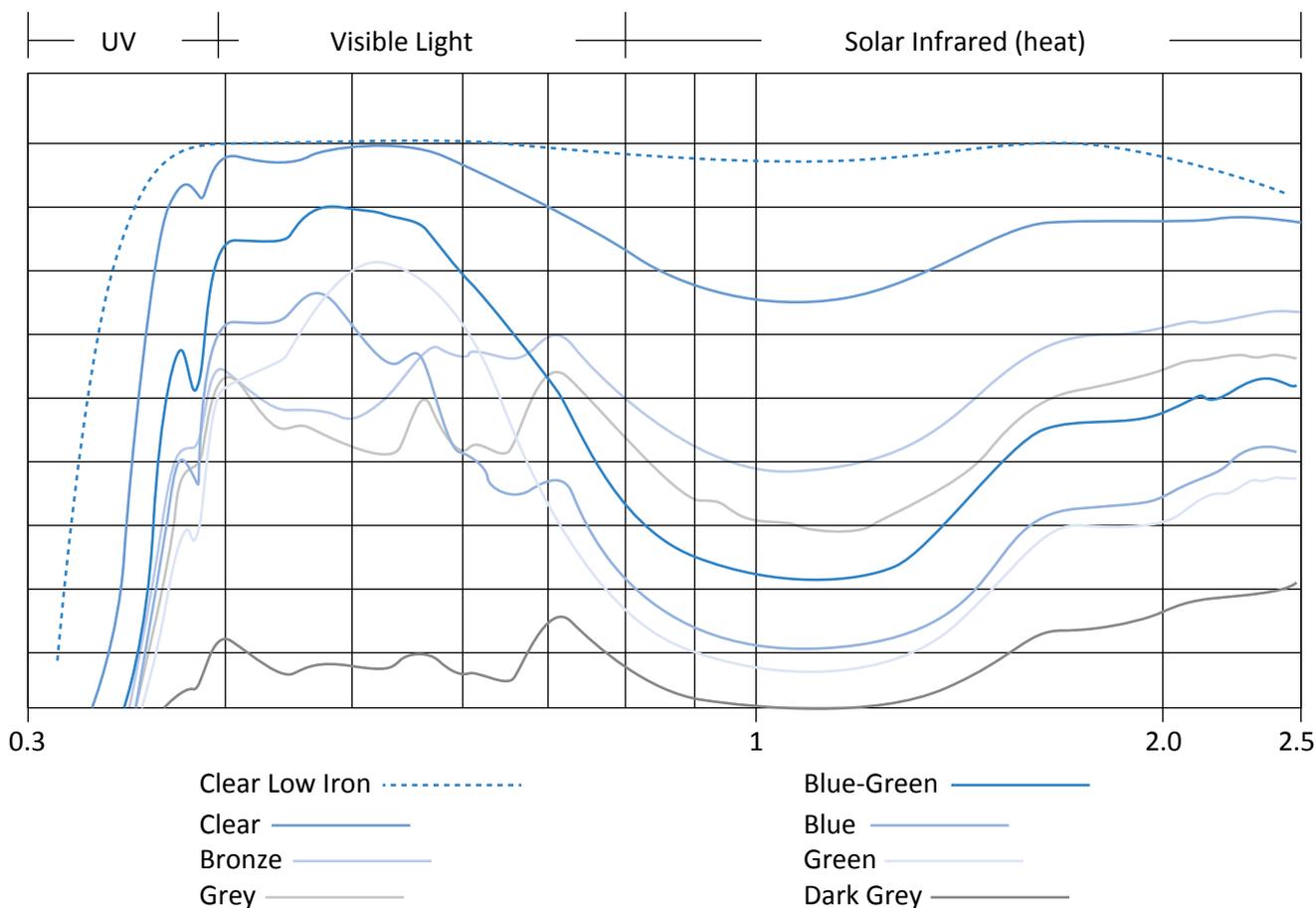
A Tabela 2 mostra que nenhum dos produtos estudados apresentou  $\tau$  luminosa dentro do espectro visível considerada forte ( $TL > 50\%$ ), conforme ASSIS (1998). Apenas 4 das 20 amostras promoveram  $\tau$  considerada média no espectro visível, ou seja, 20% das amostras.

Para que um produto transparente possa ser considerado ideal para regiões de alta incidência de radiação solar, deve-se associar um alto coeficiente de  $\rho$  nos espectros UV e infravermelho com uma baixa  $\rho$  no espectro visível, ou seja, refletir o calor e admitir luz (ARSENAULT, 2015) (Figura 4). Partindo-se dessa premissa, as películas refletivas foram os únicos produtos que atenderam a essa condição, excetuando-se as películas pratas.

Os gráficos que ilustram o comportamento espectrofotométrico das amostras analisadas foram obtidos a partir dos dados fornecidos pelos espectrofotômetros nos ensaios de  $\tau$  e  $\rho$  para ângulo de incidência da radiação de  $0^\circ$  em relação à normal.

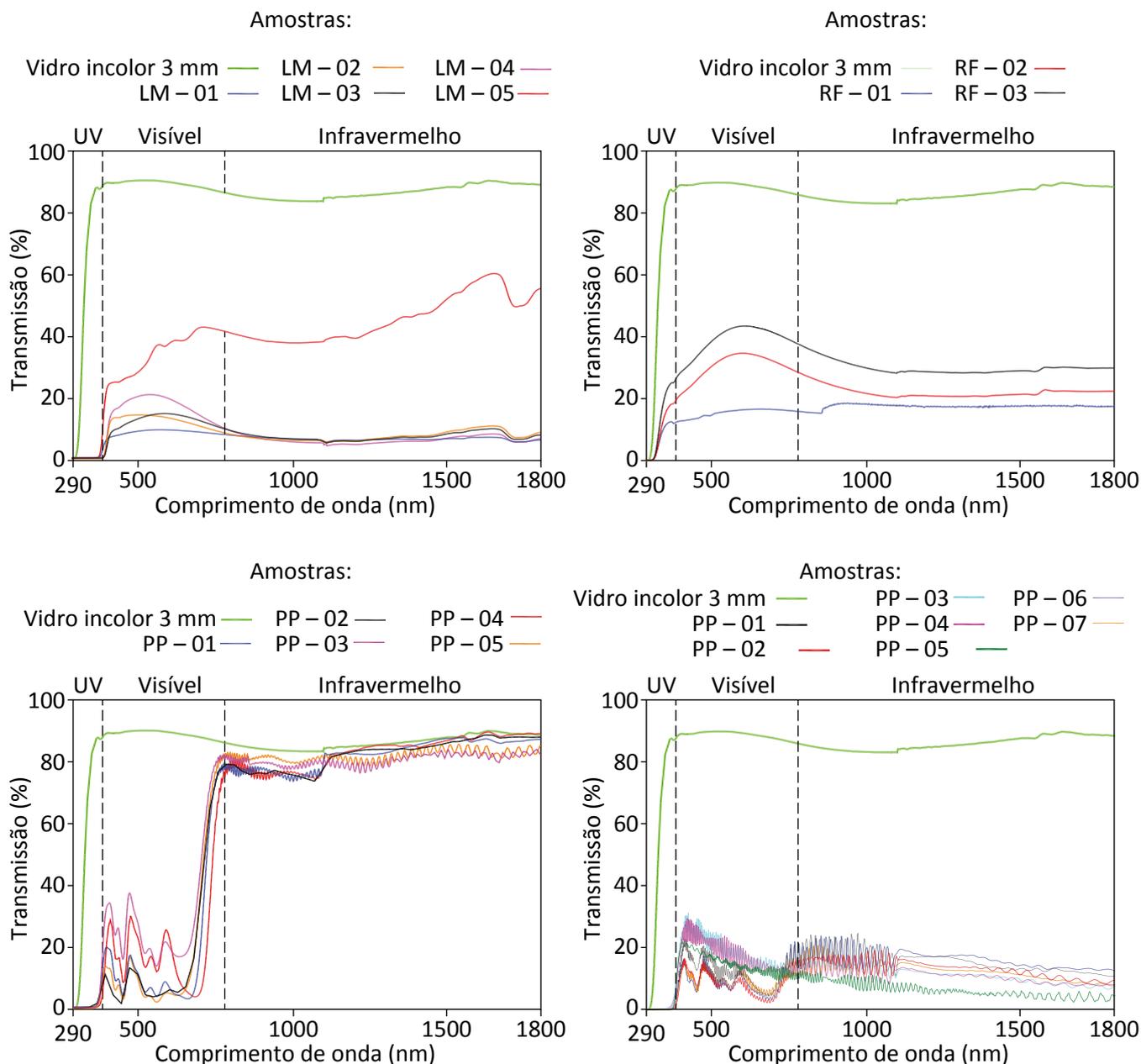
A Figura 5 apresenta as curvas de  $\tau$  (comportamento espectrofotométrico) dos vidros laminados, dos vidros refletivos, das películas de privacidade e das películas refletivas, comparando seus respectivos desempenhos com o do vidro incolor de 3 mm.

Observa-se que o melhor resultado dentre os vidros laminados foi atingido pela amostra LM-04 (laminado verde, 8 mm, 20% de  $\tau$ ), apresentando a maior razão Vis/IV: 1,92. O LM-04 bloqueou o UV e apresentou baixa  $\tau$  do infravermelho (8,17%), configurando-se em



FONTE: ARSENAULT (2015).

Figura 4 – Percentagem de transmitância de vidro típicos e coloridos.



**Figura 5 – (A) Comparação de desempenho do vidro incolor com vidros laminados, (B) comparação de desempenho do vidro incolor com vidros refletivos, (C) comparação de desempenho do vidro incolor com as películas de (privacidade) e (D) comparação de desempenho do vidro incolor com as películas refletivas (conforto).**

uma situação ideal sob o ponto de vista do conforto térmico. Contudo, apresentou uma baixa porcentagem de  $\tau$  no espectro visível (15,65%).

O melhor resultado dentre os vidros refletivos foi atingido pela amostra RF-02 (refletivo cobre, 3 mm, 30% de  $\tau$ ), permitindo luminosidade satisfatória (30,33%);

contudo, não bloqueia o UV (8,31%) e possui uma razoável  $\tau$  no infravermelho (22,18%), alcançando razão Vis/IV de 1,37.

Constata-se que o uso das películas de privacidade, como películas de controle solar, é equivocado, pois estas são inadequadas devido a alta  $\tau$  no espectro in-

fravermelho (variando de 82,54 a 83,44%) e baixa admissão no espectro visível (de 18,43 a 20,08%). Consequentemente, as películas de privacidade alcançaram os menores valores para a razão Vis/IV, variando entre 0,22 e 0,44%.

Dentre as películas refletivas, o melhor resultado foi alcançado pela amostra PR-03 (refletiva prata, Intercontrol), ou seja, praticamente bloqueou o UV (0,48%) e proporcionou baixa  $\tau$  no infravermelho (11,07%); contudo, apresentou uma  $\tau$  no espectro visível abaixo do satisfatório (18,31%).

As películas refletivas (conforto) e não refletivas (privacidade) apresentaram comportamento bastante diferenciado na  $\tau$  para o espectro do infravermelho. A  $\tau$  no espectro visível da película G5 é de 18,4%, e da refletiva, de 12,4%. No espectro do infravermelho, a  $\tau$  da G5 é de 82,5%, e a  $\tau$  da refletiva, de 15,38%.

A  $\tau$  total deve ser analisada em conjunto com a  $\rho$ , pois baixos valores de  $\tau$  associados a baixos valores de  $\rho$  geram elevados valores de  $\alpha$ , que contribuem para o aumento do GCS na edificação por reirradiação. De forma geral, esse comportamento foi constatado nos vidros laminados.

Altos valores de  $\rho$  proporcionam menores valores de ganho de calor solar. Na situação ideal, com vistas ao conforto térmico e lumínico, deve-se associar o alto índice de  $\rho$  no espectro do IV com uma baixa  $\rho$  no espectro do visível.

Baixos índices de  $\alpha$  não podem ser considerados como satisfatórios isoladamente, exemplos são as películas de privacidade, que apresentam baixos índices de  $\alpha$  e altos de  $\tau$ . As películas de privacidade, dentre os produtos estudados, alcançaram os maiores valores de GCS (Tabela 2).

Os parâmetros  $\alpha$  e FS foram usados para a determinação do GCS para as condições fixadas na metodologia (latitude, orientação da fachada, época do ano e horários). Por meio do GCS é possível quantificar a carga por Ig que a superfície transparente agrega por metro quadrado de esquadria em uma edificação (Tabela 2).

Considerando um  $\Delta t$  de 10°C, observa-se que os menores valores do GCS foram alcançados pelos vidros laminados e pelas películas refletivas. A película PR-

05 (refletiva prata da Solar Gard) e o vidro LM-01 (laminado ouro, 6 mm, 8% de  $\tau$ ) alcançaram os menores GCS com 96,9 e 124,0 W/m<sup>2</sup>, respectivamente; enquanto o GCS do vidro incolor de 3 mm foi de 609,0 W/m<sup>2</sup>. Os valores dos GCSs da película refletiva prata (PR-05) e do vidro laminado (LM-01) corresponderam, respectivamente, a 15, e 20,4% do GCS do vidro incolor de 3 mm.

Resultados semelhantes foram obtidos por Zófoli *et al.* (2012) analisando a influência da Ig que penetra pelos fechamentos transparentes no consumo de energia para climatização de edifícios de escritório na cidade de Santa Maria (RS). De acordo com os autores, dentre os valores obtidos nas simulações, o vidro comum incolor (FS de 85%) atingiu maiores consumos energéticos ao ser especificado e o vidro laminado refletivo prata escuro (FS 29%) foi o que promoveu menores consumos totais.

Os valores de GCS variaram de 155,8 W/m<sup>2</sup> a 536,4 W/m<sup>2</sup>, respectivamente, para a película refletiva prata e películas fumê (Figura 6). A partir destes resultados percebe-se a grande importância da correta especificação desses materiais diante da diminuição do consumo energético visando o resfriamento interno de edifícios. Andreis, Besen e Westphal (2014), estudando o desempenho energético de fachadas envidraçadas para diferentes climas brasileiros, encontraram menor consumo energético naquelas revestidas por vidros laminados e vidros duplos, respectivamente, para climas mais quentes e mais amenos. Quanto aos últimos, Cetiner & Özkan (2005) alertam para a necessidade de se avaliar a relação custo-benefício de sua aplicação, pois a economia obtida na conta de energia poderia ser revertida para investimento na especificação de um fechamento transparente de melhor custo e eficiência.

Por fim, conclui-se que o uso dos vidros refletivos promove um menor GCS. Isso mostra que o uso desses vidros pela arquitetura é bastante pertinente quando se trata da redução da entrada de calor no interior das edificações, principalmente em locais de clima quente, como o município de Goiânia. Porém, não se pode esquecer de que a refutação do calor transmitido pelos vidros pode implicar, também, na diminuição da luz natural nos ambientes, comportamento não adequado sob o ponto de vista do conforto ambiental.

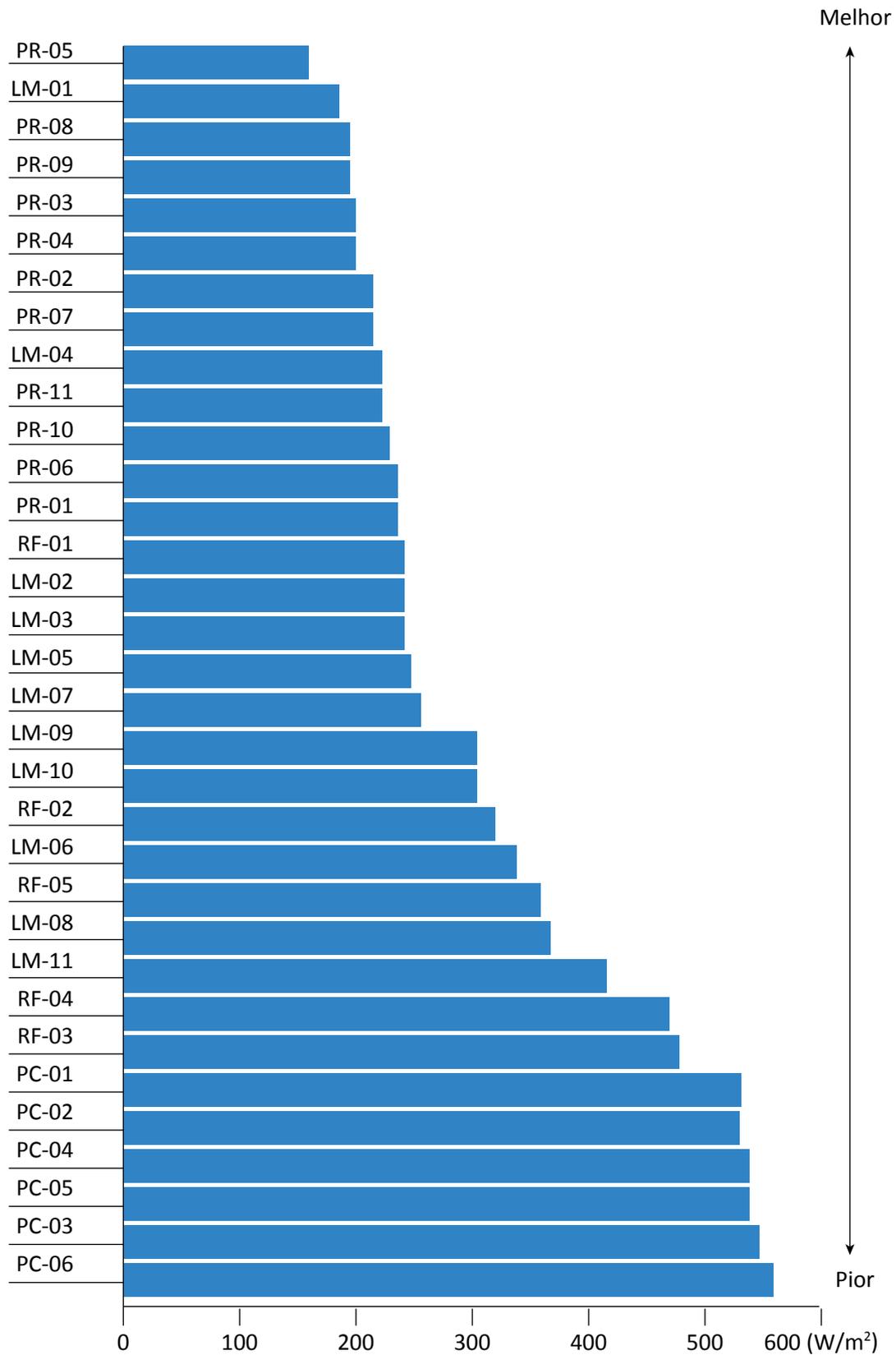


Figura 6 – Ganho de calor solar para o total de amostras ensaiadas.

## CONCLUSÕES

Os vidros laminados atenderam a proposta quanto ao desempenho do Índice de Controle de Luz Solar para  $\tau$  de luz visível fornecido pelos. A baixa transmissão de infravermelho (calor) não garante um desempenho ideal do ponto de vista do conforto térmico, pois eles alcançaram elevados índices de  $\alpha$ ; tal energia, ao ser reirradiada para o interior, pode causar aquecimento excessivo e, conseqüentemente, desconforto.

É comum a venda das películas de privacidade para o controle de ganho de calor. Contudo, seu uso para esse fim é equivocado, pois as películas de privacidade promovem alta  $\tau$  no espectro infravermelho. Essas películas alcançaram uma atenuação satisfatória da  $I_g$  incidente apenas em comparação com os vidros incolores.

As películas refletivas alcançaram baixa  $\tau$  nos espectros visível e infravermelho (calor), bloquearam os raios UV e sua forte característica foi o elevado valor de  $\rho$ , diminuindo a  $\alpha$  e o GCS. São boas opções para serem empregadas em locais de clima quente, em recuperação de fachadas envidraçadas em que se deseja a melhora do desempenho térmico com agilidade e custo relativamente menor, quando comparado ao emprego de um vidro laminado e sem o inconveniente da eventual troca da esquadria.

Enfim, os resultados mostraram que, para a correta escolha e especificação de um vidro ou uma película de proteção solar, com vistas ao conforto térmico e eficiência energética, deve ser analisado o parâmetro de GCS e a Razão Vis/IV. Sugere-se, ainda, associar a esta análise valores de  $\tau$  no espectro visível acima de 30%.

## REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15220-1*. Desempenho Térmico de Edificações Parte 1: definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro: ABNT, 2005a. 8p.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15220-2*. Desempenho Térmico de Edificações Parte 2: métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2005b. 34p.
- ALUCCI, M. P. *Banco de Dados: Características Térmicas, Luminosas e Acústicas de vidros, Plásticos e Translúcidos*. 2005. Disponível em: <<http://www.usp.br/fau/deptecnologia/docs/bancovidros.pdf>> Acesso em: 29 out. 2005.
- ANDREIS, C.; BESEN, P.; WESTPHAL, F. S. Desempenho energético de fachadas envidraçadas em climas brasileiros. *In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 15., 2014, Maceió. *Anais...* Maceió: ANTAC, 2014.
- ARSENAULT, P. J. Multiple glass options offer customized ways to suit different building needs. 2015. *In: Glass On Web*. Disponível em: <<http://www.glassonweb.com/articles/article/992/>>. Acesso em: 01 abr. 2016.
- ASSIS, R. M. Caracterização óptica de materiais transparentes e sua relação com o conforto ambiental. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1998.
- ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS. *ASTM E903*. Standard test method for solar absorptance, reflectance, and transmittance of materials using integrating spheres. West Conshohocken, PA: ASTM, 2012. 17p.
- CETINER, I. & ÖZKAN, E. An approach for the evaluation of energy and cost efficiency of glass façades. *Energy and Building*, v. 37 p. 673-684, 2005.
- FROTA, A. B. & SCHIFFER, S. R. *Manual de Conforto Térmico*. 6ª ed. São Paulo: Studio Nobel, 2003. 243p.
- GHISI, E.; TINKER, J. A.; IBRAHIM, S. H. Área de janela e dimensões de ambientes para iluminação natural e eficiência energética: literatura versus simulação computacional. *Ambiente Construído*, v. 5, n. 4, p. 81-93, 2005.
- GOIA, F.; PERINO, M.; SERRA, V. Improving thermal comfort conditions by means of PCM glazing systems. *Energy and Building*, v. 60, p. 442-452, 2013.

GRIM, A. B. Radiação solar incidente. In: *Meteorologia*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2015. Disponível em: <<http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap2/cap2-7.html>>. Acesso em: 01 abr. 2016.

JORGE, J. A daylight criterion on solar controls for comparing sky radiance models. *Building and Environment*, v. 31, p. 225-232, 1996.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. *Eficiência energética na Arquitetura*. 2ª ed. São Paulo: PW Editores, 2004. 188p.

MIANA, A. C. *Avaliação de desempenho térmico de brises transparentes: ensaio em células-teste*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

OU, Y. Quantitative study of reflection of sunlight by a glass curtain wall resulting in a visual masking effect. *Applied Optics*, v. 53, n. 29, p. 6893-6899, 2014.

PEREIRA, E. G. S. A. *Caracterização ótica de vidros e películas de proteção solar utilizados na construção civil e Sua relação com o conforto ambiental*. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

PINATTI, A. & SICHIERI, E. P. Indicações sobre a utilização de vidros eletrocromicos com filme de Nb2O5 como proteção solar em edifícios. In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2., ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5., 1999, Fortaleza. ENCAC 99. Fortaleza: ENCAC 99, 1999. v. 2. p. 103-108.

SANTOS, J. P. & RORIZ, M. Influência do ângulo de incidência nos ganhos de calor solar através de materiais transparentes. *Ambiente Construído*, v. 12, n. 1, p. 149-161, 2012.

SHALDERS, A. *Regulamentação de Desempenho Térmico e Energético de Edificações*. Dissertação (Mestrado) – Universidade São Paulo, São Paulo, 2003.

ZÓFOLI, G. R.; SANTOS, J. C. P.; RUSSI, M.; SOARES, R. M. D.; VETTORAZZI, E. Os efeitos da radiação solar sobre os fechamentos transparentes em edifícios comerciais climatizados artificialmente em Santa Maria-RS. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14., 2012, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: ENTAC, 2012.

# AVALIAÇÃO MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JOÃO LEITE UTILIZANDO IMAGENS LANDSAT-5

MULTITEMPORAL EVALUATION OF USE AND LAND COVER  
OF JOÃO LEITE STREAM WATERSHED USING LANDSAT-5 IMAGES

## *Wellington Nunes de Oliveira*

Tecnólogo em Geoprocessamento do Instituto Federal de Goiás (IFG). Mestre em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás (UFG) – Goiânia (GO), Brasil.

## *Nilson Clementino Ferreira*

Engenheiro Cartógrafo pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). Doutor em Ciências Ambientais pela UFG – Goiânia (GO), Brasil.

### **Endereço para correspondência:**

Wellington Nunes de Oliveira – Universidade Federal de Goiás – Praça Universitária, s/n – Setor Leste Universitário – 74605-220 – Goiânia (GO), Brasil – E-mail: wellington.wno@gmail.com

## **RESUMO**

A análise do uso e cobertura do solo é uma das etapas fundamentais para realização do planejamento estratégico de conservação e manejo de uma bacia hidrográfica. Este trabalho teve por objetivo analisar a paisagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite, localizada no Estado de Goiás, a noroeste da cidade de Goiânia, utilizando Sistema de Informação Geográfica (SIG) e Sensoriamento Remoto, com o intuito elaborar um diagnóstico ambiental. Uma análise multitemporal realizada com imagens obtidas pelo sensor *Thematic Mapper* (TM), acoplado ao satélite Landsat-5, entre os anos de 1985 e 2011, demonstrou que na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite houve um decréscimo na área de remanescentes de vegetação nativa em 7,4% e que, dentre os municípios que compõem a bacia, Anápolis foi o que mais apresentou supressão dessas áreas (11,1%). O resultado desta análise merece atenção das instituições que tratam da gestão ambiental, pois a degradação da vegetação nativa remanescente influencia diretamente na qualidade ambiental da paisagem da bacia, a qual tem como um de seus usos o abastecimento urbano de água de municípios da Região Metropolitana de Goiânia.

**Palavras-chave:** geoprocessamento; qualidade ambiental; paisagem; degradação.

## **ABSTRACT**

The analysis of land use and land cover is fundamental for the strategic planning to the conservation and management of a watershed. This study aimed to analyze the landscape of the catchment area of João Leite River, located in the State of Goiás, to the Northwest of the city of Goiânia, the state capital, using Geographic Information System (GIS) and Remote Sensing to prepare an environmental assessment of that watershed. A multi-temporal analysis using images obtained by the TM sensor installed in the Landsat-5 satellite, from 1985 to 2011 showed, in the catchment area of the João Leite River, a decrease of 7.4 % in the native vegetation area. Considering the municipalities integrating the basin, Anápolis was where most deforestation occurred in areas with native vegetation (11.1%). These results are relevant to institutions dealing with environmental management, showing that deforestation is directly related to the environmental quality of the basin, which has as one of its uses the urban water supply of municipalities located in the Metropolitan Region of Goiânia.

**Keywords:** geoprocessing; environmental quality; landscape; degradation.

## INTRODUÇÃO

Determinada situação ambiental é resultante de processos dinâmicos e interativos que ocorrem entre os diferentes elementos que compõem o meio ambiente, sejam naturais ou sociais. A percepção da qualidade ambiental é determinada pela valoração relativa de cada componente associada às características naturais e antrópicas de cada região (IBAMA, 2001).

Com relação às áreas de bacias hidrográficas e à preservação dos corpos hídricos, Oliveira (2013) afirma que a Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite pode ser considerada de suma importância para a cidade de Goiânia, capital do Estado de Goiás, pois ela é uma de suas principais fontes de abastecimento público de água. Essa bacia teve suas áreas ocupadas de maneira desprovida de planejamento, havendo uma tendência de avanço ocupacional nas áreas remanescentes que ainda conservam suas potencialidades hídricas, ecológicas e culturais de sua paisagem.

Se tratando de bacias hidrográficas, o geoprocessamento, por permitir uma abordagem integrada de todo

o meio físico, associando-o aos aspectos sociais, econômicos e políticos, pode ser adotado como uma ferramenta eficiente para localizar áreas críticas onde se devem concentrar esforços visando à manutenção e/ou à recuperação da qualidade da água (RABELO, 2009).

Para Guimarães, Dorado e Coutinho (2000), com a evolução do geoprocessamento, os produtos de sensores orbitais também ampliaram suas aplicações, principalmente a partir das últimas décadas. Atualmente, eles permitem observar a superfície terrestre nas mais diversas escalas temporais, espaciais e espectrais, garantindo, assim, fontes de informações confiáveis e frequentes sobre a paisagem.

A análise multitemporal de imagens de satélites permite avaliar as alterações de origem antropogênica, além de fornecer informações essenciais para o manejo eficiente dos recursos naturais; quando se trata de bacias hidrográficas, permite um diagnóstico e estudo detalhado dessas áreas, possibilitando, assim, a tomada de medidas mitigadoras quanto a sua preservação.

## OBJETIVOS

Avaliar as alterações do uso e cobertura do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite, por meio da interpretação multitemporal de imagens do *Thematic Mapper (TM)/Landsat-5*, no período de 1985 a 2011, com análise das Áreas de Preservação

Permanente (APPs) sem cobertura vegetal nativa contidas na bacia.

Mensurar o nível de antropização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite de maneira geral e por meio dos municípios que a compõem.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite ocupa 766,8 km<sup>2</sup> entre as latitudes 16°13' e 16°39' sul e as longitudes 48°57' e 49°11' oeste, estando localizada a nordeste de Goiânia (Figura 1). O Ribeirão João Leite é formado pelos córregos Jurubatuba e Pedreira, faz parte do complexo Hidrográfico da Bacia do Paraná e, após percorrer cerca de 85 km, deságua no Rio Meia Ponte. Seu curso principal e seus afluentes percorrem os municípios de Ouro Verde, Campo Limpo, Anápolis, Goianápolis, Teresópolis de Goiás, Nerópolis e Goiânia, os quais são responsáveis por parte do abasteci-

mento de água da capital com as captações feitas no Rio Meia Ponte e no Córrego Samambaia (SANTOS; GRIEBELER; OLIVEIRA, 2010). A região constitui uma Área de Proteção Ambiental (APA) estabelecida pelo Decreto n° 5.704, de 27 de dezembro de 2002, e engloba uma unidade de conservação permanente do Parque Estadual Altamiro de Moura Pacheco (PEAMP) de 4.123 ha (SEMARH, 2009), mas dividido em duas áreas por um trecho da BR-153/GO-060, conforme é apresentado na Figura 1.

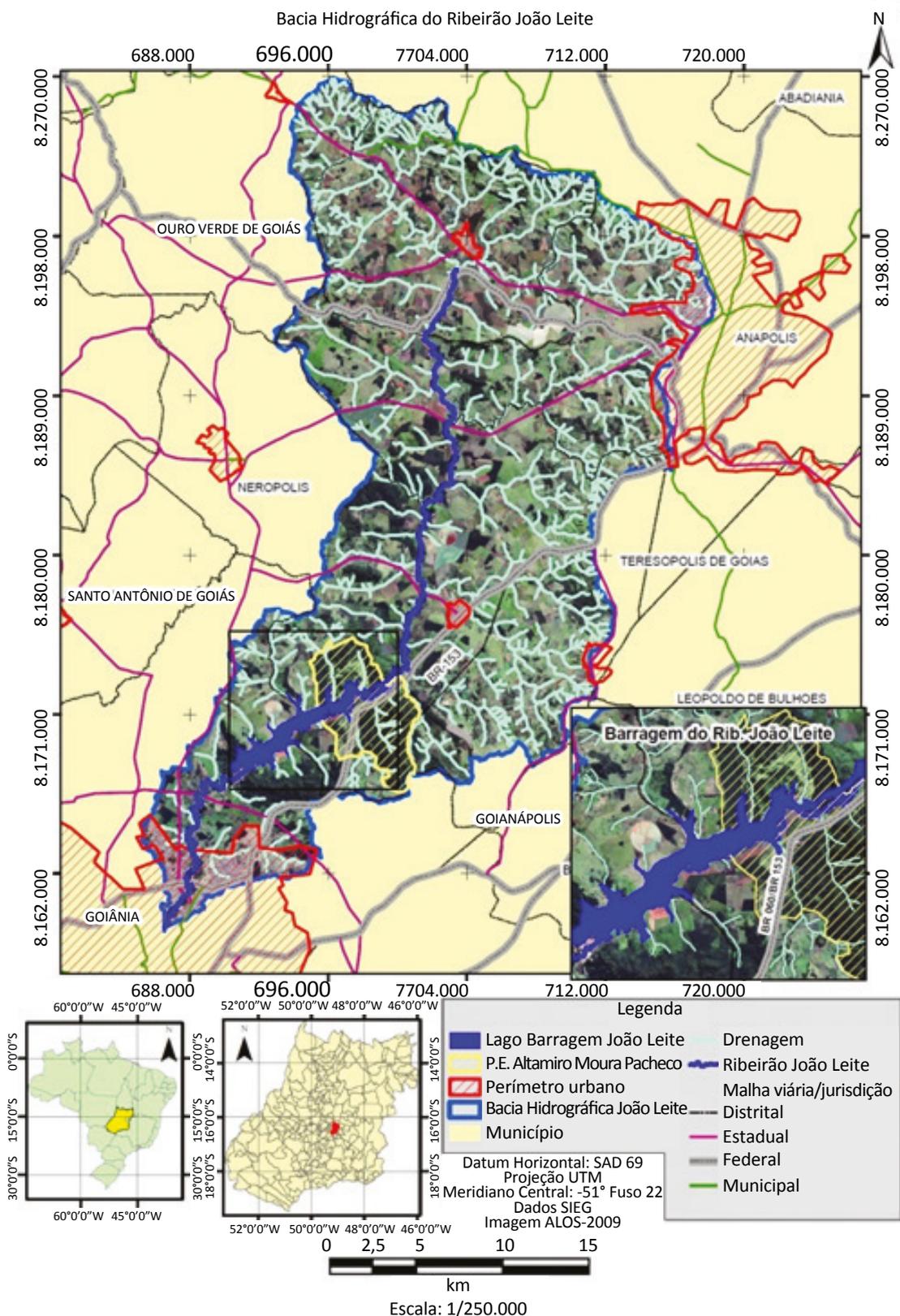


Figura 1 – Localização da área de estudo.

A metodologia utilizada para atender aos objetivos propostos compreendeu uma combinação de procedimentos organizados, conforme o diagrama ilustrado na Figura 2.

Para o desenvolvimento do presente trabalho, inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o histórico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite, assim como sobre os métodos de delineamento de bacias hidrográficas a partir de dados de relevo obtidos pelo projeto TOPODATA, o qual, segundo Valeriano & Rosseti (2009), foi elaborado a partir de dados *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) e que se constituiu em um refinamento do Modelo Digital de Elevação (MDE) original, alterando a resolução espacial de 90 para 30 m, por meio da aplicação de processos geostatísticos (krigagem).

Além dos dados TOPODATA, também foram adquiridas imagens do satélite Landsat-5 sensor TM com resolução espacial de 30 m. As imagens adquiridas foram datadas dos anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005 e 2011, as quais foram registradas (georreferenciadas) utilizando a base de dados do mosaico *Geocover*, que disponibiliza imagens obtidas no ano 2000 pelo sensor ETM+ (a bordo do satélite Landsat-7). A base de dados *Geocover* é formada por um mosaico de imagens padronizadas e corrigidas geometricamente para toda a superfície do planeta.

Após o georreferenciamento, as imagens foram recortadas utilizando o limite geográfico da bacia hidrográfica gerado por meio dos dados de relevo. Em seguida procedeu-se à classificação digital das imagens com o objetivo de separar as áreas de agricultura, pastagem, remanescentes de vegetação nativa, perímetro urbano e hidrografia empregando-se o algoritmo de classificação não supervisionada *K-Means*, gerando, assim, o mapa de uso e cobertura do solo da bacia.

Segundo Arthur & Vassilvitskii (2006), o *K-Means* é um algoritmo de aglomeração não supervisionado e sua popularidade pode ser explicada pela sua baixa complexidade, agilidade de desenvolvimento e facilidade de entendimento de suas propriedades matemáticas. Uma das principais características do algoritmo reside no fato de que o número de classes deve ser estabelecido *a priori*. Sendo assim, o algoritmo produzirá uma solução baseada na escolha inicial dos centroides que

representam cada classe. Neste estudo estabeleceu-se o número de 10 classes, com 5 iterações e, posteriormente, o seu agrupamento.

O agrupamento das classes espectrais obtidas na classificação não supervisionada foi realizado com o auxílio do *link* dinâmico de imagens no *software Envi*. Esse *link* permite que o conteúdo de uma imagem seja visualizado dinamicamente sobre outra, facilitando a identificação e associação das classes espectrais resultantes da classificação que, uma vez identificadas, foram agrupadas.

Após o agrupamento, foi realizado o processo de vetorização automática, e então foram calculadas as áreas das classes dos anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005 e 2011 utilizando o *ArcGIS 9.3*. Ainda no mesmo *software*, além do cálculo para a bacia de forma geral, o cálculo das áreas das classes definidas também foi realizado de forma individualizada por município, utilizando os seus limites geográficos como recorte espacial. Para auxiliar na delimitação dos corpos hídricos, foi utilizada a base vetorial hídrica do Sistema de Geoinformação do Estado de Goiás (SIEG), a qual auxiliou na classificação.

Posteriormente, foram delimitadas as APPs contidas na bacia, de acordo com a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, do Código Florestal Brasileiro, que define:

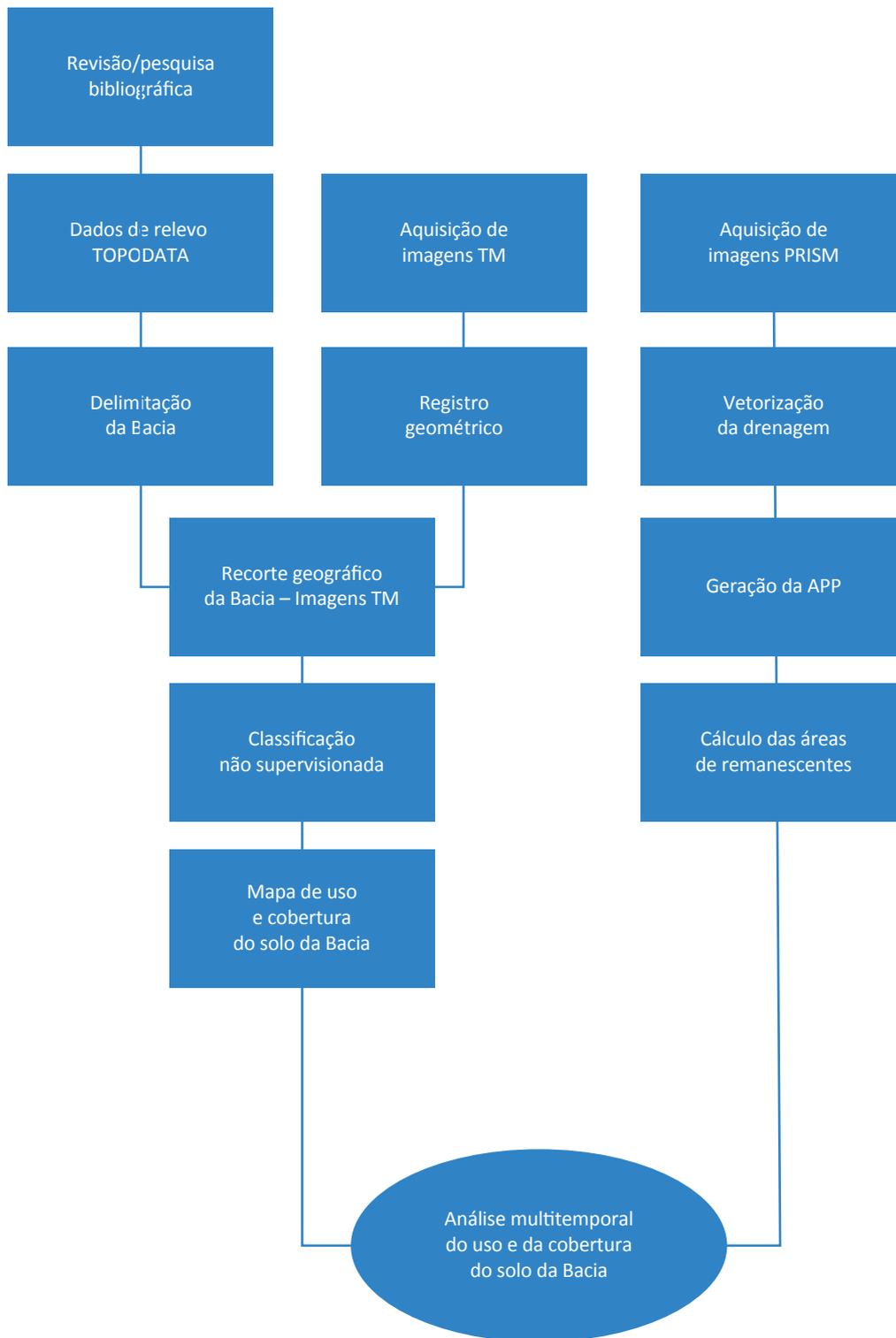
Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscientos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscientos) metros;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

- a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares



APP: ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE; TM: *THEMATIC MAPPER*.

**Figura 2 – Fluxograma de atividades realizadas.**

de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;

b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;

VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

VII - os manguezais, em toda a sua extensão;

VIII - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;

X - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;

XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado.

Foram delimitadas, então, as APPs ao longo do Ribeirão João Leite e de seus afluentes para os anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005 e 2011. Foi utilizada a operação "Buffer" (área de influência), delimitando, assim, essas áreas de acordo com a largura dos cursos d'água contidos na bacia hidrográfica. Além de gerar as APPs, foi gerado também, para fins comparativos, um "Buffer" com 200 m de largura, a partir desses mesmos cursos d'água, para os anos de 1985 e 2011. Essa distância foi adotada com base na faixa de proteção no entorno do lago da barragem. Para realizar esse procedimento, foi utilizada uma base vetorial da drenagem da bacia, a qual foi gerada por meio da vetorização de uma imagem do satélite ALOS sensor PRISM, com 2,5 m de resolução espacial, datada do ano de 2009.

Foi gerado ainda um mapa de declividade com base nos dados de relevo TOPODATA.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a classificação da imagem multiespectral do TM/Landsat-5 foi possível mapear cinco diferentes tipos de uso e cobertura do solo presentes na área em estudo: agricultura, hidrografia, pastagem, perímetro urbano e remanescentes de vegetação nativa, produtos esses que serviram de base para mensurar o percentual de uso e cobertura do solo.

Como resultado da classificação, foram gerados mapas do uso e cobertura do solo na escala 1:250.000 contendo o percentual de ocupação dentro da bacia (Figuras 3 e 4). Além do cálculo desse percentual para toda a Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite, foi realizada uma análise para os sete municípios contidos na bacia. As análises realizadas entre 1985 e 2011 apresentadas a seguir encontram-se na Tabela 1 e na Figura 5.

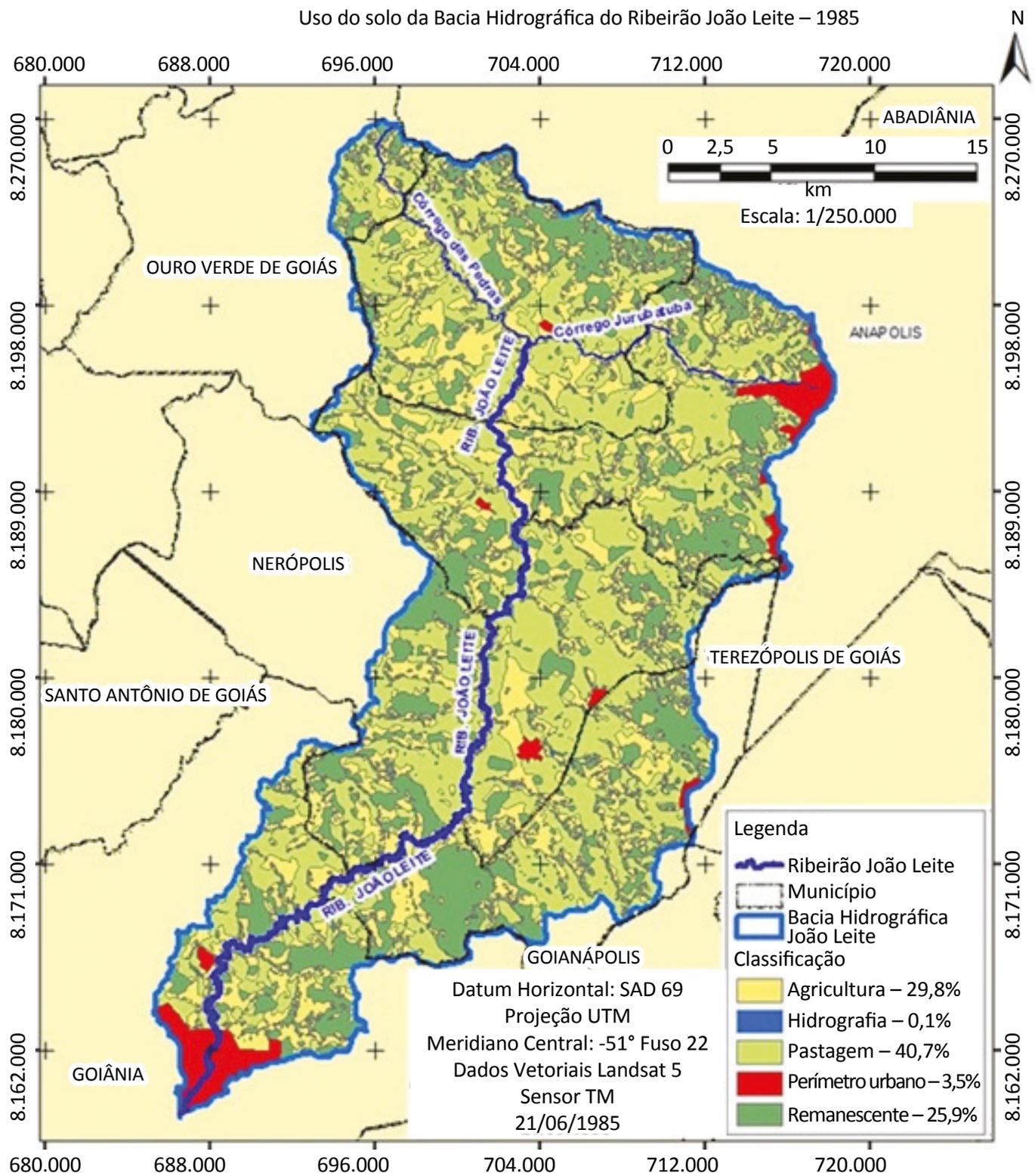
No ano de 1985, o uso predominante do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite era o de pastagem (40,7%), seguido do de agricultura (20,8%). Nesse ano ocorreu o maior percentual de remanescentes

de vegetação nativa (25,9%), quando comparado com os demais anos analisados neste estudo; o perímetro urbano representa 3,5% da área da bacia, conforme é mostrado nas Figuras 3 e 5.

No ano de 1990, o uso predominante do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite continuou sendo o de pastagem, porém com uma leve queda (39,4%), em relação ao ano de 1985, e com um considerável aumento nas áreas de agricultura (36,8%). Nesse ano foi possível observar um decréscimo nos remanescentes de vegetação nativa (20,1%). O perímetro urbano continuou representando 3,5% da área da bacia.

Em 1995, a pastagem (39,5%), a agricultura (35,9%) assim como os remanescentes de vegetação nativa (20,5%) não sofreram maiores variações, se comparados com os dados do ano de 1990; já o perímetro urbano (3,8%) apresentou expansão.

Os resultados referentes ao ano 2000 mostraram que a pastagem (32,8%) sofreu um considerável decréscimo



**Figura 3 – Uso e cobertura do solo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite de 1985.**

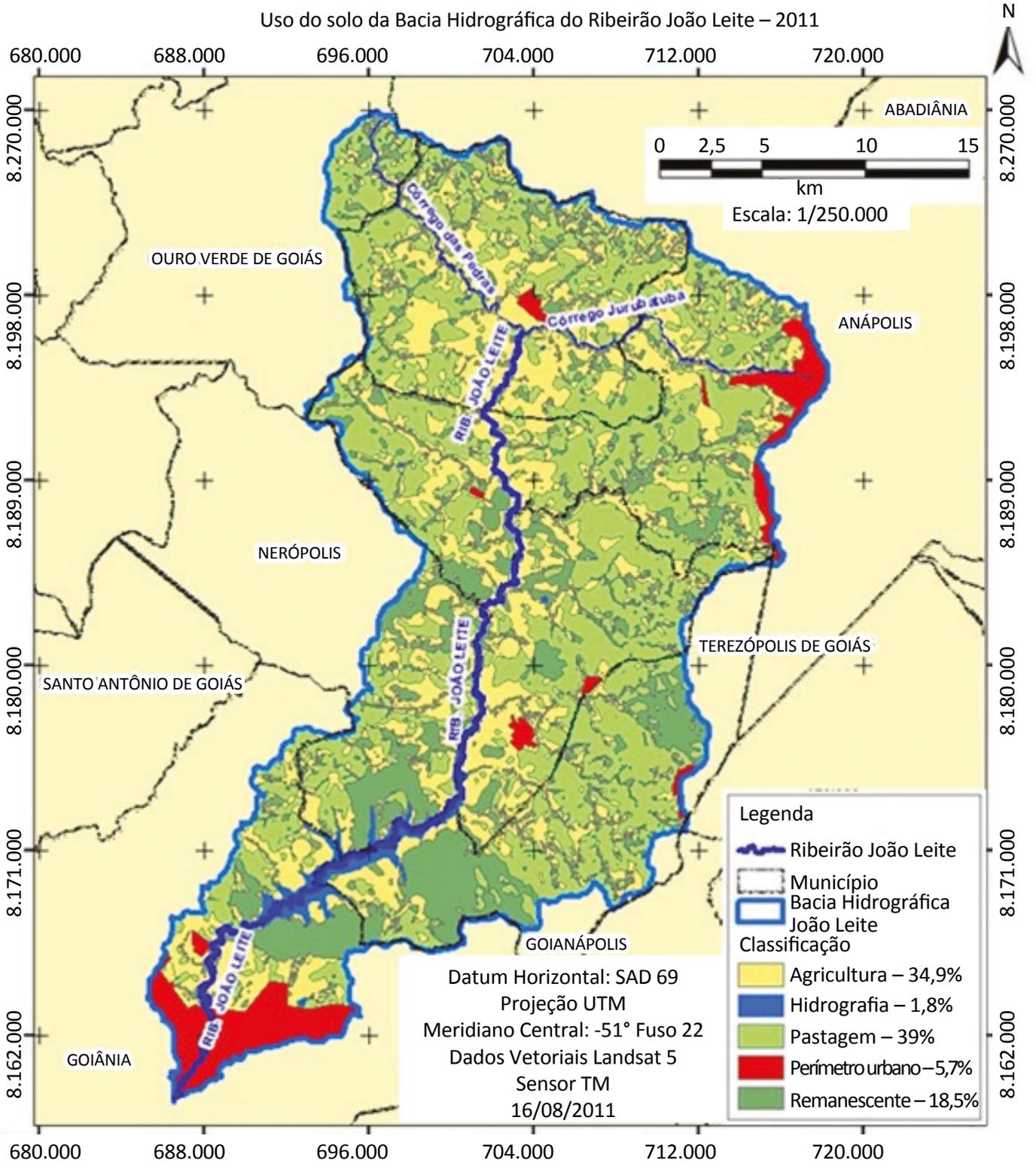


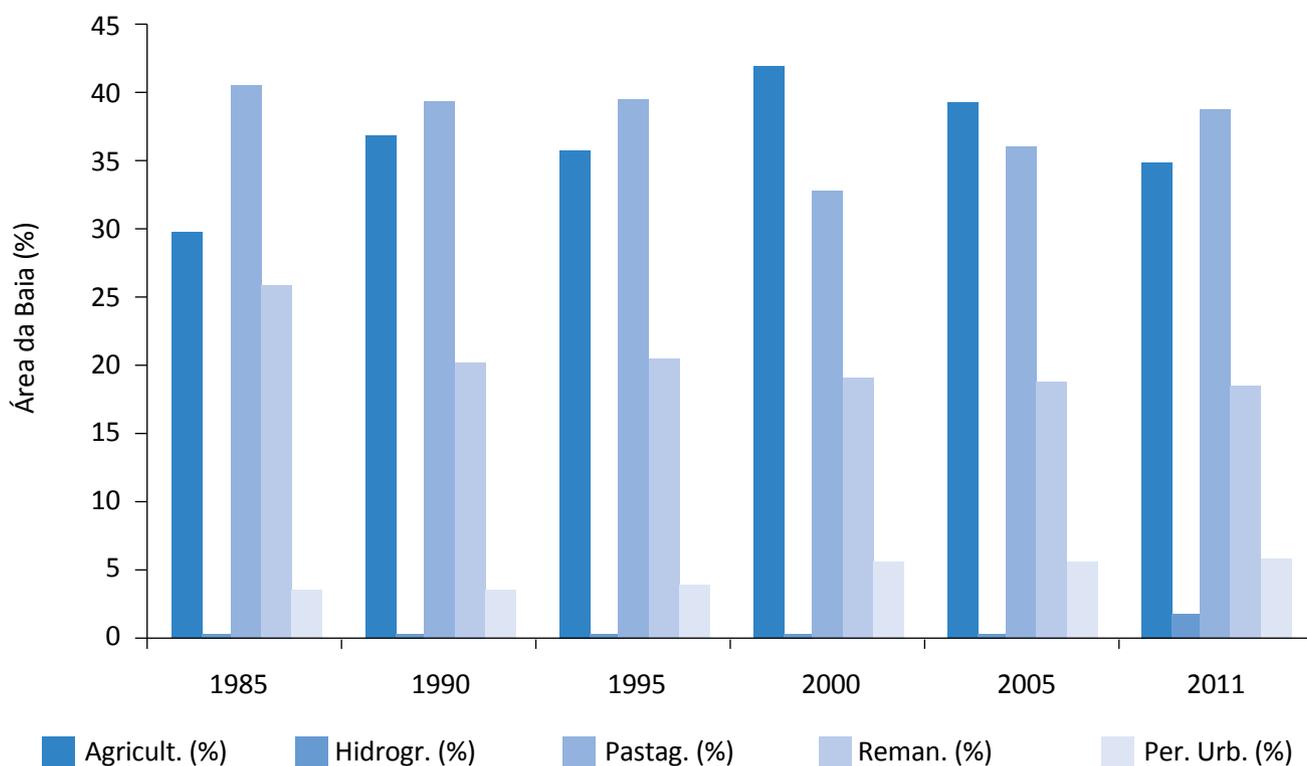
Figura 4 – Uso e cobertura do solo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite de 2011.

considerando a análise de 1995, na mesma proporção em que a agricultura (41,9%) teve um considerável aumento, as áreas de remanescentes de vegetação nativa (19,3%) sofreram uma queda e o perímetro urbano passou de 3,8%, no ano de 1995, para 5,7%, o que indicou uma expansão urbana.

No ano de 2005, observou-se um pequeno aumento da classe pastagem (36,1%) e a agricultura, comparada ao ano 2000, teve uma queda de 2,7% (39,2%); já os remanescentes de vegetação nativa (18,9%) sofreram um leve decréscimo e o perímetro urbano (5,7%) apresentou o mesmo valor.

**Tabela 1 – Valor das áreas (%) classificadas entre os anos de 1985 e 2011.**

Classe	Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite					
	1985	1990	1995	2000	2005	2011
Agricultura (%)	29,8	36,8	35,9	41,9	39,2	34,9
Hidrografia (%)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	1,8
Pastagem (%)	40,7	39,4	39,5	32,8	36,1	39,0
Remanescente (%)	25,9	20,1	20,5	19,3	18,9	18,5
Perímetro urbano (%)	3,5	3,5	3,8	5,7	5,7	5,7



**Figura 5 – Representação do uso e cobertura do solo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite.**

Na última análise, a do ano de 2011, a pastagem (39,2%) apresentou um aumento, e a agricultura (34,9%), um decréscimo, se comparadas com o ano de 2005, os remanescentes de vegetação nativa (18,5%) continuaram em decréscimo e o perímetro urbano apresentou o mesmo valor (5,7% da área da bacia). Nos demais anos analisados, a hidrografia apresentou uma variação de 0,1 e 0,2% da área da bacia; com o funcionamento da barragem do Ribeirão João Leite, no ano de 2010, esse valor subiu para 1,8% devido ao represamento das águas do ribeirão no reservatório, conforme é mostrado nas Figuras 4 e 5.

No geral, os resultados apresentam uma grande oscilação quando analisamos as classes de agricultura e pastagem como é apresentado na Tabela 1 e na Figura 5.

Conforme mostrado na Tabela 1 e na Figura 5, sobre a oscilação dos valores entre as classes de agricultura e pastagem, esse resultado pode ser interpretado de acordo com a afirmação de Kichel & Macedo (1997) de que, no Cerrado, as áreas utilizadas para a produção de grãos permanecem em descanso por cerca de oito meses, quando se explora uma única safra na estação de verão, e por cerca de cinco meses, quando se explora também o plantio em sucessão ou segunda safra, com sorgo ou milho, objetivando a produção de grãos e a implantação das pastagens anuais em sucessão, no início da estação seca.

Ainda na Tabela 1 e na Figura 5, os resultados mostram um considerável decréscimo na área de remanescentes de vegetação nativa (7,4%), entre 1985 e 2011, e um leve acréscimo no perímetro urbano (2,2%), entre 1985 e 2000; a partir desse ano, a expansão desses perímetros dá lugar ao adensamento urbano, principalmente no município de Goiânia.

Quando se trata de recursos hídricos, existe uma limitação do satélite Landsat-5 quanto à representação de pequenos corpos d'água devido a sua resolução espacial ser de 30 m, ou seja, a imagem representa elementos acima de 30 m com boa definição; no entanto, os elementos menores são de difícil identificação nessas imagens. Para contornar essa limitação, utilizou-se como dado auxiliar a base vetorial hídrica do Sistema de Geoinformação do Estado de Goiás (SIEG); com isso, pôde-se notar a representação dessa classe em todos os anos analisados, mas com maior

representatividade no ano de 2011 devido à construção da barragem (Tabela 1).

Além da análise dos resultados da classificação para toda a bacia, foi realizada uma análise por município, conforme é mostrado na Tabela 2.

Conforme apresentado na Tabela 2, o município de Anápolis, assim como na análise geral da bacia, apresenta oscilação nas classes de agricultura e pastagem; em 2011, o uso predominante do solo na bacia foi o de pastagem (42,8%), o maior valor desde 1985. Nota-se também o crescimento do perímetro urbano da cidade dentro bacia; em contrapartida, houve um decréscimo de 11,1% nos remanescentes de vegetação nativa entre 1985 e 2011.

No município de Campo Limpo predomina a agricultura, que é encontrada em maior proporção que a pastagem em praticamente todos os anos analisados, sendo que em 2011 esse valor foi de 46,1%. Assim como no município de Anápolis, houve uma considerável redução (9,4%) de áreas de remanescentes de vegetação nativa no mesmo período.

Em Goianápolis houve uma grande variação no período de 1985 a 2011 entre pastagem e agricultura dentro da bacia, mas com maior concentração de pastagem (44,5%) no último ano analisado. Nesse mesmo período existiu uma supressão de 8,9% das áreas de remanescentes de vegetação nativa.

No município de Goiânia, a área contida na bacia foi onde mais ocorreu expansão das áreas urbanas, tendo um aumento de 13% entre os anos analisados; assim como ocorreu nos demais municípios, em Goiânia ocorreu oscilação entre pastagem e agricultura, sendo que esta última representou 29,7% da área contida na bacia em 2011. O município segue a mesma tendência dos demais analisados tratando-se de remanescentes de vegetação nativa, com uma queda de 8,2% em sua área.

Ao contrário dos outros municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite, Nerópolis foi o único que manteve as áreas com remanescente de vegetação nativa sem consideráveis variações, mas seguindo o mesmo perfil quanto à variação entre as áreas de pastagem e agricultura, sendo esta última com a ocupação do solo de 34,8% em 2011.

**Tabela 2 – Uso e cobertura do solo das áreas dos municípios contidas na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite.**

<b>Anápolis (24,9% da área contida na bacia)</b>						
<b>Classe</b>	<b>1985</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2011</b>
Agricult. (%)	29,6	38,9	35,3	41,7	39,7	35,2
Hidrogr. (%)	0,0	0,1	0,2	0,3	0,1	0,0
Pastag. (%)	39,1	36,6	39,8	35,0	39,8	42,8
Reman. (%)	25,8	18,8	18,8	15,8	13,3	14,7
Per. Urb. (%)	5,5	5,6	5,8	7,2	7,1	7,2
<b>Campo Limpo (20,6% da área contida na bacia)</b>						
<b>Classe</b>	<b>1985</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2011</b>
Agricult. (%)	35,0	47,8	39,3	46,1	48,9	46,1
Hidrogr. (%)	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
Pastag. (%)	42,9	38,0	46,2	40,6	41,0	40,6
Reman. (%)	21,9	13,9	14,1	12,4	9,2	12,5
Per. Urb. (%)	0,2	0,2	0,2	0,8	0,8	0,8
<b>Goianápolis (15,5% da área contida na bacia)</b>						
<b>Classe</b>	<b>1985</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2011</b>
Agricult. (%)	27,4	32,1	37,5	42,1	28,3	25,3
Hidrogr. (%)	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	4,4
Pastag. (%)	37,8	39,2	32,7	24,7	36,0	44,5
Reman. (%)	33,8	27,7	28,7	32,1	34,6	24,9
Per. Urb. (%)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
<b>Goiânia (12,7% da área contida na bacia)</b>						
<b>Classe</b>	<b>1985</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2011</b>
Agricult. (%)	29,8	28,9	32,3	34,1	33,2	29,7
Hidrogr. (%)	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	5,9
Pastag. (%)	29,8	31,9	28,7	19,8	18,5	19,2
Reman. (%)	26,5	25,2	23,2	18,8	21,5	18,3
Per. Urb. (%)	13,9	13,9	15,7	27,1	26,7	28,9

CONTINUA...

**Tabela 2 – Continuação.**

<b>Nerópolis (9,9% da área contida na bacia)</b>						
<b>Classe</b>	<b>1985</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2011</b>
Agricult. (%)	27,8	33,5	37,1	44,8	40,8	34,8
Hidrogr. (%)	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	2,7
Pastag. (%)	39,4	40,4	35,3	25,1	26,7	29,4
Reman. (%)	32,8	26,0	27,4	29,9	32,2	33,1
Per. Urb. (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Ouro Verde (2,4% da área contida na bacia)</b>						
<b>Classe</b>	<b>1985</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2011</b>
Agricult. (%)	27,8	42,6	31,8	41,8	34,5	18,3
Hidrogr. (%)	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,0
Pastag. (%)	49,8	44,2	49,8	41,1	57,3	64,2
Reman. (%)	22,4	13,2	18,3	16,8	8,1	17,5
Per. Urb. (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Terezópolis (14,1% da área contida na bacia)</b>						
<b>Classe</b>	<b>1985</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2011</b>
Agricult. (%)	26,9	30,8	33,5	41,8	41,2	36,7
Hidrogr. (%)	0,0	0,2	0,3	0,3	0,3	0,8
Pastag. (%)	53,4	52,0	47,9	41,9	41,0	43,5
Reman. (%)	18,4	15,6	17,0	14,3	15,7	17,3
Per. Urb. (%)	1,3	1,3	1,3	1,7	1,7	1,7

Assim como Nerópolis, o município de Ouro Verde não possui seu perímetro urbano contido nos limites da bacia e o uso predominante do solo para todos os anos analisados é o de pastagem, chegando a 64% da área contida na bacia no ano de 2011; já os remanescentes de vegetação nativa tiveram uma queda de 4,9% no período analisado.

O município de Terezópolis também tem como uso predominante do solo a pastagem, que está presente em maior área em toda a análise, chegando a 43,5%

em 2011. Comparando com os demais municípios, Terezópolis teve uma variação de 1,1% nas áreas de remanescentes de vegetação nativa, aproximando-se de Nerópolis, onde essa variação é praticamente inexistente.

Em uma análise geral dos municípios contidos na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite, no município de Anápolis foi onde mais houve perda de áreas de vegetação nativa remanescente (11,1%), seguido de Goiânia (8,9%) e Goiânia (8,2%), que ficou com a ter-

ceira posição, enquanto Nerópolis foi o município que mais conservou as áreas de vegetação nativa remanescente contidas na bacia. De maneira geral, Oliveira (2013) afirma que a área da bacia em estudo é tomada por uma intensa atividade agropecuária, em torno de 84,2% da área da bacia, devido ao seu relevo ser bastante plano e possuir solos férteis, latossolos (quase 60% da área), seguida pela associação de argissolos/nitossolos (31%).

Devido à intensa ocupação da área de estudo por pastagens, áreas agrícolas e áreas urbanizadas, sobre essas últimas, segundo Papaleo & Martins Junior (2008), apenas quatro bairros de Goiânia (Jardim Guanabara I, II, III e IV) somam mais de 27 mil habitantes, o que é uma população maior que a de 5 dos municípios situados dentro da Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite. Com base nisso foram elaboradas avaliações da vegetação nativa remanescente contida nas APPs, para todos os anos analisados, de acordo com o Código Florestal Brasileiro, conforme apresentado na Figura 6.

Conforme ilustrado na Figura 6, pode-se notar o decréscimo da vegetação nativa remanescente dentro

das APPs, entre os anos de 1985 e 2011, considerando que a oscilação dos valores apresentados nos anos de 1990 e 2000 pode ser associada a alguns fatores, como a época do ano da aquisição das imagens e a influência de fenômenos climáticos (como *El Niño* e *La Niña*) sobre a vegetação, alterando, assim, a sua resposta espectral e, conseqüentemente, a sua mensuração.

Outro fator a ser considerado nesta análise foi o represamento do Ribeirão João Leite devido à implantação da barragem em 2010, a qual suprimiu considerável quantidade de mata ciliar existente no local, influenciando, assim, no resultado apresentado no ano de 2011. A Figura 7 ilustra o mapeamento das APPs, bem como o mapeamento das áreas de vegetação nativa remanescente localizadas dentro das APPs.

Conforme mostrado na Figura 7, a área de vegetação nativa remanescente localizada dentro dos limites das APPs, para os anos de 1985 e 2011, foram, respectivamente, de 68,9 e 63,5 km<sup>2</sup> (9,07 e 8,35% da área da bacia). A redução dessas APPs pode causar diver-

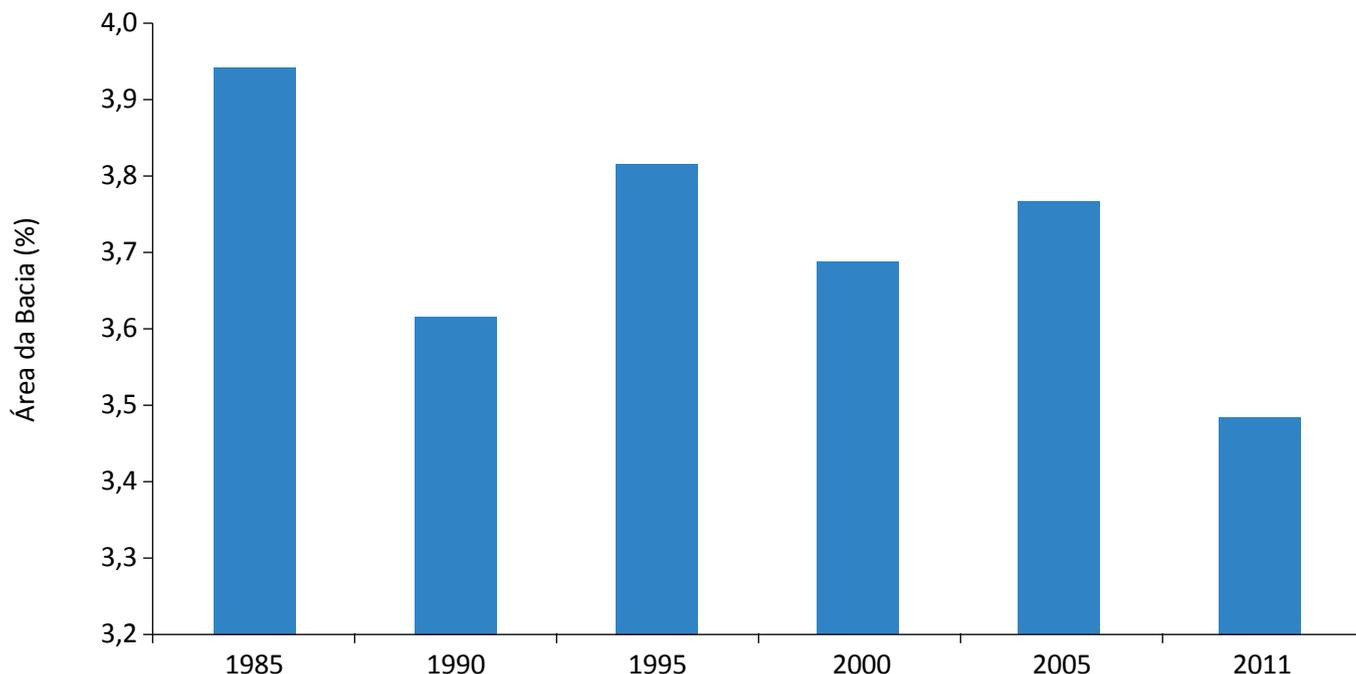
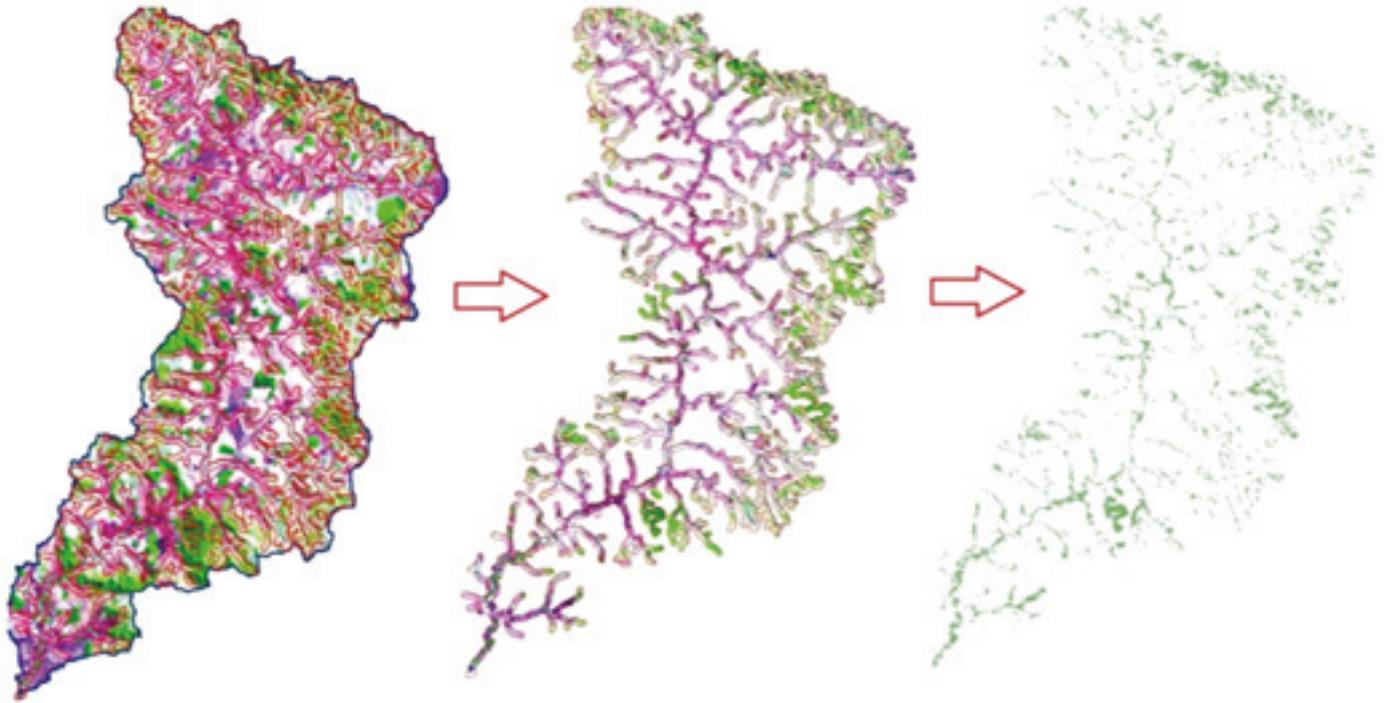


Figura 6 - Cálculo da Área de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite entre 1985 e 2011.



**Figura 7 - Delimitação da Área de Preservação Permanente de 200 m sob a drenagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite.**

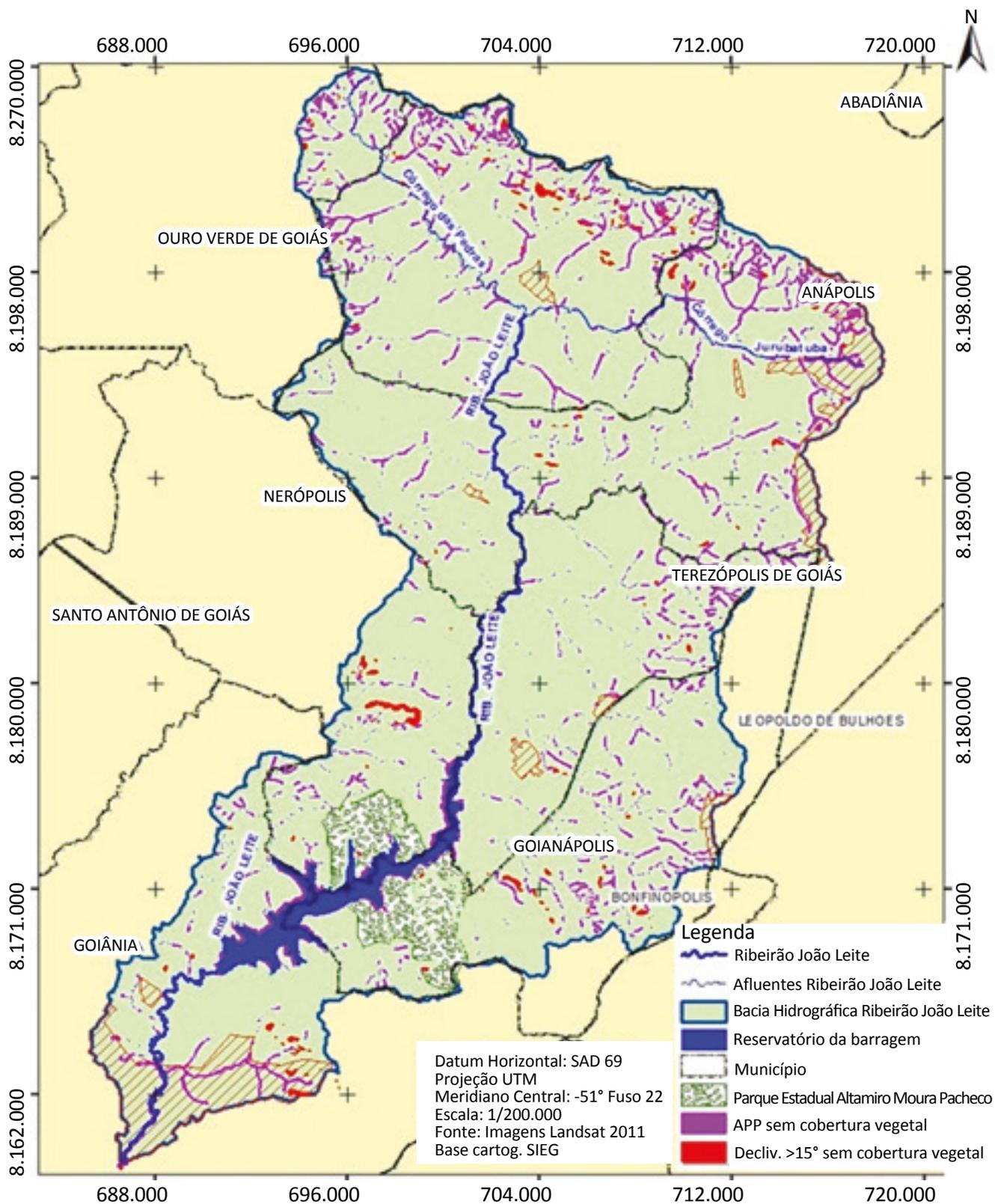
tos danos na bacia em longo prazo, como a escassez de água, já que a ausência da mata ciliar faz com que a água da chuva escoe sobre a superfície, não permitindo sua infiltração e seu armazenamento no lençol freático. Com isso, as nascentes são reduzidas, o que é preocupante, já que a Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite é uma bacia de abastecimento urbano. Segundo Ribeiro & Walter (2010), outro fator preocupante é que a mata ciliar é uma proteção natural contra o assoreamento e sem ela a erosão das margens leva sedimentos para dentro dos corpos d'água, tornando-os turvos, dificultando a entrada da luz solar e, consequentemente, dificultando a vida aquática de seguir seu ciclo. Uma alternativa para preservação dessas áreas seria implantar um uso sustentável dentro desses 200 m sugeridos neste estudo, pois essas áreas da bacia apresentam expressiva biodiversidade que pode ser explorada como alternativa viável para conservação de áreas significativas e como meio para gerar renda, segurança alimentar e qualidade de vida para agricultores familiares.

Com o intuito de realizar uma análise mais restritiva, assim como a delimitação dos 200 m de APP ao lon-

go dos corpos d'água, foram delimitadas áreas com declividade acima de 15°, devido ao relevo da bacia ser relativamente plano e não possuir áreas com declividade superior a 45°, conforme a legislação vigente. Para isso, foi gerado um mapa contendo APPs sem cobertura vegetal nativa presente na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite no ano de 2011, conforme é apresentado na Figura 8.

Conforme mostrado no mapa da Figura 8, em 2011, pode-se notar que a quantidade de APPs sem cobertura vegetal apresenta uma proporção considerável, já que nesse mesmo ano apenas 3,48% dessas áreas contidas na bacia foram preservadas. Nota-se, ainda, maior escassez dessas áreas próximas aos perímetros urbanos dos municípios de Goiânia e Anápolis e principalmente ao extremo norte da bacia nos municípios de Ouro Verde e Campo Limpo.

Com relação às áreas cuja declividade está acima de 15°, apenas 40,3% delas possuem cobertura vegetal preservada; como a declividade máxima encontrada na bacia é de 28°, parte dessas áreas é utilizada como pastagem e agricultura.



**Figura 8 – Áreas de Preservação Permanente sem cobertura vegetal nativa contida na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite no ano de 2011.**

## CONCLUSÕES

O mapeamento do uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite demonstrou que a bacia sofreu oscilação no uso e na cobertura do solo nas classes de pastagem e agricultura no período estudado, o que pode estar associado à variação do perfil econômico dos municípios contidos na bacia. É importante observar também que, em 1985, a Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite já apresentava antropismo expressivo, devido à intensa ocupação por áreas de pastagens e por áreas agrícolas. Os elementos motivadores dessa intensa e longa ocupação são vários, tais como proximidade da área urbana da capital goia-

na e localização geográfica no eixo Goiânia-Anápolis, além do fato de lá estar implantado um segmento da Rodovia BR-153.

Quanto à redução das áreas de remanescentes, Anápolis foi o município que mais apresentou supressão dessas áreas (11,1%), o que merece atenção das instituições interessadas na gestão ambiental daquela área. Com relação à diminuição da mata ciliar na bacia, a possível consequência é a ocorrência de processos erosivos laminares e acelerados, assoreamento dos corpos d'água, desequilíbrios nos ecossistemas fluviais, entre outros problemas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), pelo suporte finan-

ceiro por meio do projeto da chamada 05/2012 — Processo nº 201210267000907.

## REFERÊNCIAS

ARTHUR, D. & VASSILVITSKII, S. How slow is the k-means method? In: ANNUAL SYMPOSIUM ON COMPUTATIONAL GEOMETRY, SCG'06, *Proceedings...* New York, NY, USA. ACM. p. 144-153, 2006.

GUIMARÃES, M.; DORADO, A. J.; COUTINHO, A. C. Utilização de dados TM-Landsat para o mapeamento e monitoramento da cobertura vegetal. In: GIS BRASIL, 2000, Salvador. *Anais...* CD-ROM.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. *Instrumentos de planejamento e gestão ambiental para a Amazônia, Cerrado e Pantanal demandas e propostas* - Metodologia de avaliação de impacto ambiental, 2001. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/52072627/5/Conceito-de-Qualidade-Ambiental>>. Acesso em: 25 mai. 2012.

KICHEL, A. N. & MACEDO, M. C. Milheto, a opção forrageira para alimentar animais na época seca. *Lavoura*, v. 99, n. 617, p. 20-21, 1997.

OLIVEIRA, W. N. *Avaliação da qualidade ambiental da paisagem da Bacia Hidrográfica e do reservatório do Ribeirão João Leite*. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

PAPALEO, A. & MARTINS JUNIOR, O. P. *Goiânia terceiro milênio: modelagem e estudo de viabilidade com vistas à estruturação de empreendimento em Goiânia*. Diagnóstico final, 2008.

RABELO, C. G. *Mapeamento de áreas vulneráveis para a qualidade das águas superficiais na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite (GO) utilizando técnicas de geoprocessamento*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. *Tipos de vegetação do bioma Cerrado*. Agência de Informação Embrapa, 2009. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01\\_23\\_911200585232.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_23_911200585232.html)>. Acesso em: 20 jul. 2011.

SANTOS, E. H. M.; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. Relação entre uso do solo e comportamento hidrológico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n. 8, p. 826-834, 2010.

SEMARH – SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE. *Relatório Final - Inventário Faunístico - Parque Altamiro de Moura Pacheco e Parque dos Ipês*, 2009. Disponível em: <<http://www.semarh.goias.gov.br/PEAMP/>>. Acesso em: 16 jul. 2011.

VALERIANO, M. M. & ROSSETTI, D. F. *TOPODATA: Seleção de coeficientes geoestatísticos para o refinamento unificado de dados SRTM*. São José dos Campos: INPE, 2009.

# ANÁLISE GLOBAL DAS CARACTERÍSTICAS DE FRAÇÕES DE RESÍDUOS URBANOS RESIDENCIAIS

---

## GLOBAL ANALYSIS OF THE CHARACTERISTICS OF URBAN RESIDENTIAL WASTE FRACTIONS

### *Alexandre André Feil*

Doutor em Qualidade Ambiental. Docente do Centro de Gestão Organizacional, Área de Ciências Contábeis, do Centro Universitário Univates – Lajeado (RS), Brasil.

### *Fernando Rosado Spilki*

Doutor em Microbiologia. Docente do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale – Novo Hamburgo (RS), Brasil.

### *Dusan Schreiber*

Doutor em Administração. Docente do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental, Área de Inovação e Gestão Ambiental da Universidade Feevale – Novo Hamburgo (RS), Brasil.

#### **Endereço para correspondência:**

Alexandre André Feil –  
Avenida Avelino Talini, 171 –  
Bairro Universitário – 95900-000 –  
Lajeado (RS), Brasil –  
E-mail: alexandre.feil1@gmail.com

### **RESUMO**

A gestão de resíduos sólidos é considerada um dos desafios contemporâneos e sua promoção eficiente necessita de conhecimento da natureza e composição. Nesse sentido, este estudo objetivou apurar uma média de geração de resíduos totais, distribuídos em países desenvolvidos, em desenvolvimento e subdesenvolvidos, incluindo a análise da regressão linear e a correlação de Pearson. A metodologia aplicada é de abordagem quantitativa, com base em uma pesquisa bibliográfica. Os resultados revelam que a geração média de orgânicos opera como fator determinante da fração de resíduos urbanos, mas diferencia-se quanto a variável com a qual ele se correlaciona. A geração média de resíduo orgânico em países desenvolvidos, em desenvolvimento e subdesenvolvidos, respectivamente, é de 34,32, 61,33 e 64,21%. Conclui-se que a fração da geração média de resíduos orgânicos dos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos apresenta-se sensivelmente similar.

**Palavras-chave:** resíduos sólidos; correlação de Pearson; regressão linear.

### **ABSTRACT**

Solid waste management is considered one of today's challenges and its efficient promotion requires knowledge of the nature and composition. Thus, this study aims to determine an average total waste generation, distributed in developed, developing and underdeveloped, including the analysis of linear regression and Pearson's correlation countries. The methodology is a quantitative approach, based on a literature search. The results reveal that the average generation of organic operates as a determinant of the fraction of municipal waste, but are distinguished as the variable with which it correlates. The average generation of organic waste in developed countries, developing and underdeveloped, respectively, is 34.32, 61.33 and 64.21%. In conclusion that the fraction of the middle generation of organic waste in developing and underdeveloped countries is roughly similar features.

**Keywords:** solid waste; Pearson correlation; linear regression.

## INTRODUÇÃO

A crescente geração de resíduos é considerada um desafio para os países em desenvolvimento (GUERRERO; MAAS; HOGLAND, 2013). Dyson & Chang (2005), Akbari *et al.* (2007) e Al-Khatib *et al.* (2007) destacam que a geração de resíduos compreende um dos problemas mais desafiadores e perpétuos para esses países, quando comparados a países desenvolvidos.

A aceleração da geração de resíduos urbanos residenciais torna ainda mais complexa a questão, dificultando as perspectivas da proteção adequada da sanidade humana e ambiental (BRUNNER & FELLNER, 2007; TROSCHINETZ & MIHELICIC, 2009; CALO & PARISE, 2009; KULABAKO *et al.*, 2010; SALAM *et al.*, 2012). Essa celeridade vincula-se ao crescimento populacional, às limitações econômicas, à urbanização inadequada e ao nível da qualidade de vida da população (MINGHUA *et al.*, 2009). Purcell & Magette (2009) e Afroz, Hanaki e Tudin (2010) acrescentam que a aceleração da geração de resíduos caracteriza-se como um dos problemas ambientais mais graves em relação às áreas urbanas dos países em desenvolvimento.

A determinação de áreas de acondicionamento de resíduos no futuro terá restrições em função do aumento da população e da ampliação horizontal das cidades (AFROZ; HANAKI; TUDIN, 2010), pois a destinação imprópria provoca um impacto negativo sobre o ambiente e a saúde humana (KANSAL, 2002; RAY *et al.*, 2005; SHARHOLY *et al.*, 2005; RATHI, 2006; CHERIAN & JACOB, 2012). A inadequada gestão de resíduos urbanos residenciais é considerada um problema sério em cidades em desenvolvimento (OGWUELEKA, 2013).

Os problemas aderentes à gestão de resíduos ocorrem de maneira mais acentuada nos países que possuem conflitos armados, uma vez que há a destruição das infraestruturas de saneamento (CALO & PARISE, 2009; KNOWLES, 2009; AL-KHATIB & ARAFAT, 2010; FOROUHAR & HRISTOVSKI, 2012).

Atualmente, para a gestão e o planejamento dos resíduos urbanos residenciais é necessária uma confiável e precisa apuração das quantidades dos resíduos gerados e de sua composição (BANDARA *et al.*, 2007; AGUILAR-VIRGEN *et al.*, 2010; LI; FU; QU, 2011). O desenvolvimento de uma estratégia eficaz para gerir os resíduos necessita da informação sobre a quantidade

de resíduos gerados (DYSON & CHANG, 2005; BANDARA *et al.*, 2007). Abu Qdais, Hamoda e Newham (1997) destacam que a determinação exata das quantidades e da composição dos resíduos é um passo preliminar essencial na gestão dos resíduos urbanos residenciais.

A quantidade de geração de resíduos pelos grupos residenciais é de difícil apuração e impraticável para o acompanhamento da medição, em função da diversidade e da grande quantidade de residentes (LI; FU; QU, 2011). Além disso, Li (2007) destaca que a composição de resíduos é um fator determinante no processo de acondicionamento e tratamento final, pois diferentes composições de resíduos necessitam de diferentes processos de gestão, e diferentes processos acarretam diversas consequências ao meio ambiente, à economia e à sociedade.

Nessa lógica, o tema desta pesquisa relaciona-se à geração de resíduos sólidos, delimitado à composição de resíduos residenciais urbanos, com base em estudos elaborados de forma empírica e publicados de 2001 a 2013. O escopo central deste estudo objetivou identificar a composição média por tipo de resíduo gerado e a correlação existente entre os tipos de resíduos e, ademais, a separação da geração de resíduos em países desenvolvidos, em desenvolvimento e subdesenvolvidos, além de uma regressão linear por tipo de resíduos para identificar tendências.

Os resíduos urbanos residenciais são definidos como resíduos gerados pelas atividades domésticas normais (DAHLÉN, 2008). Lacoste & Chalmin (2007) frisam que é complexa a conceituação de resíduos e, ao se chegar a uma definição o processo geralmente, envolve a identificação de uma relação de substâncias já definidas que são descartadas pelo proprietário. Phillips & Thorne (2011) destacam que os resíduos residenciais são produzidos mediante os consumos diários de determinadas famílias e incluem itens como o desperdício de alimentos, papel, plástico, embalagens de papel e vidro de alimentos de consumo doméstico, tecidos provenientes de uso familiar (trapos de uso geral), limpezas, entre outros.

Com base nisso, este artigo organiza-se em três seções. Na primeira, há a descrição da coleta dos dados e da metodologia empregada. Em seguida, são apresentados os resultados e as discussões. Na sequência, são expostas as considerações finais.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O método empregado neste estudo compreendeu uma pesquisa bibliográfica, realizada entre setembro de 2012 e janeiro de 2013. As bases de periódicos consultadas compreendem a *Science Direct*, a *SciELO* e o *Google Scholar*, por meio de referências cruzadas, com as palavras-chave: *waste composition*, *residential waste*, *waste management*, *household waste* e *municipal solid waste*.

Os estudos científicos selecionados na amostra inicial compreendiam um total de 128 artigos, estes foram lidos via título e resumo. Desse total, foram selecionados apenas os

que compreendiam investigações empíricas (87 estudos), mas com a descrição clara da quantidade de resíduos gerados em áreas urbanas residenciais e com a apuração da quantidade de resíduos por tipo — (em kg ou em %): Orgânico, Papel, Plástico, Metal, Vidro, Têxtil, Borracha, e os demais resíduos gerados foram classificados na categoria Outros —, restando, assim, 44 estudos científicos (Tabela 1). Destaca-se que este estudo não pretendeu esgotar o conteúdo e a coleta de todas as publicações existentes sobre o assunto, mas iniciar um estudo sobre a agregação das publicações derivadas do tema foco da pesquisa.

**Tabela 1 – Estudos científicos sobre resíduos sólidos urbanos residenciais.**

IDH	Local	Autor	Ano	Composição média (%)							
				Orgânico	Papel	Plástico	Metais	Vidro	Têxtil	Borracha	Outros
	México – Guadalajara	Bernache-Perez <i>et al.</i>	2001	40,7	10	9	0	0	0	0	40,3
2	México – Morelia	BuenRostro	2001	50,95	7,62	7,68	0	0	0	0	33,75
2	Indonésia	Zurbrügg	2002	73,5	10	7	2	2	2	0	3,5
2	Filipinas – Manila	Zurbrügg	2002	48	19,5	4,5	5	18	0,2	0	4,8
2	Tailândia – Bangkok	Zurbrügg	2002	53	9	19	1,5	2,5	7	0	8
3	Nigéria – Nsukka	Ogwueleka	2003	56	13,8	8,4	6,8	2,5	3,1	0	9,4
2	Irã – Hamedan	Samadi & Morshed	2003	77,7	5,6	5,4	2,1	1,1	3,2	0	4,9
2	Cuba – Havana	JICA	2004	65,9	12	15	0	0	2,9	0,3	3,9
2	Gaborone	Bolaane & Ali	2004	67,9	12,5	4,5	6,2	6,4	1,3	0	1,2
1	EUA – Missouri	Zeng <i>et al.</i>	2005	21	41	16	6	3	0	0	13
2	Malásia – Penang	Sivapalan <i>et al.</i>	2005	51,06	25,39	11,78	5,79	1,77	2,16	0,04	2,01
2	Bangladesh	Enayetullah, Sinha e Khan	2005	71,85	9,73	5,1	0,26	1,13	2,5	0	9,43
1	Grécia	Gidakos <i>et al.</i>	2005	39	20	17	0	7	0	0	17
2	Bangladesh- Dhaka	Visvanathan & Glawe	2006	70	4,8	4,5	2,5	2	5	0	11,2
2	Nepal – Kathmandu	Visvanathan & Glawe	2006	68	9	1,2	0,2	2	4,5	0	15,1
2	Paquistão – Karachi	Visvanathan & Glawe	2006	50	4,5	5	0,3	0	0	0	40,2
2	Índia	Visvanathan & Glawe	2006	42	7	4,5	1,5	3	4,3	0	37,7
1	Portugal	Magrinho, Didelet e Semiao	2006	35,5	25	20	0	0	3,4	0	16,1

CONTINUA...

Tabela 1 – Continuação.

IDH	Local	Autor	Ano	Composição média (%)							
				Orgânico	Papel	Plástico	Metais	Vidro	Têxtil	Borracha	Outros
1	Malásia – Kuala Lumpur	Siang & Ridzuan	2006	48,86	17,79	15,9	0,22	2,75	3,4	1,31	9,77
2	Camboja – Siem Reap	Parizeau, Maclaren e Chanthay	2006	79	3	14	1	1	1	0	14
1	Reino Unido – Inglaterra	Burnley <i>et al.</i>	2007	26,8	23,6	9,1	4,6	7	6	4	18,9
1	Chipre	Eleftheriou	2007	45	24	5	2	1,5	0	0	22,5
2	Jordânia – Amman	Abu Qdais	2007	54,4	14	13,2	2,4	2,8	0	0	13,2
2	Jordânia – Irbid	Abu Qdais	2007	77,5	14,9	2,5	1,3	2,6	0	0	1,2
2	Jordânia – Zarqa	Abu Qdais	2007	73	9	10	2	2	0	0	4
3	Nigéria- Abuja	Imam <i>et al.</i>	2008	58,65	10,25	14,36	5,8	4,8	2,4	1,79	1,95
2	Índia – 24 regiões	Sharholly <i>et al.</i>	2008	42	5,8	3,5	1,6	3,1	3,7	0	40,3
1	Portugal	Gomes, Matos e Carvalho	2008	27,4	20,3	18	5	6	3,8	0	19,5
2	Bangladesh – Chittagong	Sujauddin, Huda e Hoque	2008	62	12	2	9	1,13	1	0	12,87
2	China – Pequim	Qu <i>et al.</i>	2009	69,3	10,3	9,8	0,8	0,6	1,3	2,7	5,2
1	México – Chihuahua	Gómez <i>et al.</i>	2009	45	17	13	3	5	0	0	17
1	Japão	Shekdar	2009	26	46	9	8	7	0	0	4
1	China – Hong Kong	Shekdar	2009	38	26	19	2	3	3	0	9
1	Coreia do Sul	Shekdar	2009	25	26	7	9	4	29	0	0
2	Irã – Rasht	Moghadam, Mokhtarani e Mokhtarani	2009	80,2	8,7	9	0,7	0,2	0,4	0	0,8
2	Haiti – Cape	Philippe & Culot	2009	65,5	9	9,2	2,6	5,8	0	0	7,9
1	México – Enseada	Aguilar-Virgen <i>et al.</i>	2010	34,28	22,49	12,53	0	0	6,58	0	24,12
2	Palestina – Nablus	Al-Khatib <i>et al.</i>	2010	58,3	15	15	0	0	3,6	0	8,1
2	Turquia – Kocaeli	Yenice <i>et al.</i>	2011	43,44	14,72	13,69	1,85	3,14	0	0	23,16
3	Afganistão – Kabul	Forouhar & Hristovski	2012	69,5	6,5	3	1	2	1,5	0	16,5
2	Malásia – Bakri	Kalanatarifard & Yang	2012	51,45	19,87	12,36	1,27	1,7	1,11	1,76	10,48
3	Bangladesh	Salam <i>et al.</i>	2012	74	11	3	0	3	3	0	6
3	Nigéria – Abuja	Ogwueleka	2013	62,9	10,2	8,9	3,2	2,6	1,6	0	10,6
2	Iran – Balbosar	Ghanami <i>et al.</i>	2013	69,3	9,4	7,8	3,5	3,3	3	0	3,7

CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO (IDH) EM PAÍSES DESENVOLVIDOS (1), PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO (2) E EM PAÍSES SUBDESENVOLVIDOS (3).

A composição dos resíduos sólidos urbanos residenciais classifica-se em oito categorias:

1. Orgânico (resíduos biodegradáveis com elevada carga orgânica, ou seja, restos de frutas, comida, vegetais, solo, madeira, entre outros);
2. Papel (qualquer tipo de papel seja papelão, papel de embrulho, jornais, livros, revistas, entre outros);
3. Plástico (qualquer tipo de material de polímero base, tais como garrafas PET, PVC, materiais plásticos como sacolas, entre outros);
4. Metal (inclui as sucatas de metal, frascos, latas, entre outros);
5. Vidro (qualquer tipo de garrafa de vidro, recipientes de vidro, entre outros);
6. Têxtil (qualquer pano, como roupas velhas, trapos e demais);
7. Borracha (qualquer material que contenha em sua composição a borracha); e
8. Outros (resíduos de demolição e tóxicos, tais como tijolos quebrados, concreto, telhas, sujeiras e cinzas).

A partir da pesquisa bibliográfica, realizou-se a tabulação dos dados via planilhas eletrônicas e, a partir destas, aplicou-se a correlação de Pearson entre as frações ou categorias dos tipos de resíduos gerados. As correlações analisadas e discutidas foram as que apresentaram uma qualidade de correlação superior a 0,50 e com significância de 0,01 e 0,05. Por meio dessa correlação de Pearson, conforme Witte & Witte (2005) e Webster (2006), pode-se medir o grau de dependência, isto é, descrever a relação linear entre os pares de dados oriundos das séries temporais quantitativas. A correlação de Pearson pode ser avaliada qualitativamente quanto a sua intensidade em: Nula, quando a correlação for 0; Fraca, quando estiver entre 0 e 0,3;

Regular, quando entre 0,31 e 0,6; Forte, quando entre 0,61 e 0,9; Muito Forte, quando entre 0,91 e 99; e Plena, quando apresentar uma correlação igual a 1 (CALLEGARI-JAQUES, 2003).

Na sequência, foi apurada a regressão linear com a análise do coeficiente de determinação de cada um dos tipos de resíduos gerados. O coeficiente de determinação é o percentual de variação pelo qual uma das variáveis é explicada em função da outra (WEBSTER, 2006). Para a realização da regressão linear, foram utilizados, como fator dependente ( $y$ ), os dados resultantes do percentual de resíduos (orgânico, papel, plástico, metal, vidro, têxtil, borracha e outros); como fator independente ( $x$ ), utilizou-se o tempo, ou seja, o ano em que o estudo foi realizado. O *software* empregado para realizar a correlação de Pearson e a regressão linear foi o *IBM SPSS Statistics*.

Após a apuração da correlação de Pearson e da regressão linear, verificou-se a estatística descritiva, compreendendo a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação (PIMENTEL GOMES, 2000; SOARES & SIQUEIRA, 2002) dos 44 estudos empíricos.

A apuração dessa estatística descritiva obedeceu à classificação conforme os países de origem dos estudos: países desenvolvidos, em desenvolvimento e subdesenvolvidos (Tabela 1). O critério utilizado para essa classificação foi o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do país e ou da localidade no ano da realização do estudo. O IDH avalia a riqueza, a educação e a média de vida dos países, ou seja, mede e avalia o bem-estar da população do país e relaciona-os em forma de *ranking* (UNDP, 2014). Os países com IDH entre 0,8 e 1,0 são considerados desenvolvidos, entre 0,5 e 0,79 estão em desenvolvimento, e entre 0 e 0,49 são considerados países subdesenvolvidos (Tabela 1) (UNDP, 2014). Sendo assim, após apresentar os materiais e métodos, apresentam-se, na sequência, os resultados e as discussões.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

apuração da correlação de Pearson por intermédio dos dados da Tabela 1, com o auxílio do *software IBM SPSS Statistics* entre os oito tipos de resíduos, mencionados anteriormente, revelou os resultados apresentados na Tabela 2. Os resultados apontam que há uma forte correlação

inversa significativa (conforme classificação de CALLEGARI-JAQUES, 2003) entre o resíduo orgânico e o papel.

Os resultados extraídos por meio da correlação de Pearson utilizando apenas os dados dos países em desenvolvimento (Tabela 2) revelam uma forte correlação inversa

significativa (conforme classificação de CALLEGARI-JAQUES, 2003) entre a geração de resíduo orgânico e outros.

A Tabela 2, resultante da correlação de Pearson utilizando-se os dados dos países subdesenvolvidos, revela uma correlação inversa significativa muito forte (conforme classificação de CALLEGARI-JAQUES, 2003) entre a geração de resíduo metal e resíduos orgânicos e entre a geração de resíduo vidro e outros. Também foi verificada uma correlação significativa muito forte entre a geração dos resíduos borracha e vidro.

A análise dos resultados da correlação de Pearson foi realizada em conjunto com os resultados da regressão linear. Portanto, para identificar a direção da correlação entre duas variáveis, por exemplo, entre a geração de resíduo orgânico e o papel (Tabela 2), apurou-se uma forte correlação inversa, mas qual das variáveis aumenta e qual delas diminui? Nesse sentido, em função dessa problemática, elaborou-se a regressão linear para identificar a direção das variáveis. Sendo assim, na sequência, são apresentadas a apuração da regressão linear dos dados da Tabela 1 e a análise conjunta com a correlação de Pearson.

A fração da geração de resíduos orgânicos e plásticos dos países desenvolvidos (Figura 1) apresentou um decréscimo por meio da aplicação da regressão linear, mas o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), conforme classificação de Webster (2003), é considerado muito fraco para efeitos de confiabilidade da regressão. Os resíduos metais e

têxteis, nos países desenvolvidos, apresentaram, via regressão linear, um crescimento, e a geração de resíduos papéis e vidros demonstrou uma situação constante.

A análise conjunta dos dados dos países desenvolvidos, da correlação de Pearson e da regressão linear revela que na medida em que a geração de resíduos orgânicos diminui, a geração de resíduo de papel e metal aumenta. Esses resultados corroboram os achados de Papachristou *et al.* (2009), em que também há uma redução de resíduos orgânicos e um aumento de resíduos de papel em função do tempo; sendo assim, a fração de resíduos orgânicos é determinada pela viabilidade de compostagens, enquanto a fração de papel determina a viabilidade de reciclagem e de incineração.

Os principais resultados da regressão linear, agrupados em países em desenvolvimento (Figura 1), dos resíduos orgânicos, de plásticos e de papéis apontam um aumento em função do tempo. A comparação desses resultados com os apurados pela correlação de Pearson demonstra que na medida em que a geração de resíduos orgânicos aumenta, a geração de resíduos Outros diminui. Sendo assim, afirma-se que a geração de resíduos orgânicos aumenta e é guiada pelos resíduos classificados como Outros.

O aumento da geração de resíduos orgânicos, plásticos e papéis também foi mencionado em Kansal (2002), que afirma que a geração de resíduos sólidos nos países em desenvolvimento aumenta constantemente ao longo dos anos; esse aumento, segundo Bandara *et al.* (2007), Papa-

**Tabela 2 – Correlação de Pearson dos resíduos urbanos residenciais.**

Correlação geral								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1 - Orgânico	1							
2 - Papel	-0,722**	1						
3 - Plástico	-0,408**	0,368**	1					
4 - Metal	-0,310*	0,449**	-0,112	1				
5 - Vidro	-0,275*	0,298*	-0,058	0,438**	1			
6 - Têxtil	-0,284*	0,126	-0,018	0,301*	-0,008	1		
7 - Borracha	-0,122	0,085	0,116	0,038	0,094	0,048	1	
8 - Outros	-0,403**	-0,186	-0,093	-0,343*	-0,203	-0,155	-0,078	1

CONTINUA...

Tabela 2 – Continuação.

Correlação geral								
Correlação dos estudos de países desenvolvidos								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1 - Orgânico	1							
2 - Papel	-0,646*	1						
3 - Plástico	0,100	-0,186	1					
4 - Metal	-0,736**	0,601*	-0,473	1				
5 - Vidro	-0,295	0,128	-0,139	0,477	1			
6 - Têxtil	-0,344	-0,099	-0,352	0,464	-0,059	1		
7 - Borracha	-0,093	-0,166	-0,220	0,026	0,331	0,039	1	
8 - Outros	0,287	-0,451	0,099	-0,608*	-0,243	-0,500	0,134	1
Correlação dos estudos de países em desenvolvimento								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1 - Orgânico	1							
2 - Papel	-0,276	1						
3 - Plástico	-0,127	0,221	1					
4 - Metal	-0,018	0,382*	-0,271	1				
5 - Vidro	-0,191	0,341	-0,221	0,441*	1			
6 - Têxtil	-0,002	-0,221	0,069	-0,096	-0,133	1		
7 - Borracha	0,025	0,192	0,176	-0,151	-0,131	-0,082	1	
8 - Outros	-,699**	-0,385*	-0,184	-0,314	-0,199	-0,044	-0,145	1
Correlação dos estudos de países subdesenvolvidos								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1 - Orgânico	1							
2 - Papel	-0,533	1						
3 - Plástico	-0,810	0,335	1					
4 - Metal	-0,987**	0,604	0,810	1				
5 - Vidro	-0,331	0,178	0,773	0,401	1			
6 - Têxtil	-0,159	0,814	0,061	0,298	0,265	1		
7 - Borracha	-0,415	-0,021	0,803	0,463	0,944*	0,059	1	
8 - Outros	0,272	-0,513	-0,640	-0,371	-0,900*	-0,587	-0,715	1

\*\*A CORRELAÇÃO É SIGNIFICATIVA NO NÍVEL 0,01; \*A CORRELAÇÃO É SIGNIFICATIVA NO NÍVEL 0,05.

christou *et al.* (2009), Moghadam, Mokhtarani e Mokhtarani (2009), Purcell & Magette (2009), Kalanatarifard & Yang (2012) e Nabegu & Mustapha (2012), ocorre pelas mudanças nos padrões de vida e de consumo. Os padrões de consumo envolvem bens mais embalados, direcionando a uma tendência de descartar, em vez de reutilizar ou reciclar (PAPACHRISTOU *et al.*, 2009). A geração de resíduo plástico aumenta em decorrência do consumo de água engarrafada (e demais produtos em garrafas PET) e do uso do plástico para acondicionamento de alimentos (MOGHADAM; MOKHTARANI; MOKHTARANI, 2009; KALANATARIFARD & YANG, 2012).

A análise da regressão linear da geração de resíduo, considerando-se os países subdesenvolvidos (Figura 1), revela que apenas a geração de resíduo orgânico, com uma precisão de previsão regular ( $R^2=58,04\%$ ), e Outros aumenta. A comparação desses resultados com os da correlação de Pearson revela que na medida em que a geração de resíduo orgânico aumenta, a geração de

resíduo metal diminui; e na medida em que a geração do resíduo vidro diminui, aumenta a geração do resíduo outros, enquanto, ao mesmo tempo, a geração de resíduo borracha diminui.

A correlação entre a geração de resíduo orgânico e a geração de resíduo metal também foi apurada por Nabegu & Mustapha (2012), que destacam que o motivo desse resultado advém de países tipicamente subdesenvolvidos nos quais há maior geração de resíduos orgânicos, em função do consumo de frutas, alimentos e produtos embalados. Sendo assim, após apresentar e discutir a correlação de Pearson e a regressão linear, na sequência são apresentados os resultados e as discussões sobre a estatística descritiva, utilizando como base a Tabela 1 e gerando a Tabela 3.

A média de geração de resíduo orgânico (total) apresenta o maior percentual (54,3%), seu coeficiente de variação é alto, conforme Pimentel Gomes (2000) e

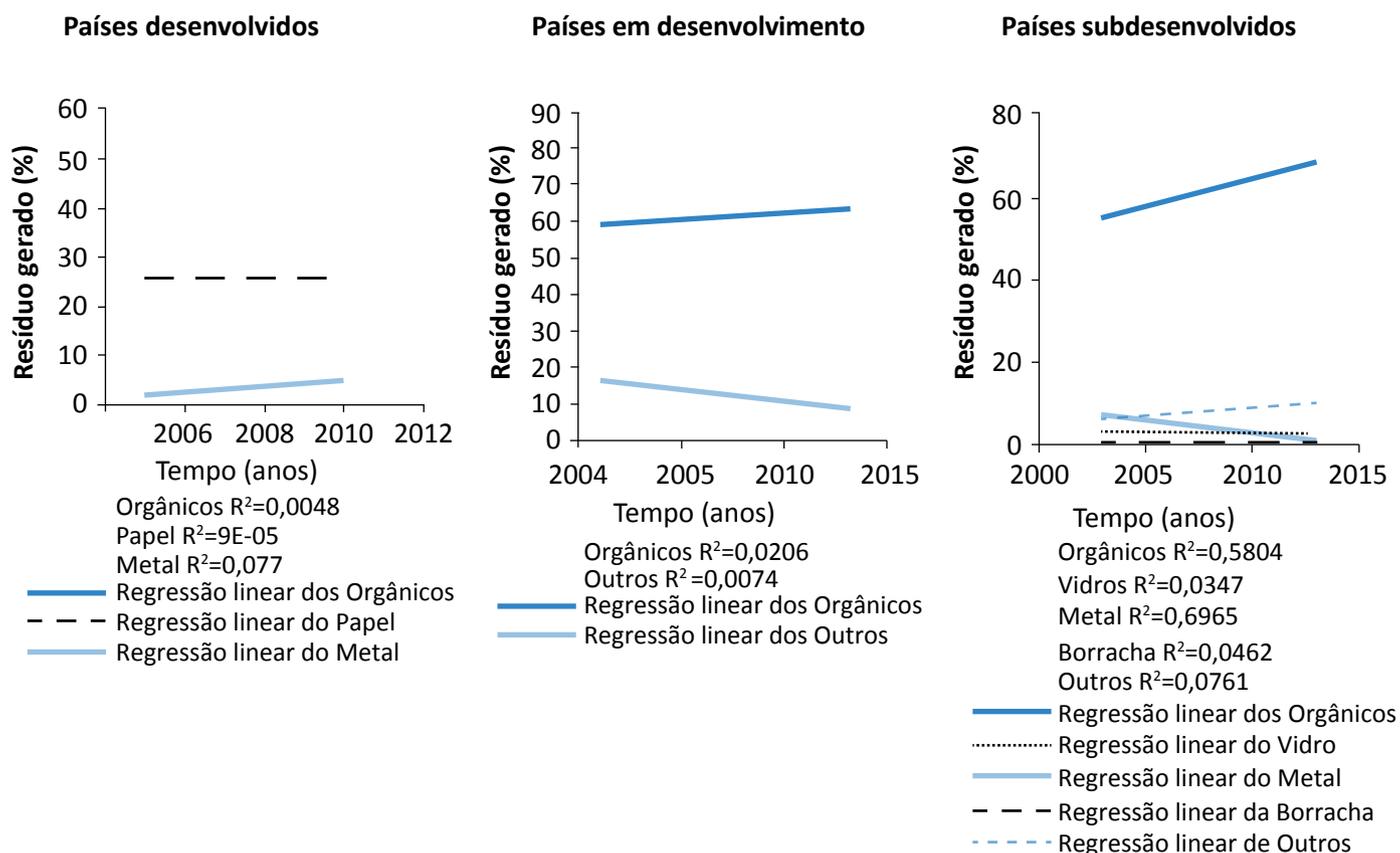


Figura 1 – Regressão linear da geração de resíduos urbanos residenciais com correlação de Pearson significativa.

Soares & Siqueira (2002), e apresenta uma baixa precisão, ao contrário dos demais resíduos, que apresentam uma baixíssima precisão; sendo assim, a média de geração do resíduo orgânico pode ser utilizada como padrão. Tal resultado aponta, com exceção da geração de resíduo orgânico, que diferentes regiões geram diferentes tipos de resíduos, pois utilizam diferentes tipos de materiais, podendo variar amplamente sua composição, o que corrobora o estudo de Emery *et al.* (2004). Essa composição depende de diversas variáveis, como hábitos alimentares, tradições culturais, *status* socioeconômico, nível de educação, crenças religiosas, atitudes sociais e públicas, e das condições climáticas (ENAYETULLAH; SINHA; KHAN, 2005; BANDARA *et al.*, 2007).

O Banco Mundial destaca que a faixa de caracterização da geração de resíduos orgânicos urbanos com-

preende entre 40 e 85% em relação aos demais tipos de resíduos gerados (COINTREAU, 2006). Já Bolaane & Ali (2004) apontam uma média de 68%; sendo assim, quando esses resultados são comparados com os do presente estudo, que compreende uma faixa de 40,2 a 68,4%, nota-se que a geração mínima é compatível com a do Banco Mundial, mas a máxima difere deste. Mas, por outro lado, adere-se à média de Bolaane & Ali (2004), o que pode ser explicado em função da quantidade de estudos em países desenvolvidos, em desenvolvimento e subdesenvolvidos utilizados, pois há uma variação de geração de resíduos dependendo da classificação do país. A fração de geração de resíduos orgânicos em todos os grupos de rendas (países desenvolvidos, em desenvolvimento ou subdesenvolvimento) (Tabela 3) corresponde a maior representação; assim, esse resultado adere-se às afirmações de Bolaane & Ali (2004).

**Tabela 3 – Estatística descritiva dos estudos científicos sobre a geração de resíduos urbanos residenciais.**

Média dos 44 estudos científicos (total)								
	Orgânicos	Papel	Plástico	Metais	Vidro	Têxtil	Borracha	Outros
Média	54,3	14,8	9,7	2,5	2,9	2,7	0,3	13,1
Desvio padrão	14,1	6,9	4,4	2,1	2,0	2,3	0,5	8,5
Coeficiente de variação	0,26	0,46	0,45	0,81	0,67	0,87	1,72	0,65
Média dos 12 estudos científicos (países desenvolvidos)								
Média	34,32	25,77	13,46	3,32	3,85	4,60	0,44	14,24
Desvio padrão	7,57	5,99	4,19	2,67	2,15	4,63	0,74	5,91
Coeficiente de variação	0,22	0,23	0,31	0,80	0,56	1,01	1,67	0,41
Média dos 27 estudos científicos (países em desenvolvimento)								
Média	61,33	10,83	8,38	2,05	2,49	1,86	0,18	13,37
Desvio padrão	11,16	3,82	3,86	1,53	1,91	1,60	0,31	10,19
Coeficiente de variação	0,18	0,35	0,46	0,75	0,76	0,86	1,76	0,76
Média dos 5 estudos científicos (países subdesenvolvidos)								
Média	64,21	10,35	7,53	3,36	2,98	2,32	0,36	8,89
Desvio padrão	6,03	1,64	3,63	2,35	0,74	0,62	0,57	3,93
Coeficiente de variação	0,09	0,16	0,48	0,70	0,25	0,27	1,60	0,44

O percentual de geração de resíduo, apenas nos países desenvolvidos (Tabela 3), demonstra que o resíduo orgânico consiste na maior média (34,32%), seguido pela geração do resíduo de papel (25,77%). O coeficiente de variação dos resíduos orgânico e de papel apresenta-se alto, ou seja, de baixa precisão; portanto, conforme Pimentel Gomes (2000) e Soares & Siqueira (2002), essas médias podem ser utilizadas como padrões. A média de resíduos orgânicos apurada neste estudo (de 34,32%) pode ser expressa e aceitável no intervalo de 26,7 a 41,9%. Estudos de Abu Qdais, Hamoda e Newham (1997), realizados nos Estados Unidos da América, revelaram uma média de 27%; Ojeda-Benitez *et al.* (2003), em Mexicali, no México, encontraram o valor de 43,1%; Dennison, Dodd e Whelen (1996), em Dublin, na Irlanda, de 40,5%; Eisted e Christensen (2011), em Sisimiut, na Groelândia, de 43%; Riber, Petersen e Christensen (2009), na Dinamarca, de 33,8%; Burnley (2007), no Reino Unido, de 35 a 38%; portanto, quando comparada com esses estudos, nota-se que esta pesquisa se enquadrou na faixa da média, o que comprova viabilidade da média apurada.

A geração média de resíduo nos países em desenvolvimento (Tabela 3) revela que o resíduo orgânico possui a maior média (61,33%), e conforme o coeficiente de variação sua média é a única que pode ser utilizada como padrão, pois seu coeficiente de variação é médio, e sua dispersão, boa (PIMENTEL GOMES, 2000; SOARES & SIQUEIRA, 2002). A média de geração de resíduo orgânico (61,33%) pode variar de 50,2 a 72,5%, conforme o desvio padrão; dessa forma, comparando-se com estudos de Phuc Thanh, Matsui e Fujiwara (2010), em Can Tho, no Vietnã, os quais apresentam uma geração de resíduo média de 84,7%, Metin, Eröztürk e Neyim (2003), em Semarang, na Turquia, entre 43 e 64%, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2012), no Brasil, de 51,4%, verifica-se que os estudos de Metin, Eröztürk e Neyim e da ABRELPE enquadram-se no intervalo médio de geração de resíduos, mas o de Phuc Thanh, Matsui e Fujiwara está bem acima da média.

A geração média de resíduos nos países subdesenvolvidos (Tabela 3) revela que o resíduo orgânico médio é

de 64,21%; na sequência, estão os resíduos de papel (10,35%), vidro (2,98%) e têxtil (2,32%). O coeficiente de variação, por exemplo, do resíduo orgânico é baixo, ou seja, há alta precisão, o do papel, médio (boa precisão), e o do vidro e têxtil, alto (baixa precisão), conforme classificação de Pimentel Gomes (2000) e Soares & Siqueira (2002); dessa forma, a média da geração de resíduo orgânico, papel, vidro e têxtil pode ser utilizada como padrão. A média de geração de resíduo orgânico concentra-se entre 58,2 e 70,24%, com base na variação do desvio padrão; sendo assim, ao comparar com estudos de Dangi *et al.* (2011), em Kathmandu, no Nepal, com média encontrada de 71%, e Phuntsho *et al.* (2010), em Bhutan, no sul da Ásia, com média de 58%, percebe-se que essas gerações médias de resíduos orgânicos enquadram-se no intervalo apurado.

A apresentação e a discussão desses dados sobre a geração de resíduos urbanos residenciais revelam a importância da apuração da geração destes para uma adequada gestão. Portanto, nota-se que o comportamento da geração em percentual difere de países desenvolvidos, em desenvolvimento e subdesenvolvidos. Este estudo também apontou uma precária preocupação na quantificação da geração de resíduos urbanos residenciais via estudos científicos e de sua publicação em periódicos nacionais e internacionais, pois apenas 44 estudos foram detectados, com base na metodologia utilizada, na elaboração desta pesquisa. Sendo assim, estes resultados também são apontados por Bandara *et al.* (2007) e Papachristou *et al.* (2009), que salientam que as autoridades locais necessitam de dados atuais e confiáveis sobre a geração de resíduos urbanos, pois somente assim é viável estabelecer um sistema de gestão desses resíduos capaz de cumprir metas estabelecidas. Phuntsho *et al.* (2010) complementam que os dados da geração desses resíduos urbanos compreendem parâmetros essenciais na programação da gestão eficiente de resíduos.

A gestão de resíduos urbanos, dessa forma, deve ser conduzida com soluções ideais ou adequadas que variam de um local para outro, o que também é apontado nos estudos de Emery *et al.* (2004), Woodard, Bench e Harder (2005), Diem Trang *et al.* (2007).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A composição e a fração de resíduos urbanos residenciais gerados são essenciais na determinação de uma

gestão eficiente. Sendo assim, este estudo objetivou identificar a composição média por tipo de resíduo ge-

rada, a correlação de Pearson entre os tipos de resíduos na forma global e também dos estudos isolados por países desenvolvidos, em desenvolvimento e subdesenvolvidos, e, além disso, uma regressão linear por tipo de resíduos.

Os resultados apurados pela correlação de Pearson e pela regressão linear revelam que nos países desenvolvidos a geração média de resíduo orgânico diminui e correlaciona-se de forma significativa com a geração do resíduo de papel, que aumenta. Os países em desenvolvimento apresentam uma geração média de resíduo orgânico crescente que relaciona-se significativamente com a geração de resíduos classificados como Outros, que decrescem. Já os países subdesenvolvidos apontam uma geração média de resíduo orgânico que aumenta e relaciona-se significativamente com a média da geração de metal, que decresce. Dessa forma, observa-se que a geração média de orgânicos opera como fator determinante da fração de resíduos urbanos, seja em países de-

envolvidos, em desenvolvimento e subdesenvolvidos, mas diferencia-se quanto a variável com a qual o mesmo se correlaciona.

A análise da geração média de resíduos aponta que, no geral, o resíduo orgânico compreende 54,3%, com intervalo de 40,2 a 68,4%; os países desenvolvidos apresentam uma geração média de resíduo orgânico de 34,32% compreendendo o intervalo de 26,7 a 41,9%; já os países em desenvolvimento demonstram uma geração média de resíduo orgânico de 61,33%, com intervalo de 50,2 a 70,5%, e os subdesenvolvidos, uma média de 64,21%, com intervalo de 58,2 a 70,24. Portanto percebe-se que a geração média de resíduos em países em desenvolvimento e subdesenvolvidos é bem próxima. Dessa forma, o conhecimento sobre composição, correlação e regressão é fundamental para o processo de gestão dos resíduos urbanos residenciais, mas deve-se atentar que este estudo identifica a composição média, pois é evidente que para cada região, Estado ou país existem variações na geração do resíduo, afetando, assim, a gestão local de resíduos.

## REFERÊNCIAS

- ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2011. São Paulo: ABRELPE, 2012.
- ABU QDAIS, H. A.; HAMODA, M. F.; NEWHAM, J. Analysis of residential waste at generation sites. *Waste Management and Research*, v. 15, n. 4, p. 395-406, 1997.
- ABU QDAIS, H. A. Technoeconomic assessment of municipal solid waste management in Jordan. *Waste Management*, v. 27, n. 11, p. 1666-1672, 2007.
- AFROZ, R.; HANAKI, K.; TUDIN, R. Factors affecting waste generation: a study in a waste management program in Dhaka City, Bangladesh. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, v. 179, n. 1-4, p. 509-519, 2010.
- AGUILAR-VIRGEN, Q.; ARMIJO-DE VEGA, C.; TABOADA-GONZALEZ, P.; AGUILAR, X. M. Potential recovery of domestic solid waste disposed of in a landfill. *Journal of Engineering*, v. 32, p. 16-27, 2010.
- AKBARI, M. A.; TAHIR, M.; LITKE, D. W.; CHORNACK, M. P. Ground-water levels in the Kabul Basin, Afghanistan, 2004 e 07. Washington, D.C.: USAID/U.S, 2007. (Geological Survey Open File Report 2007 e 1294).
- AL-KHATIB, I. ARAFAT, H. A.; BASHEER, T.; SHAWAHNEH, H.; SALAHAT, A.; EID, J.; ALI, W. Trends and problems of solid waste management in developing countries: a case study in seven Palestinian districts. *Waste Management*, v. 27, p. 1910-1919, 2007.
- AL-KHATIB, I. A. & ARAFAT, H. A. A review of residential solid waste management in the occupied Palestinian territory: a window for improvement? *Waste Management and Research*, v. 28, p. 481-488, 2010.
- AL-KHATIB, I.; MONOUB, M.; ABU ZHRAC, A. S. F.; SHAHEEND, H. Q.; KASSINOSB, D. Solid waste characterization, quantification and management practices in developing countries. A case study: nablus district – Palestine. *Journal of Environmental Management*, v. 91, p. 1131, 2010.

- BANDARA, N.; J. G. J.; HETTIARATCHI, J. P. A.; WIRASINGHE, S. C.; PILAPIIYA, S. Relation of waste generation and composition to socio-economic factors: a case study. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 135, n. 1-3, p. 31-39, 2007.
- BERNACHE-PEREZ, G.; SÁNCHEZ-COLÓN, S.; GARMENDIA, A. M.; DÁVILA-VILLARREAL, A.; SÁNCHEZ-SALAZAR, M. E. Solid waste characterisation study in the Guadalajara Metropolitan Zone, Mexico. *Waste Management and Research*, v. 19, p. 413-424, 2001.
- BOLAANE, B. & ALI, M. Sampling household waste at source: lessons learnt in Gaborone. *Waste Management and Research*, v. 22, n. 3, p. 142-148, 2004.
- BRUNNER, P. H. & FELLNER, J. Setting priorities for waste management strategies in developing countries. *Waste Management and Research*, v. 25, p. 234-240, 2007.
- BUENROSTRO, O. *Los residuos sólidos municipales*. Perspectivas desde la investigación multidisciplinaria. México: Universitaria, 2001.
- BURNLEY, S. J.; ELLIS, J. C.; FLOWERDEW, R.; POLL, A. J.; PROSSER, H. Assessing the composition of municipal solid waste in Wales. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 49, p. 264-283, 2007.
- BURNLEY, S. J. A review of municipal solid waste composition in the United Kingdom. *Waste Management*, v. 27, n. 10, p. 1274-1285, 2010.
- CALLEGARI-JAQUES, S. M. *Bioestatística: princípios e aplicações*. 1ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2003. 255 p.
- CALO, F. & PARISE, M. Waste management and problems of water pollution in karst environments in the context of post-conflict scenario: the case of Mostar (Bosnia Herzegovina). *Habitat International*, v. 33, p. 63-72, 2009.
- CHERIAN, J. & JACOB, J. Management Models of Municipal Solid Waste: A Review Focusing on Socio Economic Factors. *International Journal of Economics and Finance*, v. 4, n. 10, 2012.
- COINTREAU, S. *Occupational and Environmental Health Issues of Solid Waste Management: Special Emphasis on Middle- and Lower-Income Countries*. Washington, D.C.: World Bank, 2006.
- DAHLÉN, L. *Household waste collection factors and variations*. Thesis (Doctoral) - Department of Civil, Mining and Environmental Engineering Division of Waste Science and Technology Luleå University of Technology, Luleå, Sweden, 2008.
- DANGI, M. B.; PRETZ, C. R.; URYNOWICZ, M. A.; GEROW, K. G.; REDDY, J. M. Municipal solid waste generation in Kathmandu, Nepal. *Journal of Environmental Management*, v. 92, n. 1, p. 240-249, 2011.
- DENNISON, G. J.; DODD, V. A.; WHELAN, B. A socio-economic based survey of household waste characteristics in the city of Dublin, Ireland – II. *Waste quantities*. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 17, n. 3, p. 245-257, 1996.
- DIEM TRANG, N. T.; PARAYNO, P. P.; KARAGIANNIDIS, A.; BILITEWSKI, B. The effects of local cultural and socio-economic features on the structure of solid waste management in developing countries: the case of the Philippines and Vietnam. In: INTERNATIONAL WASTE MANAGEMENT AND LANDFILL SYMPOSIUM, 11., 1st-5th Oct. *Proceedings...* Cagliari, Italy: CISA Publishers, 2007.
- DYSON, B. & CHANG, N. Forecasting municipal solid waste generation in a fast-growing urban region with system dynamics modeling. *Waste Management*, v. 25, p. 669-679, 2005.
- EISTED, R. & CHRISTENSEN, T. H. Characterization of household waste in Greenland. *Waste Management*, v. 31, n. 7, p. 1461-1466, 2011.
- ELEFThERIOU, P. Energy from waste: a possible alternative energy source for large size municipalities. *Waste Management and Research*, v. 25, p. 483-486, 2007.

- EMERY, A. D.; GRIFFITHS, A. J.; WILLIAMS, P.; WOOLLAM, T. C. Material capture from a kerbside recycling scheme and the effects of socio economic conditions on household waste arisings. *Journal of Solid Waste Technology and Management*, v. 30, n. 1, p. 19-27, 2004.
- ENAYETULLAH, I.; SINHA, A. H. M. M.; KHAN, S. S. A. Urban Solid Waste Management Scenario of Bangladesh: Problems and Prospects. *Waste Concern Technical Documentation*, Dhaka, Bangladesh, 2005. 18 p.
- FOROUHAR, A. & HRISTOVSKI, K. D. Characterization of the municipal solid waste stream in Kabul, Afghanistan. *Habitat International*, v. 36, p. 406-413, 2012.
- GHANAMI, Z.; AMOUEI, A.; FALLAH, H.; ASGHARNIA, H.; MOHAMMADI, A.; DARIUSH, N. Survey of Qualitative and Quantitative Characteristics of Municipal Solid Wastes in North of Iran (Babolsar city) in 2012. *Health Scope*, v. 2, n. 2, p. 79-83, 2013.
- GIDARAKOS, E. G.; HAVAS, G.; NTZAMILIS, P. Municipal solid waste composition determination supporting the integrated solid waste management system in the island of Crete. *Waste Management*, v. 26, n. 6, p. 668-7, 2005.
- GOMES, A.; MATOS, M.; CARVALHO, I. Separate collection of the biodegradable fraction of MSW: An economic assessment. *Waste Management*, v. 28, p. 1711-1719, 2008.
- GÓMEZ, G.; MENESES, M.; BALLINAS, L.; CASTELLS, F. Seasonal characterization of municipal solid waste (MSW) in the city of Chihuahua, Mexico. *Waste Management*, v. 29, p. 2018-2024, 2009.
- GUERRERO, L. A.; MAAS, G.; HOGLAND, W. Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Management*, v. 33, p. 220-232, 2013.
- IMAM, A.; MOHAMMED, B.; WILSON, D. C.; CHEESEMAN, C. R. Solid waste management in Abuja, Nigeria. *Waste Management*, v. 28, n. 2, p. 468-472, 2008.
- JICA – JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. *Study on integrated management plan of municipal solid waste in Havana city*. Progress Report. Cuba, 1, 2004. Disponível em: <[http://open\\_jicareport.jica.go.jp/pdf/11855806\\_02.pdf](http://open_jicareport.jica.go.jp/pdf/11855806_02.pdf)>. Acesso em: 25 set. 2014.
- KALANATARIFARD, A. & YANG, G. Identification of the Municipal Solid Waste Characteristics and Potential of Plastic Recovery at Bakri Landfill, Muar, Malaysia. *Journal of Sustainable Development*, v. 5, n. 7, p. 11-17, 2012.
- KANSAL, A. Solid waste management strategies for India. *Indian Journal of Environmental Protection*, v. 22, n. 4, p. 444-448, 2002.
- KNOWLES, J. A. National solid waste management plan for Iraq. *Waste Management and Research*, v. 27, p. 322-327, 2009.
- KULABAKO, R. N.; NALUBEGA, M.; WOZEI, E.; THUNVIK, R. Environmental health practices, constraints and possible interventions in peri-urban settlements in developing countries e a review of Kampala, Uganda. *International Journal of Environmental Health Research*, v. 20, n. 4, p. 231-257, 2010.
- LACOSTE, E. & CHALMIN, P. *From waste to resource – an abstract of the 2006 world waste survey*. Paris: Economica, 2007.
- LI, K. *Study of influence factors in municipal solid waste management decision-making*. Thesis (Master of Science) – Royal Institute of Technology, Stockholm, 2007.
- LI, Z.; FU, H.; QU, X. Estimating municipal solid waste generation by different activities and various resident groups: A case study of Beijing. *Science of the Total Environment*, v. 409, p. 4406-4414, 2011.
- MAGRINHO, A.; DIDELET, F.; SEMIAO, V. Municipal solid waste disposal in Portugal. *Waste Management*, v. 26, n. 12, p. 1477-1489, 2006.

- METIN, E.; ERÖZTÜRK, A.; NEYIM, C. Solid waste management practices and review of recovery and recycling operations in Turkey. *Waste Management*, v. 23, n. 5, p. 425-432, 2003.
- MINGHUA, Z.; XIUMIN, F.; ROVETTA, A.; QICHANG, H.; VICENTINI, F.; BINGKAI, L.; GIUSTI, A.; YI, L. Municipal solid waste management in Pudong New Area, China. *Journal of Waste Management*, v. 29, p. 1227-1233, 2009.
- MOGHADAM, M.R. A.; MOKHTARANI, N.; MOKHTARANI, B. Municipal solid waste management in Rasht City, Iran. *Waste Management*, v. 29, n. 1, p. 485-489, 2009.
- NABEGU, A. B. & MUSTAPHA, A. Using Person Product Moment Correlation to explore the relationship between different categories of Municipal solid waste in Kano Metropolis, Northwestern Nigeria. *Journal of Environment and Earth Science*, v. 2, n. 4, 2012.
- OGWUELEKA, T. C. Analysis of urban solid waste in Nsukka: Nigeria. *Journal of Solid Waste Technology and Management*, v. 4, n. 29, p. 239-246, 2003.
- OGWUELEKA, T. C. Survey of household waste composition and quantities in Abuja, Nigeria. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 77, p. 52-60, 2013.
- OJEDA-BENITEZ, S.; VEJA, C. A.; RAMIREZ-BARRETO, M. E. Characterization and quantification of household solid wastes in a Mexican city. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 39, p. 211-222, 2003.
- PAPACHRISTOU, H.; HADJIANGHELOU, H.; DARAKAS, E.; ALIVANIS, K.; BELOU, A.; IOANNIDOU, D.; PARASKEVOPOULOU, E.; POULIOS, K.; KOUKOURIKOU, A.; KOSMIDOU, N.; SORTIKOS, K. Perspectives for integrated municipal solid waste management in Thessaloniki, Greece. *Waste Management*, v. 29, n. 3, p. 1158-1162, 2009.
- PARIZEAU, K.; MACLAREN, V.; CHANTHY, L. Waste characterization as an element of waste management planning: lessons learned from a study in Siem Reap, Cambodia. *Resources Conservation and Recycling*, v. 49, p. 110-128, 2006.
- PHILIPPE, F. & CULOT, M. Household solid waste and characteristics in Cape Haitian City, Republic of Haiti. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 54, p. 73-78, 2009.
- PHILLIPS, W. & THORNE, E. Municipal Solid Waste Management in the Caribbean – A benefit cost analysis. Eclac subregional headquarters for the Caribbean, 2011.
- PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 14ª ed. Piracicaba: Nobel, 2000. 477p.
- PURCELL, M. & MAGETTE, W. L. Prediction of household and commercial BMW generation according to socio-economic and other factors for the Dublin region. *Waste Management*, v. 29, p. 1237-1250, 2009.
- PHUC THANH, N.; MATSUI, Y.; FUJIWARA, T. Household solid waste generation and characteristic in a Mekong Delta city, Vietnam. *Journal of Environmental Management*, v. 91, n. 11, p. 2307-2321, 2010.
- PHUNTSHO, S.; DULAL, I.; YANGDEN, D.; TENZIN, U. M.; HEART, S.; SHON, H.; VIGNESWARAN, S. Studying municipal solid waste generation and composition in the urban areas of Bhutan. *Waste Management and Research*, v. 28, n. 8, p. 545-551, 2010.
- QU, X.; LI, Z. S.; XIE, X. Y.; SUI, Y. M.; YANG, L.; CHEN, Y. Survey of composition and generation rate of household wastes in Beijing, China. *Waste Management*, v. 29, p. 2618-2624, 2009.
- RATHI, S. Alternative approaches for better municipal solid waste management in Mumbai, India. *Journal of Waste Management*, v. 26, n. 10, p. 1192-1200, 2006.
- RAY, M.R.; ROYCHOUDHURY, S.; MUKHERJEE, G.; ROY, S.; LAHIRI, T. Respiratory and general health impairments of workers employed in a municipal solid waste disposal at open landfill site in Delhi. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, v. 108, n. 4, p. 255-262, 2005.

- RIBER, C.; PETERSEN, C.; CHRISTENSEN, T.H. Chemical composition of material fractions in Danish household waste. *Waste Management*, v. 29, n. 10, p. 1251-1257, 2009.
- SALAM, M. A.; HOSSAIN, L.; DAS, R. S.; WAHAB, R.; HOSSAIN, M. K. Generation and Assessing the Composition of Household Solid Waste in Commercial Capital City of Bangladesh. *International Journal of Environmental Science, Management and Engineering Research*, v. 1, n. 4, p. 160-171, 2012.
- SAMADI, M. T. & MORSHED, M. Physical determination of municipal solid wastes in Hamedan. *JHUMS*, v. 10, n. 3, p. 34-39, 2003.
- SHARHOLY, M.; AHMADA, K.; MAHMOODA, G.; TRIVEDIB, R. C. Municipal solid waste management in Indian cities. *Waste Management*, v. 28, n. 2, p. 459-467, 2008.
- SHARHOLY, M.; AHMAD, K.; MAHMOOD, G.; TRIVEDI, R.C. Analysis of municipal solid waste management systems in Delhi – a review. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CHEMISTRY AND ENVIRONMENT, 2. *Proceedings...* Indore, India, p. 773-777, 2005.
- SHEKDAR, A. V. Sustainable solid waste management: an integrated approach for Asian countries. *Waste Management*, v. 29, p. 1438-1448, 2009.
- SIANG, P. C. & RIDZUAN, Z. Investigation on combustion characteristics of municipal solid waste from Penang state Malaysia. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMBUSTION, INCINERATION/PYROLYSIS, EMISSION AND CLIMATE CHANGE, 4. Kyoto, Japan, Sept., 2006.
- SIVAPALAN, K.; MUD NOOR, M.Y.; ABD HALIM, S.; KAMARUZZAMAN, S.; RAKMI, A. R. Comprehensive characteristics of the municipal solid waste generated in Kuala Lumpur. *Engineering Faculty, University Kebangsaan Malaysia*, 2005.
- SOARES, J. F. & SIQUEIRA, A. L. *Introdução à estatística médica*. 2ª ed. Belo Horizonte: Coopmed, 2002.
- SUJAUDDIN, M.; HUDA, S. M. S.; HOQUE, A. T. M. R. Household solid waste characteristics and management in Chittagong, Bangladesh. *Waste Management*, v. 28, p. 1688-1695, 2008.
- TROSCHINETZ, A. M. & MIHELICIC, J. R. Sustainable recycling of municipal solid waste in developing countries. *Waste Management*, v. 29, p. 915-923, 2009.
- UNDP – UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. *Human Development Index (HDI)*, 2014. Disponível em: <<http://hdr.undp.org/en/content/human-development-index-hdi>>. Acesso em: 23 set. 2014.
- VISVANATHAN, C. & GLAWE, U. Domestic solid waste management in South Asian countries: A comparative analysis. Bangkok: Thailand, Asian Institute of Technology, 2006.
- WOODARD, R.; BENCH, M.; HARDER, M. K. The development of a UK kerbside scheme using known practice. *Journal of Environmental Management*, v. 75, n. 2, p. 115-127, 2005.
- WEBSTER, A. L. *Estatística aplicada à Administração e Economia*. 1ª ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006. 633p.
- WITTE, R. S. & WITTE, J. S. *Estatística*. 7ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005. 486p.
- YENICE, M. K.; DOĞRUPARMAK, S. C.; DURMUŞOĞLU, E.; ÖZBAY, B., ÖZ, H. O. Solid Waste Characterization of Kocaeli Polish. *Polish Journal of Environmental Studies*, v. 20, n. 2, p. 479-484, 2011.
- ZENG, Y.; TRAUTH, K. M.; PEYTON, R. L.; BANERJI, S. K. Characterization of solid waste disposed at Columbia Sanitary Landfill in Missouri. *Waste Management Research*, v. 23, n. 1, p. 62-71, 2005.
- ZURBRÜGG, C. *Urban solid waste management in low-income countries of Asia: how to cope with the garbage crisis*. Durban, South Africa: Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), Urban Solid Waste Management Review Session, 2002.

# CONHECIMENTO ECOLÓGICO LOCAL SOBRE O VEADO, *MAZAMA GOUAZOUBIRA* (G. FISCHER, 1814), POR MORADORES DO ENTORNO DE UMA ÁREA PROTEGIDA DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

LOCAL ECOLOGICAL KNOWLEDGE ABOUT THE GRAY BROCKET, *MAZAMA GOUAZOUBIRA* (G. FISCHER, 1814), BY RESIDENTS SURROUNDING A PROTECTED AREA OF THE BRAZILIAN SEMIARID

## *Kallyne Machado Bonifácio*

Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) – Natal (RN), Brasil.

## *Alexandre Schiavetti*

Professor do Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) – Ilhéus (BA), Brasil.

## *Eliza Maria Xavier Freire*

Professora do Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da UFRN – Natal (RN), Brasil

### **Endereço para correspondência:**

Kallyne Machado Bonifácio – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Biociências, Curso de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Laboratório de Herpetologia – *Campus* Universitário, Lagoa Nova – 59078-900 – Natal (RN), Brasil – E-mail: kallynebonifacio@yahoo.com.br

## **RESUMO**

Em comunidades adjacentes à Área de Proteção Ambiental Chapada do Araripe investigou-se o conhecimento ecológico local sobre *Mazama gouazoubira*. Pela técnica bola de neve, foram entrevistadas 35 pessoas. Para análise, categorizaram-se os dados em conhecimento ecológico local, método de caça e percepção de disponibilidade. *M. gouazoubira* é conhecida por veado comum (77,15% das citações) e é reconhecida por caracteres morfológicos. Para 54,28% dos entrevistados, essa espécie é avistada todo o ano (51,43%). Dentre os itens alimentares, destacaram-se os frutos silvestres (68,75%). Quanto à reprodução, essa espécie se reproduz o ano todo (22,86%). A técnica de caça para sua captura é a espera (100%). Sobre a mudança na quantitativa ao longo do tempo de *M. gouazoubira*, 91,42% perceberam diminuição no avistamento. Os entrevistados investigados demonstraram conhecimento consistente sobre *M. gouazoubira*, o que é relevante para viabilizar estratégias de manejo dessa espécie na região.

**Palavras-chave:** etnoecologia; etnozoologia; Chapada do Araripe; saber local.

## **ABSTRACT**

The local ecological knowledge about *Mazama gouazoubira* was investigated in communities adjacent to the Environmental Protection Area Chapada do Araripe, Brazil. A total of 35 people were interviewed using the snowball technique. For analysis, data were categorized on local ecological knowledge, hunting method and perception of availability. *M. gouazoubira* is known for common deer (77.15% of citations) and recognized by morphological characters. For 54.28% of the respondents, this species is sighted throughout the year (51.43%). Among the food items, wild fruits stood out (68.75%). Regarding reproduction, this species reproduces throughout the year (22.86%). For 22.88% of respondents, *M. gouazoubira* is diurnal and agile. The hunting technique to its capture is waiting (100%). On the change in the *M. gouazoubira* population, 91.42% realized decrease in sighting. The human group investigated showed a consistent knowledge about *M. gouazoubira*, which is relevant to enable management strategies for this species in the region.

**Keywords:** ethnoecology; ethnozoology; Chapada do Araripe; local knowledge.

## INTRODUÇÃO

O veado comum, *Mazama gouazoubira* (G. Fischer, 1814) (Artiodactyla; Cervidae), tem ampla distribuição no Brasil, com ocorrência também na Bolívia, Paraguai, norte da Argentina e Uruguai (BLACK-DÉCIMA *et al.*, 2010; DUARTE *et al.*, 2012). Essa espécie desempenha um papel recorrente em diversas comunidades locais estudadas, devido ao seu valor como recurso alimentar (ALTRICHTER, 2006; HURTADO-GONZALES & BODMER, 2004; ROCHA-MENDES *et al.*, 2005; SOUZA-MAZUREK *et al.*, 2000), muito embora no Brasil seja de conhecimento das pessoas locais a existência da legislação que proíbe a caça de animais silvestres, conforme Art. 29, § 1 da Lei de Crimes Ambientais, Lei nº 9.605/98 (BRASIL, 1998).

Na Área de Proteção Ambiental (APA) Chapada do Araripe, Nordeste do Brasil, *M. gouazoubira* é reconhecida como parte constitutiva da cultura local, não como fonte de alimento para a sobrevivência, mas como elemento incorporado à prática social, motivo pelo qual as inter-relações das comunidades locais com essa espécie são mantidas na região do Araripe (BONIFÁCIO; FREIRE; SCHIAVETTI, 2016; MELO *et al.*, 2014).

No panorama atual de conservação, *M. gouazoubira* não tem sido suficientemente estudada nos seus aspectos biológicos e ecológicos (BLACK-DÉCIMA *et al.*, 2010), mas, apesar disso, devido a sua ampla área de distribuição, é considerada pouco preocupante (LC) pela União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN) (BLACK-DÉCIMA & VOGLIOTTI, 2014), estando ausente na atual Lista Nacional de Espécies ameaçadas (MMA, 2014a). No âmbito regional, em relação à presença em lista de espécies ameaçadas, é categorizada como vulnerável (VU) no Rio Grande do Sul (MARQUES *et al.*, 2002) e dados insuficientes (DD) no Paraná (MIKICH & BERNILIS, 2004). Para o estado do Ceará não há dados disponíveis para essa categorização e, nesse contexto, o conhecimento ecológico das comunidades locais torna-se uma ferramenta útil na conservação de espécies, na medida em que contribui para uma melhor compreensão da dinâmica dos sistemas socioecológicos, principalmente em situações onde o monitoramento e a captura do animal

para estudos ecológicos é difícil (SAHOO; PUYRAVAUD; DAVIDAR, 2013).

O conhecimento ecológico local (CEL) remete ao saber adquirido pela vivência, convivência e experiência humana no meio em que vive ao longo do tempo (PRADO *et al.*, 2013). Cada espécie biológica tem hábitos e histórias diferentes, por vezes não investigados ou evidenciados pelo conhecimento científico-acadêmico. Assim, para efeito de estratégias efetivas de conservação, várias pesquisas etnobiológicas têm demonstrado a importância de integrar conhecimento local e enfoques acadêmicos, reforçando o potencial complementar em relação às informações produzidas por ambos os sistemas de conhecimento (FERREIRA *et al.*, 2014; GANDIWA, 2012; PRADO *et al.*, 2014, ROSA; CARVALHO; ANGELINI, 2014; SILVA; COSTA-NETO; ROCHA, 2014; SOBCZAK *et al.*, 2013).

A concentração de estudos sobre *M. gouazoubira* tem sido na área de uso e seleção de habitat (BLACK-DÉCIMA, 2000; CARABALLO, 2009; RIVERO; RUMIZ; TABER., 2005; ROMERO & CHATELLENAZ, 2013), além de trabalhos sobre comportamento alimentar (RICHARD & RADA, 2006; SERBENT; PERIAGO; LEYNAUD, 2011), taxonomia morfológica (ANGELI; OLIVEIRA; DUARTE, 2014; GARDNER, 1999), ecologia comportamental (BLACK-DÉCIMA & SANTANA, 2011), reprodução (ZANETTI *et al.*, 2014) e genética/bioquímica (CAMARGO *et al.*, 2013). Sob o enfoque da etnozootologia, pesquisas especificamente com *M. gouazoubira* ainda são incipientes; os dados disponíveis na literatura referem-se a trabalhos genéricos no contexto do conhecimento local das espécies brasileiras de cervídeos do gênero *Mazama* (Rafinesque, 1817) (GEHARA *et al.*, 2009; VOGLIOTTI, 2003).

Neste estudo foi analisado o conhecimento ecológico local sobre a espécie *M. gouazoubira* em comunidades rurais da APA Chapada do Araripe, bem como discutidos os aspectos relacionados à sua conservação, pois essa espécie tem o maior valor de uso entre as espécies que tem relação com as comunidades rurais estudadas por Bonifácio, Freire e Schiavetti (2016).

## METODOLOGIA

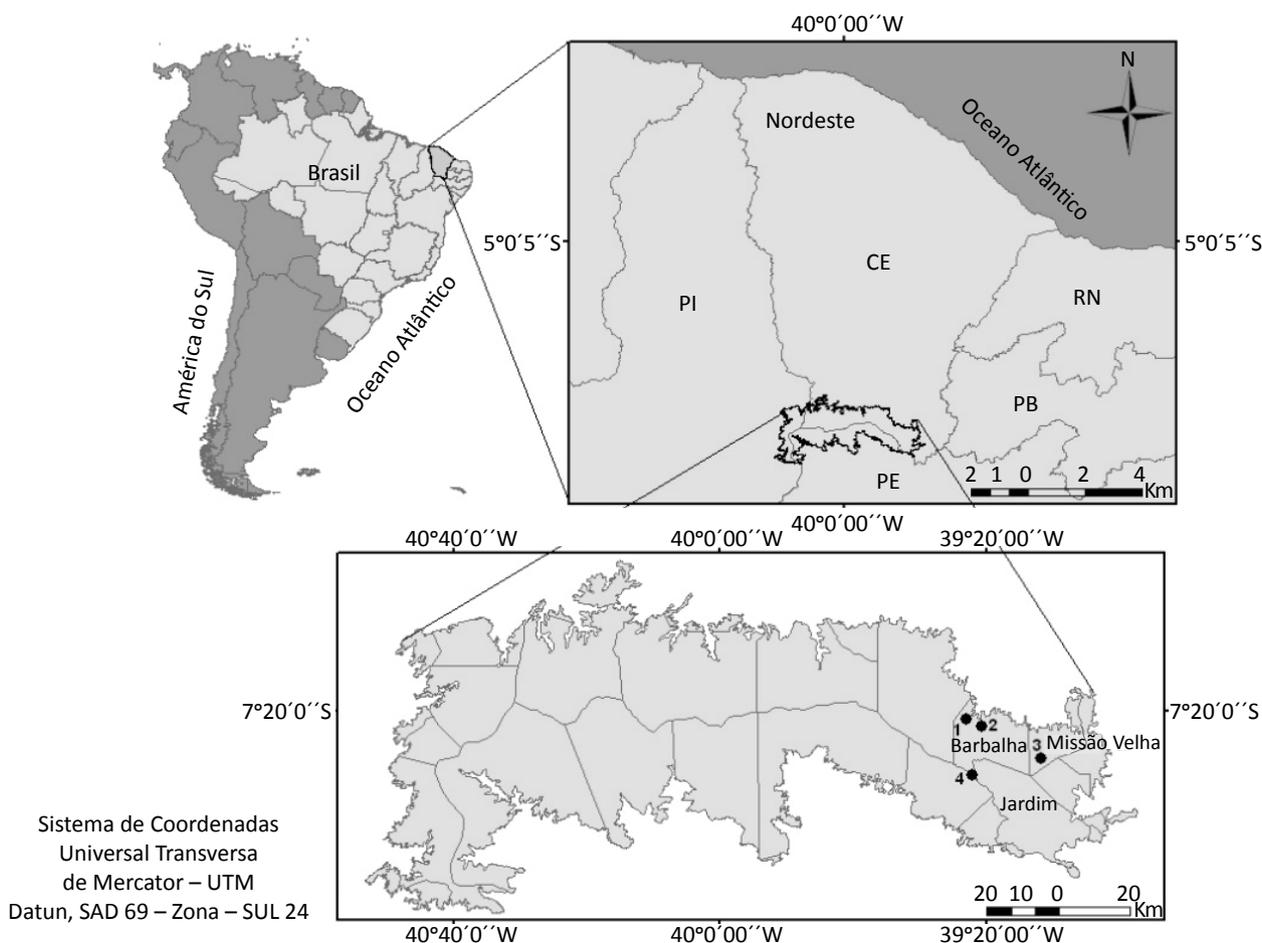
### Área de estudo

O estudo foi realizado na APA Chapada do Araripe, Ceará, Brasil ( $7^{\circ}42'42''$  e  $7^{\circ}50'28''$  S,  $39^{\circ}17'04''$  e  $40^{\circ}35'23''$  W), em quatro comunidades do seu entorno (Figura 1): Comunidades do Caldas ( $7^{\circ}22'43''$ S,  $45^{\circ}21'01''$ W e 787 m) e do Farias ( $7^{\circ}29'39''$ S,  $45^{\circ}22'01''$ W e 693 m), pertencentes ao município de Barbalha, comunidade de Novo Horizonte ( $7^{\circ}29'39''$ S,  $45^{\circ}22'01''$ W e 837 m), município de Jardim, e comunidade Banco de Areia ( $7^{\circ}26'23''$ S,  $45^{\circ}12'40''$ W e 917 m), pertencente ao município de Missão Velha.

Essa Área Protegida Federal possui uma extensão de 972.590,45 hectares, abrangendo os estados do Ceará,

Piauí e Pernambuco (CNUC, 2011). Em termos climáticos insere-se no domínio do clima semiárido, com média pluviométrica de 1.000 mm anuais e temperatura variando entre 23 e 25°C (PERNAMBUCO, 2007).

A cobertura vegetal é constituída por áreas de matas úmidas com transição para o cerrado, carrasco e cerrado (RIBEIRO-SILVA *et al.*, 2012), ambientes nos quais ocorrem o soldadinho-do-araripe, *Antilophia bokermanni* (Coelho & Silva, 1998), ave com distribuição restrita à Chapada do Araripe, Ceará, categorizada como espécie criticamente em perigo (CR) (MMA, 2014b), e



1: COMUNIDADE DO CALDAS; 2: COMUNIDADE DO FARIAS; 3: COMUNIDADE BANCO DE AREIA; 4: COMUNIDADE NOVO HORIZONTE.

**Figura 1 – Localização da Área de Proteção Ambiental da Chapada do Araripe no Estado do Ceará, Nordeste do Brasil e das quatro comunidades estudadas no seu entorno.**

a onça-parda, *Puma concolor* (Linnaeus, 1771), incluída como VU, ambas na Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA, 2014c).

No entorno da APA Chapada do Araripe vivem cerca de 23 comunidades, as quais subsistem de 2 fontes de renda, o extrativismo, proveniente das coletas do pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) e da fava d'anta (*Dimorphandra gardneriana* Tul.); e a agricultura de subsistência (milho, feijão, mandioca e cana de açúcar) (SOUSA JÚNIOR; ALBUQUERQUE; PERONI, 2013).

## Coleta e análise dos dados

Os dados foram coletados através de entrevistas semiestruturadas, conforme Albuquerque, Lucena e Alencar (2010), entre janeiro e fevereiro de 2013, com tempo de permanência no local de estudo por três meses consecutivos.

A escolha dos informantes locais seguiu uma amostragem intencional, através do método Bola de Neve (BERNARD, 1996), selecionando-se os indivíduos maiores de 18 anos, reconhecidamente conhecedores da espécie *M. gouazoubira*, ou que já avistaram essa espécie em alguma fase da vida, e com residência na localidade há mais de 10 anos, período considerado suficiente para um conhecimento mínimo da fauna local (GEHARA *et al.*, 2009). Esse método baseia-se na indicação de novos potenciais informantes pelos próprios entrevistados. As entrevistas ocorreram individualmente, com um membro de cada família, do sexo masculino — por ser indicado pelas comunidades como maior conhecedor sobre animais — e as entrevistas foram individuais para evitar indução de respostas. No caso de incompreensão de alguma informação exposta pelo entrevistado, conversas foram retomadas, de maneira a obter um melhor esclarecimento e aprofundamento. O número de entrevistas foi considerado suficiente quando os informantes locais indicavam pessoas já contatadas, impossibilitando o acréscimo de novos entrevistados ao universo amostral (MARTINS; SCHIAVETTI; SOUTO, 2011).

As perguntas contidas no formulário de entrevistas eram todas abertas (n=20), sendo 8 questões referentes às características socioeconômicas do entrevistado (idade, tempo de moradia na comunidade,

Para este estudo foram selecionadas quatro comunidades que mantêm e/ou mantiveram sua base de subsistência associadas aos recursos faunísticos, sendo duas comunidades localizadas em um raio <2 km da Floresta Nacional do Araripe (FLONA) (Comunidades do Caldas e do Farias) e duas em um raio ≥2 km da FLONA (Comunidades Novo Horizonte e Banco de Areia). Com exceção da Comunidade do Caldas, que apresenta características urbanas-rurais, as demais comunidades estudadas são predominantemente rurais.

escolaridade e profissão) e 12 sobre os aspectos bioecológicos do veado comum, *M. gouazoubira* (etn classificação, habitat, distribuição temporal, alimentação, reprodução e comportamento), além de aspectos relacionados a sua caça, seus usos e percepção de disponibilidade.

Foram visitadas 246 famílias de um total de 646 estimadas pelo agente de saúde no período deste estudo, sendo entrevistadas 35 pessoas (homens) nas 4 comunidades estudadas: Caldas (n=8), Farias (n= 5), Novo Horizonte (n= 15) e Banco de Areia (n=7).

De acordo com a faixa etária (BRASIL, 2011), o total de entrevistados correspondeu a 8 adultos (22,85%) e 27 idosos (75,15%), com a idade variando de 46 a 89 anos, média de 67,06±9,7 anos. A agricultura constitui a principal ocupação para 71,42% (n=25) dos entrevistados, com 28,58% deles (n= 10) vivendo apenas da aposentadoria. As demais características sociais dos entrevistados encontram-se na Tabela 1.

Às pessoas que aceitaram participar deste estudo, solicitou-se a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) conforme as normas estabelecidas pela Resolução nº 196/1996 do Conselho Nacional de Saúde e previamente aprovadas pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) (CEP/UFRN nº 227/12).

Para a análise, quantificados em percentual, os dados foram sistematizados em quatro aspectos: conhecimento ecológico local, método de caça, usos culturais e percepção da disponibilidade de *M. gouazoubira*.

**Tabela 1 – Perfil dos 35 entrevistados situados em comunidades adjacentes à Área de Proteção Ambiental da Chapada do Araripe, estado do Ceará, nordeste do Brasil.**

Dados sociais	Número de entrevistados	Frequência relativa (%)	Média	Desvio padrão	Máximo	Mínimo
Idade (anos)						
46 a 60	8	22,85	67,06	9,7	89	46
≥61	27	75,15				
Tempo de residência (anos)						
<30	1	2,85	62,29	11,72	83	30
>30	34	94,15				
Escolaridade						
Analfabeto funcional	32	91,43	–	–	–	–
Ensino fundamental I	1	2,85				
Ensino médio	2	2,72				
Ocupação						
Agricultor	25	71,42	–	–	–	–
Aposentado	10	28,58				

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Conhecimento ecológico dos informantes locais sobre a espécie *M. gouazoubira*

#### Etnoclassificação

Foram mencionados diferentes nomes para a espécie *M. gouazoubira*: veado comum (n=27; 77,15%), veado capoeiro (n= 4; 11,43%), veado garapú (n=2; 5,71%) e veado fuboca (n= 2; 5,71%). Essa diversidade de nomes locais tem sido evidenciada na literatura (BLACK-DÉCIMA *et al.*, 2010; DUARTE *et al.*, 2012; VOGLIOTTI, 2003) e pode estar relacionada às características socioculturais dos grupos humanos (MOURÃO; ARAÚJO; ALMEIDA, 2006; PINTO; MOURÃO; ALVES, 2013). Segundo Farias e Alves (2007) muitas das nomeações locais atribuídas às espécies biológicas partem de situações de observações do animal no ambiente e/ou características perceptíveis, tais como tamanho, comportamento, habitat, etc. Daí a variação de nomes constatados neste estudo, “veado capoeiro”, “veado garapú” e “veado fuboca”, os quais foram relacionados à preferência de habitat do veado comum e os dois últimos nomes, ao tamanho (pequeno porte).

Todos os entrevistados utilizaram caracteres morfológicos externos (tamanho corporal, coloração e

tipo de chifre) na descrição para o reconhecimento do veado comum (Tabela 2). Essa espécie foi relatada como um animal de estatura pequena (entre 70 e 80 cm de comprimento) com peso médio entre 12 e 15 kg, dotado de um par de chifre simples pequeno (apenas nos machos adultos) e coloração marrom avermelhada (parda). Um entrevistado informou que nos indivíduos “mais velhos” (de mais idade) o chifre apresenta listras escuras na vertical, enquanto que nos indivíduos “não muito velhos” as listras são claras (brancas). Mourão, Araújo e Almeida (2006), durante estudo no semiárido da Paraíba, também registraram a utilização de aspectos morfológicos (cor, tamanho e característica típica de qualquer parte do animal) na descrição da mastofauna. Vogliotti (2003), em São Paulo, registrou o tamanho em 50% das descrições relacionadas à espécie *M. gouazoubira*.

A descrição apontada pelos entrevistados corrobora as informações documentadas por Feijó e Langguth (2013) em revisão acerca da diversidade e distribuição

**Tabela 2 – Caracteres morfológicos utilizados pelos entrevistados da Área de Proteção Ambiental da Chapada do Araripe, Ceará, para identificar a espécie *M. gouazoubira*.**

Caracteres morfológicos	Número de citações	Frequência (%)	Descrição
Tamanho corporal	23	65,72	“O veado comum é um veadinho pequenininho de uns 10, 12 kg; de uns 15 kg abaixo” (A.Q., 56 anos)
Coloração	4	11,43	“A qualidade do veado é só vermelho” (P.B., 65 anos)
Tipo de chifre	8	22,85	“... o veado comum, o chifre dele é curtinho que nem bode” (V.R., 85 anos); “... A fêmea não tem ponta [chifre]” (F., 49 anos). “O traço marrom no chifre diz que o bicho é velho; quando num é muito velho é mais branco” (C.A., 68 anos)

geográfica dos mamíferos terrestres de médio e grande porte do nordeste do Brasil: espécie de médio porte (comprimento da cabeça e corpo 86 cm) com um peso corporal de 13 kg. Segundo Black-Décima *et al.* (2010), os padrões de coloração apresentam variações entre os indivíduos, podendo ir do cinza escuro ao marrom avermelhado e os chifres simples, sem ramificações (presentes apenas nos machos) são pontiagudos com 5,63 a 11,73 cm de comprimento; uma pinta branca acima dos olhos pode ser vista na maioria dos indivíduos dessa espécie.

### *Habitat e distribuição temporal*

Para 54,28% (n=19) dos entrevistados, *M. gouazoubira* ocorre principalmente em fragmentos de mata ricos em frutos silvestres, aparecendo também em ambiente aberto, “capoeiras” (n=8; 22,8%), roças de milho e feijão (n=5; 14,28%) e ambiente fechado, “capões de mata” (n=3; 8,58%).

A percepção dos entrevistados mostra correspondência com a literatura, que define a ocorrência dessa espécie por vários ambientes, englobando florestas densas contínuas a savanas abertas com pequenas e poucas manchas de mata, mas sempre associadas a florestas para abrigo e alimentação (DUARTE *et al.*, 2012; PINDER & LEEUWENBERG, 1997), podendo habitar áreas agrícolas e antropizadas, devido à sua plasticidade no uso de ambientes (DUARTE & REIS, 2012). Assim como neste estudo, os habitats mencionados pelas comunidades locais estudadas por Vogliotti (2003) em uma floresta ombrófila densa, em São Paulo, foram relacionados a ambientes antropizados (92% das citações), como capoeiras, bor-

das de matas e pastagens. Gehara *et al.* (2009), entre comunidades rurais do Parque do Ibitipoca, Minas Gerais, documentaram o campo como habitat ocupado por esse cervídeo. Juliá e Richard (2000), na Reserva Experimental Horco Molle, Argentina, registraram preferências de *M. gouazoubira* por ambientes abertos, secundários e/ou degradados, o que demonstra a capacidade adaptativa dessa espécie de cervídeo.

Quando à distribuição temporal, a maior parte dos entrevistados (n=18; 51,43%) afirmou não haver sazonalidade na APA Chapada do Araripe; contudo, ressaltaram que ocorre maior aparição dessa espécie em algumas épocas do ano. Para 14,28% (n=5) dos entrevistados a estação seca (julho a novembro) é a época de maior aparição de *M. gouazoubira*, devido à escassez de alimento e água; outros (n=12; 34,28%) afirmaram que essa espécie é mais abundante no período da floração e frutificação de árvores como o aperta-cu (*Eugenia puniceifolia* (Kunth) DC.), o cajuí (*Anacardium*

*microcarpum* Ducke), a mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), o murici (*Byrsonima vacciniifolia* A. Juss) e o pequi (*Caryocar brasiliense* Cambess.).

A utilização do habitat está condicionada ao tipo de dieta que o animal necessita; no caso do gênero *Mazama*, existem preferências por certas frutas dentro das florestas neotropicais (BODMER, 1997). Todas as espécies de plantas mencionadas como consumidas foram encontradas em floração e frutificação durante a estação chuvosa (dezembro a junho) em áreas de cerrado da Chapada do Araripe, estado do Ceará (COSTA; ARAÚJO; LIMA-VERDE, 2004); destas, duas espécies, *E.*

### Alimentação

Os relatos dos entrevistados indicaram quatro categorias de itens alimentares, todos de origem vegetal: a dos frutos silvestres (n=22; 68,75%) teve alta representatividade em número de citações, seguida pela flor de árvores frutíferas (n=9; 25,71%), grãos de milho e feijão (n=3; 8,57%) e brotos de vegetação (n=1; 2,85%). Entre os frutos, um entrevistado mencionou a mangaba (*H. speciosa*) como sendo o preferido, devido à quantidade de polpa e à sua disponibilidade ao longo de todo o ano.

Embora considerada generalista, adaptando sua dieta às condições do ambiente (BLACK-DÉCIMA *et al.*, 2010; PINDER & LEEUWENBERG, 1997), vários autores têm evidenciado uma dieta marcadamente frugívora para *M. gouazoubira* (BODMER, 1989; BRANAN; WERKHOVEN; MARCHINTON, 1985; GAYOT *et al.*, 2004; RICHARD; JULIÁ; ACENOLAZA, 1995; RICHARD & JULIÁ, 2001; STALLINGS, 1984), o que corrobora a informação passada pelos entrevistados. Em um estudo realizado na Guiana Francesa, por exemplo, os conteúdos estomacais de *M. gouazoubira* analisados por Gayot *et al.* (2004) eviden-

### Reprodução

Quando ao período de nascimento dos filhotes, segundo os entrevistados, *M. gouazoubira* se reproduz o ano todo, principalmente no mês de janeiro, sendo gerado um filhote em cada prole; no entanto, a maioria dos entrevistados não soube responder esse item (n=27; 77,14%). Essa percepção a respeito da época reprodutiva de *M. gouazoubira* baseia-se na observação dos entrevistados mais experientes (ex-caçadores) do comportamento

*punicifolia* e *H. speciosa*, foram registradas por esses autores florescendo e frutificando duas vezes no ano, antes do início do período chuvoso e no período chuvoso. Black-Décima (2000), estudando a área de vida e padrões de *M. gouazoubira* na Argentina, encontraram mais indivíduos se deslocando nos meses de julho e agosto, período correspondente à baixa disponibilidade de alimento. Sendo assim, a intensidade dos “avistamentos” não sazonais ao longo do ano, apontada pelos entrevistados, pode ser explicada pela diversidade de padrões fenológicos reprodutivos das espécies de flores e frutos que constituem os principais itens da dieta desse cervídeo nos fragmentos de mata.

ciaram as frutas em 70 a 90% dos animais estudados. Bodmer (1997), na região amazônica brasileira, encontrou frutas em 87% dos rúmens amostrados.

Para Pinder e Leeuwenberg (1997), a disponibilidade estacional dos diversos tipos de frutos se reflete no consumo dessas espécies por *M. gouazoubira*. A preferência pela mangaba (*H. speciosa*), citada pelos entrevistados, pode se dever ao fato dessa espécie encontrar-se disponível ao longo de todo o ano e, provavelmente, ser o item alimentar mais comum. Segundo Soares *et al.* (2006), a floração de *H. speciosa* ocorre entre agosto e novembro (pico em outubro), com sua frutificação concentrando-se entre julho e outubro ou de janeiro a abril, além de apresentar alguns frutos temporários fora dessa época. Costa, Araújo e Lima-Verde (2004), em seu estudo realizado no cerrado da Chapada do Araripe, registraram que *H. speciosa* floresceu nos meses de março e junho, frutificando de janeiro a dezembro, março e junho, confirmando a disponibilidade desse recurso nos ambientes da Chapada.

exibido por essa espécie: “o veado só anda ele mesmo; anda de dois quando tem o novinho” (A.N., 77 anos).

De acordo com Black-Décima *et al.* (2010), no Brasil, e Stallings (1986), no Paraguai, *M. gouazoubira* não apresenta uma sazonalidade reprodutiva, relato semelhante ao dos entrevistados. Isso porque ao longo do ano inexistem períodos críticos em termos de escassez de alimento, o qual poderia alterar o comportamento de reprodução dessa espécie.

A esse respeito, Pinder e Leeuwenberg (1997) argumentam que a reprodução dos cervídeos é afetada diretamente pela disponibilidade de alimento no ambiente. Como exemplo, no estudo realizado por Juliá e Peris (2010) no noroeste da Argentina, foi observado que 65% dos nascimentos ocorreram na estação chuvosa, época coincidente com a queda de flores e frutos das espécies de plantas. Esse resultado evidenciou uma correlação positiva das variáveis ocorrência de chuva e produtividade de recursos com o nascimento desses animais. O fato de alguns entrevistados indicarem janeiro como o mês de maior número de nascimento pode ser reflexo também da maior quantidade de frutos e/ou flores nessa época do ano, já que corresponde ao início do período chuvoso na região do Araripe (COSTA; ARAÚJO; LIMA-VERDE, 2004). Na Serra

### Comportamento

Os entrevistados especificaram uma série de padrões comportamentais exibidos por *M. gouazoubira*, que envolvem o deslocamento e o comportamento social. De acordo com alguns entrevistados (n=3; 8,57%), essa espécie se desloca por diversos ambientes: “Todo bicho tem uma vareda [trilha] para andar; o veado não, anda por todo canto” (C., 51 anos). Com relação ao tipo de atividade realizada ao longo do dia, 22,88% (n=8) dos entrevistados informaram que *M. gouazoubira* se desloca durante o dia por vários lugares e trilhas para forrageamento e, à tarde, descansa (esconde-se) embaixo de grandes árvores com cobertura espessa.

A produtividade do ambiente corresponde a um dos fatores que podem alterar o comportamento de forrageamento em cervídeos, levando-os a exibir um comportamento exploratório que se reflete no tamanho da área de vida de cada indivíduo (PERIAGO & LEYNAUD, 2009; JULIÁ & RICHARD, 2000; RIVERO; RUMIZ; TABER, 2005). Isso explica a observação dos entrevistados quando afirmam que *M. gouazoubira* não possui tendência a usar as mesmas trilhas; porém, difere do observado por Vogliotti (2003), no seu estudo através da radiotelemetria, o qual constatou a utilização regular de algumas trilhas por esse cervídeo, apontadas como rotas de fuga.

O ritmo de atividade diária, relatado pelos entrevistados, está de acordo com Rivero, Rumiz e Taber (2005), na Bolívia, e Periago e Leynaud (2009), na Argentina, que

de Paranapiacaba, em São Paulo, Vogliotti (2003) documentou um período de nascimento a partir de agosto, o que reforça a variação de eventos de reprodução conforme o contexto ecológico regional.

Em relação à estrutura social reprodutiva, as informações apresentadas pelos entrevistados são concordantes com a literatura: a espécie é essencialmente solitária, agregando-se eventualmente (em período de baixa disponibilidade de alimento) em duplas ou grupos de indivíduos de um ou ambos os sexos e/ou diferentes faixas etárias (PINDER & LEEUWENBERG, 1997). A quantidade de filhotes por gestação (de aproximadamente sete meses) é de apenas um indivíduo (DUARTE & MERINO, 1997), podendo a fêmea ter duas ninhadas em um mesmo ano (DUARTE *et al.*, 2012).

registram o turno da manhã como período de maior atividade. Rivero, Rumiz e Taber (2005), em monitoramento fotográfico, relatam pico de atividade para esse cervídeo entre 5:00 e 10:00 h, próximo ao citado pelos entrevistados, sendo menos ativo entre 10:00 e 14:00 h e com atividade moderada e/ou inativo no restante do dia. Uma das características da organização social dos cervídeos é que os machos e fêmeas levam uma vida completamente independente (JULIÁ & RICHARD, 2000) e, sendo animais de pequeno porte, a forma encontrada de se tornarem menos conspícuos para o seu predador é esconder-se entre as vegetações em situações de inatividade (PINDER & LEEUWENBERG, 1997).

Todos os entrevistados mencionaram que *M. gouazoubira* pisa fazendo furo no chão, porém, quando presente ameaça à sua segurança, principalmente pelo olfato, foge rapidamente correndo aos pulos. Os membros da ordem Artiodactyla caracterizam-se pela presença de cascos que recobrem os dedos (quatro em cada extremidade), dos quais apenas dois se apoiam no chão (DUARTE & MERINO, 1997), gerando como característica de rastro marcas comprimidas lateralmente terminando em uma unha pontuda (REZENDE *et al.*, 2013). Sobre o comportamento de fuga, escapam com velocidade e agilidade por entre a vegetação, a qual tende a dificultar a locomoção de predadores, cães de caça ou do próprio homem (PINDER & LEEUWENBERG, 1997).

Um entrevistado relatou que é comum encontrar nos trajetos percorridos por *M. gouazoubira* troncos de árvores marcados por chifre, alegando que esse comportamento está relacionado à defesa. Black-Décima *et al.* (2010) informam que comportamento agonístico entre cervídeos usando o chifre é comum em populações sil-

## Métodos e técnicas de caça

Todos os entrevistados foram unânimes em afirmar que a técnica de caça para a captura de *M. gouazoubira* é a de espera. Segundo os entrevistados, a caça de espera é realizada geralmente por um único indivíduo e costuma ser feita junto a uma árvore que esteja frutificando; no alto dessa árvore é montado um poleiro de madeira amarrado com cipó, que serve de apoio para o caçador, o qual fica na espreita sentado com a espingarda, nominada localmente de espingarda de cartucho. Um entrevistado citou os horários de meio-dia às 19:00 h e de 15:00 às 21:00 h como principais horários para caçar com espingarda, pois coincide com hábito alimentar de alguns animais silvestres.

As técnicas de caça variam conforme a espécie-alvo (ROCHA-MENDES *et al.*, 2005), assim como o horário de caça varia de acordo com o tipo de recurso faunístico (RAMOS; MOURÃO; ABRANTES, 2009). A caça de espera é uma atividade noturna amplamente difundida para a captura de cervídeos em outras regiões do Brasil (CHIARELLO, 2000; PRADO; FORLINE; KIPNIS, 2012; FERREIRA; CAMPOS; ARAÚJO, 2012; FRAGOSO; DELGADO; LOPES, 2011), e em países como Venezuela (MOLINA, 2004) e México (BARAJAS & PIÑERA, 2007). Santos-Fita *et al.* (2013) relatam que a espera deve ser colocada entre 5 e 6 m do solo sempre contra o vento, pois os cervídeos conseguem detectar facilmente o caçador pelo olfato. Rocha-Mendes *et al.* (2005), no Paraná, e Gehara *et al.* (2009), em Minas Gerais, além da espingarda, registraram o uso de cães na caça de veados (*Mazama* spp.).

Entre os entrevistados mais experientes nas atividades de caça (n=8; 22,8%) foi relatado que *M. gouazoubira* não é uma caça de fácil captura, pois é dotado de um olfato bastante aguçado, exigindo do caçador um estudo acurado do ambiente, principalmente com relação ao vento, além de possuir comportamento evasivo, mostrando-se sempre alerta. Para Vogliotti (2003), essas características comuns aos cervídeos, os acurados sentidos de olfato e audição, refletem uma importante adaptação antipredatória, informação que também foi atestada por Moura-Brito e Margarido (2000), em

vestres e cativas, comportamento esse que pode estar relacionado à disputa de território; as marcações nas árvores funcionam como um sistema de comunicação visual entre esses indivíduos (BLACK-DÉCIMA *et al.*, 2010; PINDER & LEEUWENBERG, 1997).

pesquisa realizada no Paraná com veado-campeiro (*Ozotoceros bezoarticus* Linnaeus, 1758). Esses autores observaram que com a aproximação humana a reação principal do animal é a fuga imediata em disparada.

Um entrevistado deste estudo, que já capturou *M. gouazoubira*, mencionou que pessoas que matam o veado, antes de tirá-lo do lugar tem que benzê-lo, do contrário, não conseguirá capturar nenhuma caça por um período de três anos. Não foi encontrado na literatura registro similar a esse comportamento, sugerindo que seja uma crença local. Todavia, entre os maias da Península de Yucantán, México, o veado, *Mazama pandora* (Merriam, 1901), constitui a principal oferenda para o culto do Deus B (divindade da chuva, da fertilidade e da caça) (MONTOLÍU, 1976). Assim, no momento em que o caçador faz o gesto da cruz no animal abatido é possível supor que ele esteja doando simbolicamente o corpo e a alma desse animal para a entidade, a fim de receber graças de caça em abundância.

Os entrevistados mais experientes relataram que, em suas atividades de caça, a captura de *M. gouazoubira* é envolvida por um universo encantado. Indivíduos com pintas brancas distribuídas pelo corpo não são capturados, pois segundo os caçadores da região, essa característica é típica de animal mandingueiro, sendo necessária a permissão da Dona da Mata (figura mítica da floresta responsável pelas vidas na mata) para capturá-lo. Essa diferenciação de padrão de coloração, destacada pelos entrevistados, trata-se provavelmente de indivíduo juvenil, pois conforme descrição de Feijó e Langguth (2013), os indivíduos jovens apresentam de seis a oito listras horizontais, formadas por manchas brancas, que se estendem por todo o comprimento do dorso e lateral do corpo, as quais são mantidas até os três ou quatro meses (BLACK-DÉCIMA *et al.*, 2010). Quanto à crença em uma entidade sobrenatural, que protege os recursos e castiga aqueles que os usam inadequadamente (desperdiça ou excede), aparentemente, é uma estratégia de conservação bastante eficiente (COSTA-NETO, 2000). Silva (2005), estudando

narrativas populares em comunidades rurais do Agreste paraibano, reporta que essa entidade sobrenatural da floresta impõe medo aos caçadores, pois é ela quem determina a caça e a livre circulação dentro desse espaço, o que sugere uma possível delimitação de atividades ci-

## Usos culturais conhecidos

Como justificativa para a caça de *M. gouazoubira* na região estudada, no passado e/ou atualmente, foi relatada a preferência pela carne (n=35; 100%), sendo mencionadas finalidades como artesanato (n=15; 42,85%), para fins zoterápicos (n=11; 31,42%), e uso mágico-religioso (n=8; 22,8%) (Figura 2).

Em estudos sobre a fauna cinegética, os cervídeos são geralmente um grupo altamente valorizado pelas comunidades locais do semiárido brasileiro (ALVES; GONÇALVES; VIEIRA, 2012; MELO *et al.*, 2014) e de outros países de ambientes áridos (ALTRICHTER, 2000; 2006), devido ao retorno energético em termos de biomassa extraída.

Os entrevistados relataram a utilização de diversas partes da espécie para fins medicinais, bem como para diferentes enfermidades tratadas, quando comparadas às indicações de tratamentos documentadas em outras pesquisas no Brasil com essa espécie. Por exemplo,

negéticas sob algumas espécies. Assim como a Caipora, figura mítica do manguezal (MAGALHÃES; COSTA-NETO; SCHIAVETTI, 2014), a Dona da Mata também é um ser que causa temor, pois tem um poder de fazer as pessoas se desorientarem e perderem o caminho de volta na mata.

Gehara *et al.* (2009), em Minas Gerais, encontraram relatos medicinais apenas da raspa do chifre, sendo indicado para cólicas menstruais. Aspecto interessante é a não correspondência de prescrição entre os achados deste estudo e de outros pesquisadores (Tabela 3). Souto *et al.* (2010) afirmam que a diversidade de partes usadas de uma mesma espécie nas práticas medicinais regionais reflete um elevado grau de interação dos moradores locais com o recurso faunístico. A não correspondência nas indicações terapêuticas permite inferir que *M. gouazoubira* é uma espécie de utilidade medicinal redundante e, portanto, pode estar sofrendo uma maior pressão de captura nos sistemas culturais. No estudo conduzido por Melo *et al.* (2014) em outras comunidades da APA da Chapada do Araripe, foi documentado o uso do chifre para dor de ouvido; neste estudo a indicação terapêutica para tratar essa enfermidade é o óleo da canela.

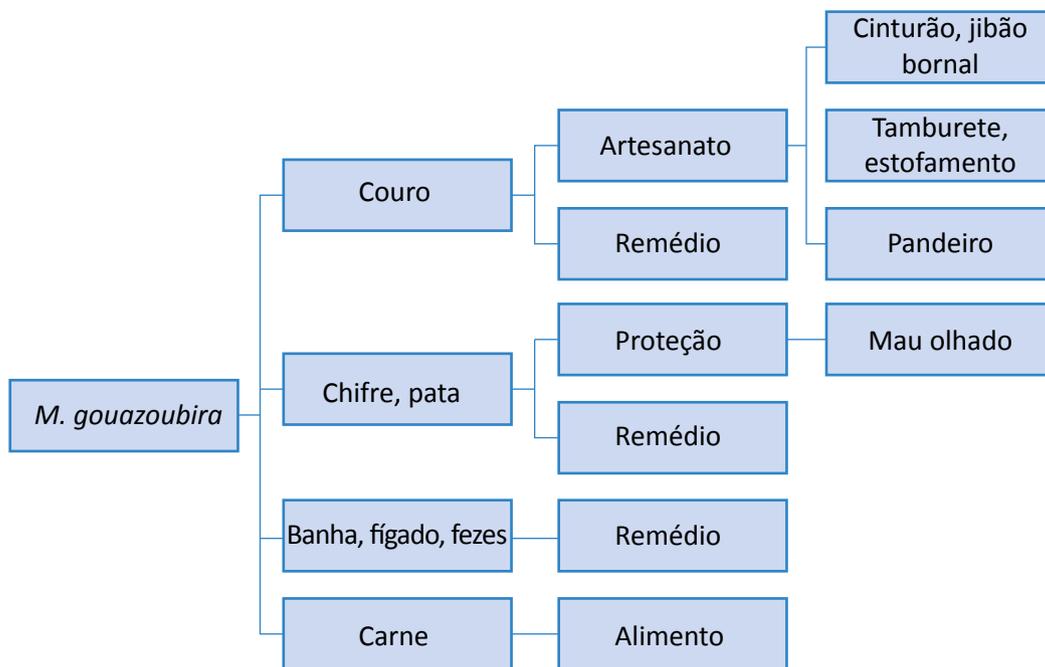


Figura 2 – Multiplicidade de usos de *M. gouazoubira* segundo os entrevistados de comunidades do entorno da Área de Proteção Ambiental da Chapada do Araripe, Ceará.

## Percepção dos informantes locais sobre a disponibilidade de *M. gouazoubira*

Quando questionados sobre diminuição na quantidade de *M. gouazoubira* desde o período em que a caça, como recurso de subsistência, acontecia sem proibição (entre 1947 e 1965), todos os entrevistados declararam uma menor quantidade de avista-

mento dessa espécie na região. Os motivos relatados para a diminuição de *M. gouazoubira* ao longo do tempo foram: ausência humana (n=32; 91,42%) e migração dessa espécie para outros locais em busca de alimento (n=3; 8,57%).

**Tabela 3 – Comparação das prescrições terapêuticas de *M. gouazoubira* citadas pelos entrevistados da APA da Chapada do Araripe, Ceará com outros estudos realizados no Brasil.**

Finalidades	Parte utilizada			
	Neste estudo	Outros estudos	Referências	Locais citados
Dor de ouvido, mouquidão (= surdez)	Óleo da canela (1)	chifre	Melo <i>et al.</i> (2014)	CE
Reumatismo	Banha (2)	óleo da canela	Costa-Neto e Motta (2010)	DF
Puxado (= asma)	Fígado (3) e fezes (4)	banha	Alves e Rosa (2007); Oliveira <i>et al.</i> (2010)	PB; RN
		óleo da canela	Costa-Neto (1999)	BA
		chifre	Ferreira <i>et al.</i> (2012)	CE, AL, PE e BA
Mordedura de cobra	Couro (5)	chifre	Melo <i>et al.</i> (2014); Vogliotti (2003)	CE; SP
Dor de dente; irritação-durante o nascimento dos dentes em crianças	Chifre (6)*	–	–	–
Criança andar cedo	Salmoura (=secreção da carne) (7)	óleo da canela	Marques (1995)	AL

MODO DE PREPARO E USO: (1) TIRA O ÓLEO, MOLHA O ALGODÃO E COLOCA DENTRO DO OUVIDO; (2) DERRETE NO FOGO, PÕE EM UM FRASCO E, AINDA MORNO, PASSAR NA ÁREA AFETADA DUAS VEZES AO DIA; (3) TORRA E FAZ O CHÁ DO PÓ; (4) COZINHA NO FOGO, COA, PÕE EM UM VIDRO E QUANDO ESFRIAR TOMAR UMA COLHER DE SOPA UMA VEZ AO DIA; (5) AMARRAR O COURO NA ALTURA DO JOELHO SEM APERTAR, DAR TRÊS NÓS E RETIRÁ-LO QUANDO OS NÓS DESATAREM ESPONTANEAMENTE; (6) RASPA, FAZ O CHÁ E TOMA UMA COLHER DE CHÁ TRÊS VEZES AO DIA ATÉ NASCER OS DENTES; \*MODO DE PREPARO INDICADO SOMENTE PARA IRRITAÇÃO; (7) LAVAR OS JOELHOS DA CRIANÇA UMA VEZ AO DIA.

Onde tinha muita gente a fartura era grande [muita caça]; tirando o povo da floresta o veado desapareceu. (A.N., 83 anos)

Há 30 anos atrás a serra era mais povoada, tinha mais roça, o pessoal cuidava das lavouras de feijão, mandioca, milho, assim os bichos se aproximavam. (D., 49 anos)

Semelhante a esse resultado, o estudo de Gehara *et al.* (2009) no Parque de Ibitipoca, Minas Gerais, também indicou uma diminuição na abundância de *M. goua-*

*zoubira*, porém em decorrência da atividade de caça, que já não ocorre atualmente devido à fiscalização. Black-Décima *et al.* (2010) e Duarte *et al.* (2012) argumentam que as populações de cervídeos estão, na sua maioria, em declínio devido a uma combinação de fatores, tais como caça, enfermidades transmitidas por animais domésticos, predação por cães e fragmentação de habitat.

Numa perspectiva socioecológica, a retirada das pessoas após a delimitação da FLONA do Araripe nos anos 1940 também pode ter influenciado na abundância de

*M. gouazoubira* nos ambientes desta Área Protegida, haja vista que os espaços antes destinados aos cultivos de monoculturas e frutíferas em abundância estão sendo substituídos por áreas de vegetação nativa, a qual promove maior heterogeneidade espacial e conseqüente maior disponibilidade em alimento. Aliada a essa maior oferta de ambientes com vegetação nativa está o abandono de áreas cultivadas, locais esses com grande probabilidade de avistamento de indivíduos,

atraídos pela oferta de alimento. Gehara *et al.* (2009) constatou que, em Minas Gerais, agricultores envolvidos com cultivo do feijão avistaram *M. gouazoubira* com mais frequência como resultado do hábito sinantrópico exibido por essa espécie. Entre comunidades indígenas maia do México, as áreas agrícolas de milho e feijão são manejadas como espaço para caçar espécie da fauna silvestre (SANTOS-FITA *et al.*, 2013).

## CONCLUSÃO

Os moradores demonstraram um conhecimento expressivo sobre *M. gouazoubira*, com usos múltiplos pelas comunidades locais e forte ligação com esse cervídeo, corroborando o encontrado por Bonifácio, Freire e Schiavetti (2016).

Estratégias adequadas de manejo e conservação biocultural incluem a compreensão das interações das comunidades locais com os recursos biológicos. Essas relações ainda são desconhecidas para a FLONA/APA da Chapada do Araripe, especialmente com a fauna. Por exemplo, a provável mudança do padrão de abundância desse cervídeo na região do Araripe deve ser investigada, inclusive com avaliação dos ambientes com

condições ecológicas mais favoráveis à manutenção dessa espécie de grande relevância sociocultural.

Outras ações e estudos necessários para conservação de *M. gouazoubira* na FLONA/APA da Chapada do Araripe são fundamentais, tais como realizar estudos sobre taxonomia, para esclarecer possíveis dúvidas quanto à identificação da espécie; efetuar estimativas populacionais para o conhecimento da dinâmica das populações; realizar levantamento da distribuição atual da espécie e monitoramento através de radiotelemetria, para estimar o tamanho da área de vida dessa espécie dentro e fora da Flona do Araripe.

## AGRADECIMENTOS

KM Bonifácio agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado; EMX Freire e A Schiavetti ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de produtividade (Processos

309424/2011-9 e 310799/2009-0, respectivamente). Agradecimento especial aos informantes das comunidades estudadas (Caldas, Farias, Novo Horizonte e Banco de Areia, APA Crato/CE) que foram indispensáveis para a realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, U. P.; LUCENA, R. F. P.; ALENCAR, N. L. Métodos e técnicas para coleta de dados etnobiológicos. In: ALBUQUERQUE, U.P.; LUCENA, R.F.P.; CUNHA, L.V.F.C. (Org.). *Métodos e técnicas na pesquisa etnobiológica e etnoecológica*. Recife: NUPEEA, 2010. v. 1, p. 41-64.

ALTRICHTER, M. Importancia de los mamíferos silvestres em la dieta de pobladores de la Península de Osa, Costa Rica. *Revista Mexicana de Mastozoología*, v. 4, p. 95-103, 2000.

ALTRICHTER M. Wildlife in the life of local people of the semi-arid Argentine Chaco. *Biodiversity and Conservation*, v. 15, n. 8, p. 2719-2736, 2006.

- ALVES, R. R.; ROSA, I. L. Zooterapy goes to town: the use of animal-based remedies in urban areas of NE and N Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 113, n. 3, p. 541-555, 2007.
- ALVES, R. R. N.; GONÇALVES, M. B. R.; VIEIRA W. L. S. Caça, uso e conservação de vertebrados no semiárido brasileiro. *Tropical Conservation Science*, v. 5, n. 3, p. 394-416, 2012.
- ANGELI, T.; OLIVEIRA, M. L.; DUARTE, J. M. B. Differentiation of deer species of the genus *Mazama* by track morphometry. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v. 49, n. 3, p. 199-203, 2014.
- BARAJAS, P. J. R.; PIÑERA, E. J. N. La cacería de subsistencia en una comunidad de la zona maya, Quintana Roo, México. *Etnobiología*, v. 5, p. 65-85, 2007.
- BERNARD, H. R. Research methods in anthropology: qualitative and quantitative approaches. *American Journal of Evaluation*, v. 17, p. 91-92, 1996.
- BLACK-DÉCIMA, P. Home range, social structure, and scent marking behavior in brown brocket deer (*Mazama gouazoubira*) in a large enclosure. *Journal Neotropical Mammal*, v. 7, n. 1, p. 5-14, 2000.
- BLACK-DÉCIMA, P.; ROSSI, R. V.; VOGLIOTTI, A.; CARTES, J. L.; MAFFEI, L.; DUARTE, J. M. B.; GONZÁLEZ, S.; JULIÁ, J. P. Brown brocket deer *Mazama gouazoubira* (Fischer 1814). In: DUARTE, J. M. B. (Org.) *Neotropical cervidology: biology and medicine of Latin American deer*. Jaboticabal: FUNEP, 2010. p. 190-201.
- BLACK-DÉCIMA, P.; SANTANA, M. Olfactory communication and counter-marking in brown brocket deer *Mazama gouazoubira*. *Acta Theriologica*, v. 56, n. 2, p. 179-187, 2011.
- BLACK-DÉCIMA, P.; VOGLIOTTI, A. *Mazama gouazoubira*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>. Acesso em: 10 dez. 2014.
- BODMER, R. Ecologia e conservação dos veados mateiro e catigueiro na Amazônia. In: DUARTE, J. M. B. (Org.). *Biologia e conservação de cervídeos sul-americanos: Blastocerus, Ozotoceros e Mazama*. São Paulo: FUNEP, 1997. p. 70-88.
- BODMER, R. E. Frugivory in Amazonian Artiodactyla: evidence for the evolution of the ruminant stomach. *Journal of Zoology*, v. 219, n. 3, p. 457-467, 1989.
- BONIFÁCIO, K. M.; FREIRE, E. M. X.; SCHIAVETTI, A. Cultural keystone species of fauna as a method for assessing conservation priorities in a Protected Area of the Brazilian semiarid. *Biota Neotropica*, v. 16, n. 2, p. 1-16, 2016.
- BRANAN, W. V.; WERKHOVEN, M. C. M.; MARCHINTON, R. L. Food habits of brocket and white-tailed deer in Suriname. *Journal of Wildlife Management*, v. 49, n. 4, p. 972-976, 1985.
- BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Presidência da República, Brasília, DF, 13 fev. 1998. Seção 1, p. 1.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. *Orientações para a coleta e análise de dados antropométricos em serviços de saúde*. Brasília: Ministério da Saúde, 2011. 76 p.
- CNUC – CADASTRO NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. Departamento de Áreas Protegidas. *Unidades de conservação por bioma*. 2011. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/images/arquivos/areas\\_protegidas/cnuc/tabela\\_ucs\\_bioma\\_%2012junho2012.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivos/areas_protegidas/cnuc/tabela_ucs_bioma_%2012junho2012.pdf)>. Acesso em: 22 jul. 2012.
- CAMARGO, C. M. S.; DUARTE, J. M. B.; FAGLIARI, J. J.; SANTANA, A. M.; SIMPLÍCIO, K. M. M. G.; SANTANA, A. E. Effect of sex and seasons of the year on hematologic and serum biochemical variables of captive brown brocket deer (*Mazama gouazoubira*). *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 33, n. 11, p. 1364-1370, 2013.

- CARABALLO, C. F. Patrón de uso de hábitat del guazuncho (*Mazama gouazoubira*, Artiodactyla, Cervidae) durante un ciclo anual, en bosques nativos y exóticos del Centro-Oeste de Entre Ríos. *APRONA Boletín Científico*, v. 41, p. 1-15, 2009.
- CHIARELLO, A. G. Influência da caça ilegal sobre mamíferos e aves das matas de tabuleiro do norte do estado do Espírito Santo. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*, v. 11/12, p. 229-247, 2000.
- COSTA, I. R.; ARAÚJO, F. S.; LIMA-VERDE, L. W. Flora e aspectos auto-ecológicos de um enclave de cerrado na Chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 18, n. 4, p. 759-770, 2004.
- COSTA-NETO, E. M. Healing with animals in Feira de Santana City, Bahia, Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 65, n. 3, p. 225-230, 1999.
- COSTA-NETO, E. M. Conhecimentos e usos tradicionais de recursos faunísticos por uma comunidade afro-brasileira. *Interciencia*, v. 25, n. 9, p. 423-431, 2000.
- COSTA-NETO, E. M.; MOTTA, P. C. Animal species traded as ethnomedicinal resources in the Federal District, central west region of Brazil. *Open Complementary Medicine Journal*, v. 2, p. 24-30, 2010.
- DUARTE, J. M. B.; MERINO, M. L. Taxonomia e evolução. In: DUARTE, J. M. B. (Org.). *Biologia e conservação de cervídeos sul-americanos: Blastocerus, Ozotoceros e Mazama*. São Paulo: FUNEP, 1997. p. 2-21.
- DUARTE, J. M. B.; REIS, M. L. *Plano de ação nacional para a conservação dos cervídeos ameaçados de extinção*. Brasília: ICMbio, 2012. 128 p.
- DUARTE, J. M. B.; VOGLIOTTI, A.; ZANETTI, E. S.; OLIVEIRA, M. L.; TIEPOLO, L. M.; RODRIGUES, L. F.; ALMEIDA, L. B. Avaliação do risco de extinção do veado-catingueiro *Mazama gouazoubira* G. Fischer [von Waldheim], 1814, no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, v. 3, p. 50-58, 2012.
- FARIAS, G. B.; ALVES, A. G. C. Nomenclatura e classificação etnoornitológica em fragmentos de Mata Atlântica em Igarassu, Região Metropolitana do Recife, Pernambuco. *Revista Brasileira de Ornitologia*, v. 15, n. 3, p. 358-366, 2007.
- FEIJÓ, A.; LANGGUTH, A. Mamíferos de médio e grande porte do Nordeste do Brasil: distribuição e taxonomia, com descrição de novas espécies. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 22, n. 1, p. 3-225, 2013.
- FERREIRA, D. S. S.; CAMPOS, C. E. C.; ARAÚJO, A. S. Aspectos da atividade de caça no Assentamento Rural Nova Canaã, município de Porto Grande, Estado do Amapá. *Biota Amazônia*, v. 2, n. 1, p. 22-31, 2012.
- FERREIRA, S. F.; ALBUQUERQUE, U. P.; COUTINHO, H. D. M.; ALMEIDA, W. O.; ALVES, R. R. N. The trade in medicinal animals in Northeastern Brazil. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, p. 1-20, 2012.
- FERREIRA, H. M.; REUSS-STRENZEL, G. M.; ALVES, J. A.; SCHIAVETTI, A. Local ecological knowledge of the artisanal fishers on *Epinephelus itajara* (Lichtenstein, 1822) (Teleostei: Epinephelidae) on Ilhéus coast – Bahia State, Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v. 10, p. 1-15, 2014.
- FRAGOSO, R. O.; DELGADO, L. E. S.; LOPES, L. M. Aspectos da atividade de caça no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná. *Revista de Biologia Neotropical*, v. 8, n. 1, p. 41-52, 2011.
- GANDIWA, E. Local knowledge and perceptions of animal population abundances by communities adjacent to the northern Gonarezhou National Park, Zimbabwe. *Tropical Conservation Science*, v. 5, n. 3, p. 255-269, 2012.
- GARDNER, A. L. *Cervus gouazoubira* Fischer, 1814 (currently *Mazama gouazoubira*; Mammalia, Artiodactyla): proposed conservation as the correct original spelling. *Bulletin of Zoological Nomenclature*, v. 56, n. 4, p. 262-265, 1999.
- GAYOT, M.; HENRY, O.; DUBOST, G.; SABATIER, D. Comparative diet of the two forest cervids of the genus *Mazama* in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology*, v. 20, n. 1, p. 31-43, 2004.

GEAHARA, M. C. M.; RIBEIRO, G. C., BISAGGIO, E. L.; ANDRIOLO, A. Conhecimento popular de moradores do entorno do parque Estadual do Ibitipoca (MG, Brasil) sobre o gênero *Mazama* Rafinesque, 1817 (Cervidae). *Sitientibus*, v. 9, n. 2/3, p. 122-128, 2009.

HURTADO-GONZALES, J. L.; BODMER, R. E. Assessing the sustainability of brocket deer hunting in the Tamshiyacu-Tahuayo Communal Reserve, northeastern Peru. *Biological Conservation*, v. 116, n.1, p. 1-7, 2004.

JIN, J. J. H.; SHIPMAN, P. Documenting natural wear on antlers: a first step in identifying use-wear on purported antler tools. *Quaternary International*, v. 211, n. 1-2, p. 91-102, 2010.

JULIÁ, J. P.; PERIS, S. J. Do precipitation and food affect the reproduction of brown brocket deer *Mazama gouazoubira* (G. Fischer 1814) in conditions of semi-captivity? *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 82, n. 3, p. 629-635, 2010.

JULIÁ, J. P.; RICHARD, E. Uso de hábitat, durante el forrajeo, por parte de el corzuela parda (*Mazama gouazoubira*), em ambientes secundarios de las Yungas y em condiciones de semilibertad. *Acta Zoológica Lilloana*, v. 45, n. 2, p. 247-256, 2000.

MAGALHÃES, H. F.; COSTA-NETO, E. M.; SCHIAVETTI, A. Cosmovisão e etnoconservação nos manguezais do município de Conde, Litoral Norte do estado da Bahia, Brasil. *Etnobiología*, v. 12, n. 1, p.23-29, 2014.

MARQUES, A. A. B.; FONTANA, C. S.; BENCKEN, V.; GASCHNEIDER, M.; REIS, R. E. *Lista das espécies da fauna ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: FZB/MCT-PUCRS/PANGEA, 2002. 52 p.

MARQUES, J. G. W. *Pescando pescadores: etnoecologia abrangente no baixo São Francisco Algoano*. São Paulo: NUPAUB, São Paulo, 1995. 304 p.

MARTINS, V. S.; SCHIAVETTI, A.; SOUTO, F. J. B. Ethnoecological knowledge of the artisan fishermen of octopi (*Octopus* spp.) in the community of Coroa Vermelha (Santa Cruz Cabrália, Bahia). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 83, n. 2, p. 513-522, 2011.

MELO, R. S.; SILVA, O. C.; SOUTO, A.; ALVES, R. R. N.; SCHIEL, N. The role of mammals in local communities living in conservation areas in the Northeast of Brazil: an ethnozoological approach. *Tropical Conservation Science*, v. 7, n. 3, p. 423-439, 2014.

MIKICH, S. B.; BÉRNILIS, R. S. *Livro vermelho da fauna ameaçada do Estado do Paraná*. Paraná: Instituto Ambiental do Paraná, 2004. 763 p.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. *Espécies ameaçadas – Lista 2014*. 2014a. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/lista-de-especies>>. Acesso em: 25 dez. 2014.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. *Aves – Antilophia Bokermanni* Coelho & Silva, 1998 - soldadinho-do-araripe. 2014b. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/lista-de-especies/5535-especie-5535>>. Acesso em: 25 dez. 2014.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. *Mamíferos – Puma concolor* (Linnaeus, 1771) – onça-parda. 2014c. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/lista-de-especies/6141-especie-6141>>. Acesso em: 25 dez. 2014.

MOLINA, M. Conocimiento de la biología del venado de páramo (Mammalia, Cervidae, *Odocoileus*) por los campesinos de Los Andes de Mérida, Venezuela. *Boletín Antropológico*, v. 22, n. 61, p. 269-285, 2004.

MONTOLÍU, M. Algunos aspectos del venado en la religión de lo mayas de Yucatán. *Estudios de Cultura Maya*, v. 10, p. 149-172, 1976.

- MOURA-BRITO, F. G. B. M.; MARGARIDO, T. C. C. Estudo de uma população relictual de veado-campeiro *Ozotoceros bezoarticus* (Linnaeus) (Artiodactyla, Cervidae) no Município da Lapa, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 17, n. 1, p. 175-181, 2000.
- MOURÃO, J. S.; ARAÚJO, H. F. P.; ALMEIDA, F. S. Ethnotaxonomy of mastofauna as practised by hunters of the municipality of Paulista, state of Paraíba-Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v. 2, n. 19, p. 1-7, 2006.
- OLIVEIRA, E. S.; TORRES, D. F.; BROOKS, S. E.; ALVES, R. R. N. The medicinal animal markets in the metropolitan region of Natal City, northeastern Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 130, n. 1, p. 54-60, 2010.
- PERIAGO, M. E.; LEYNAUD, G. Uso de hábitat y comportamiento de una población de corzuelas pardas (*Mazama gouazoubira*) en la Reserva de Chancaní, Córdoba, Argentina. *APRONA Boletín Científico*, v. 41, p. 17-23, 2009.
- PERNAMBUCO. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. *Região do Araripe: diagnóstico florestal*. Brasília: MMA, 2007. 91 p.
- PINDER, L.; LEEUWENBERG, F. Veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*, Fischer 1814). In: DUARTE, J. M. B. (Org.). *Biologia e conservação de cervídeos sul-americanos: Blastocerus, Ozotoceros e Mazama*. São Paulo: FUNEP, 1997. p. 60-68.
- PINTO, M. F.; MOURÃO, J. S.; ALVES, R. R. N. Ethnotaxonomical considerations and usage of ichthyofauna in a fishing community in Ceará State, Northeast Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v. 9, n. 17, p. 1-11, 2013.
- PRADO, M. H.; FORLINE, L. C.; KIPNIS, R. Hunting practices among the Awá-Guajá: towards a long-term analysis of sustainability in an Amazonian indigenous community. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, v. 7, n. 2, p. 479-491, 2012.
- PRADO, H. M.; MURRIETA, R. S. S.; ADAMS, C.; BRONDIZIO, E. S. Complementary viewpoints: scientific and local knowledge of ungulates in the Brazilian Atlantic Forest. *Journal of Ethnobiology*, v. 33, n. 2, p. 180-202, 2013.
- PRADO, H. M.; MURRIETA, R. S. S.; ADAMS, C.; BRONDIZIO, E. E. Local and scientific knowledge for assessing the use of fallows and mature forest by large mammals in SE Brazil: identifying singularities in folkecology. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v. 10, n. 7, p. 1-13, 2014.
- RAMOS, M. M.; MOURÃO, J. S.; ABRANTES, S. H. F. Conhecimento tradicional dos caçadores de Pedra Lavrada (Paraíba, Brasil) sobre os recursos faunísticos caçados. *Sitientibus*, v. 9, n. 2/3, p. 215-224, 2009.
- REZENDE, L. C.; SANTOS, J. P. A.; URBANI, L. T.; GALDOS-RIVEROS, A. C.; MIGLINO, M. A. Análise morfológica do aparelho ungueal do veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*, Fischer, 1814) (Artiodactyla, Cervidae). *Ciência Animal Brasileira*, v. 14, n. 2, p. 230-236, 2013.
- RIBEIRO-SILVA, S.; MEDEIROS, M. B.; GOMES, B. M.; SEIXAS, E. M.; SILVA, M. A. P. Angiosperms from the Araripe National Forest, Ceará, Brazil. *Check List*, v. 8, n. 4, p. 744-751, 2012.
- RICHARD, E.; JULIÁ, J. P. Dieta de *Mazama Gouazoubira* (Mammalia, Cervidae) em un ambiente secundario de Yungas, Argentina. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 90, p. 147-156, 2001.
- RICHARD E.; JULIÁ, J. P.; ACENOLAZA, P. G. Hábitos frugívoros de la corzuela parda (*Mazama gouazoubira*, Fischer, 1824) (Mammalia, Cervidae), em um ambiente secundário de Yungas. *Doñana, Acta Vertebrata*, v. 22, n. 1-2, p. 19-28, 1995.
- RICHARD, E.; RADA, F. F. Análisis de las relaciones de preferencia entre frutos componentes de la dieta de la corzuela parda *Mazama gouazoubira* Fischer (Mammalia, Cervidae), en un ambiente secundario de yungas (Tucumán - Argentina). *Ecología Aplicada*, v. 5, n. 1/2, p. 11-17, 2006.
- RIVERO, K.; RUMIZ, D. I.; TABER, A. B. Differential habitat use by two sympatric brocket deer species (*Mazama americana* and *M. gouazoubira*) in a seasonal Chiquitano forest of Bolivia. *Mammalia*, v. 69, n. 2, p. 169-183, 2005.

- ROCHA-MENDES, F.; MIKICH, S. B.; BIACONI, G. V.; PEDRO, W. A. Mamíferos do município de Fênix, Paraná, Brasil: etnozoologia e conservação. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 22, n. 4, p. 991-1002, 2005.
- ROMERO, V. L.; CHATELLENAZ, M. L. Densidad de *Mazama gouazoubira* (Artiodactyla, Cervidae) en un Parque Nacional del Nordeste de Argentina. *Acta Zoológica Mexicana*, v. 29, n. 2, p. 388-399, 2013
- ROSA, R.; CARVALHO, A. R.; ANGELINI, R. Integrating fishermen knowledge and scientific analysis to assess changes in finfish diversity and food web structure. *Ocean & Coastal Management*, v. 102, part A, p. 258-268, 2014.
- SAHOO, S.; PUYRAVAUD, J. P.; DAVIDAR, P. Local knowledge suggests significant wildlife decline and forest loss in insurgent affected Similipal Tiger Reserve, India. *Tropical Conservation Science*, v. 6, n. 21, p. 230-240, 2013.
- SANTOS-FITA, D.; PINERA, E. J. N.; BALTAZAR, E. B.; LUGO, E. I. J. E.; MÉNDEZ, R. M.; MENDONZA, P. A. M. La milpa comedero-trampa como una estrategia de cacería tradicional maya. *Estudios de Cultura Maya*, v. 42, n. 42, p. 87-118, 2013.
- SERBENT, M. P.; PERIAGO, M. E.; LEYNAUD, G. C. *Mazama gouazoubira* (Cervidae) diet during the dry season in the arid Chaco of Córdoba (Argentina). *Journal of Arid Environments*, v. 75, n. 1, p. 87-90, 2011.
- SILVA, M. J. Contador de histórias: experiências re-contadas. *Graphos*, v. 7, n. 2/1, p. 71-76, 2005
- SILVA, T. R.; COSTA-NETO, E. M.; ROCHA, S. S. Etnobiologia do caranguejo de água doce *Trichodactylus fluviatilis* Latreille, 1828 no povoado de Pedra Branca, Santa Teresinha, Bahia. *Gaia Scientia*, v. 8, n. 1, p. 51-64, 2014.
- SOARES, F. P.; RAÍRYS, R. P.; NOGUEIRA, C.; OLIVEIRA, L. M.; SILVA, D. R. G.; PAIVA, P. D. Cultura da mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). *Boletim Agropecuário*, v. 67, p. 1-12, 2006.
- SOBCZAK, J.; VALDUGA, A. T.; RESTELLO, R. M.; CARDOSO, R. I.; HEPP, L. U.; SIQUEIRA, A. C. Local ecological knowledge as a complementary basis for the management of water resources. *Ethnobiology and Conservation*, v. 2, n. 10, p. 1-15, 2013.
- SOUSA JUNIOR, J. R.; ALBUQUERQUE, U. P.; PERONI, N. Traditional knowledge and management of *Caryocar coriaceum* Wittm. (Pequi) in the Brazilian Savanna, Northeastern Brazil. *Economic Botany*, v. 67, n. 3, p. 225-233, 2013.
- SOUTO, W. M. S.; ALVES, R. R. N.; CONFESSOR, M. V. A.; BARBOZA, R. R. D.; MOURÃO, J. S.; MENDONÇA, L. E. T. A zooterapia na etnoveterinária do semiárido paraibano. In: ALVES, R. R. N.; SOUTO, W. M. S.; MOURÃO, J. S. (Org.). *A etnozoologia no Brasil: importância, status e perspectiva*. Recife: NUPPEA, 2010. p. 425-444.
- SOUZA-MAZUREK, R. R.; PEDRINHO, T.; FELICIANO, X.; HILÁRIO, W.; GERÔNICO, S.; MARCELO, E. Subsistence hunting among the Waimiri Atroari Indians in central Amazonia, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, v. 9, n. 5, p. 579-596, 2000.
- STALLINGS, J. R. Notes on feeding habits of *Mazama gouazoubira* in the Chaco Boreal of Paraguay. *Biotropica*, v. 16, n. 2, p. 155-157, 1984.
- STALLINGS, J. R. Notes on the reproductive biology of the grey brocket deer (*Mazama gouazoubira*) in Paraguay. *Journal of Mammalogy*, v. 67, n. 1, p. 172-175, 1986.
- VOGLIOTTI, A. *História natural de Mazama bororo (Artiodactyla; Cervidae) através da etnozoologia, monitoramento fotográfico e rádio-telemetria*. 2003. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- ZANETTI, E. S.; MUNERATO, M. S.; CURSINO, M. S.; DUARTE, J. M. B. Comparing two different superovulation protocols on ovarian activity and fecal glucocorticoid levels in the brown brocket deer (*Mazama gouazoubira*). *Reproductive Biology and Endocrinology*, v. 12, p. 1-24, 2014.

# VARIAÇÃO HORÁRIA E SAZONAL DA RADIAÇÃO SOLAR INCIDIDA E REFLETIDA E SUAS RELAÇÕES COM VARIÁVEIS MICROMETEOROLÓGICAS NO PANTANAL NORTE MATO-GROSSENSE

HOURLY AND SEASONAL VARIATION OF INCIDENT AND REFLECTED SOLAR RADIATION AND THEIR  
RELATIONS WITH MICROMETEOROLOGICAL VARIABLES IN NORTH PANTANAL OF MATO GROSSO

## *Jonathan Willian Zangeski Novais*

Doutor em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Professor do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Cuiabá (UNIC) – Cuiabá (MT), Brasil.

## *Luciana Sanches*

Doutora em Engenharia Ambiental pela Universidad de Cantabria (UC), Espanha. Professora do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMT – Cuiabá (MT), Brasil.

## *Nadja Gomes Machado*

Doutora em Física Ambiental pela UFMT. Professora do Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT) – Cuiabá (MT), Brasil.

## *Ludymilla Barboza da Silva*

Doutora em Física Ambiental pela UFMT. Coordenadora do Laboratório Morfofuncional da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) – Cáceres (MT), Brasil.

## *Aryadne Márcia Aquino*

Doutora em Física Ambiental pela UFMT. Pesquisadora do Programa de Pós-graduação em Física Ambiental da UFMT – Cuiabá (MT), Brasil.

## *Thiago Rangel Rodrigues*

Doutor em Física Ambiental pela UFMT. Professor do Programa de Pós-graduação em Física Ambiental da UFMT, Cuiabá (MT), Brasil.

## **Endereço para correspondência:**

Jonathan Willian Zangeski Novais  
– Rua Barão de Melgaço, 222 –  
Porto – 78005-300 – Cuiabá (MT),  
Brasil – E-mail:  
jonathan.novais@kroton.com.br

## **RESUMO**

Este trabalho analisou a variação horária e sazonal da radiação global incidente e refletida pelo solo e albedo, em uma floresta com dominância de *Vochysia divergens* Pohl no Pantanal Mato-Grossense em 2012. Essa área apresentou característica particular, tendo diferenças no decorrer do ano, estando ora saturada de umidade apresentando lâmina de água, ora com serrapilheira. O maior albedo ocorreu em setembro, período de seca, apresentando valor médio de 0,39. Esse valor contrasta com o valor médio do período da cheia, 0,09. Foi aplicado o método de correlação de Spearman com o intuito de entender o grau de dependência entre as variáveis, encontrando alta correlação positiva entre albedo e radiação global refletida, e correlação moderada negativa entre o ângulo zenital e radiação global incidente sobre o solo. Foi encontrada correlação moderada negativa entre lâmina de água e radiação global refletida pelo solo e albedo.

**Palavras-chave:** ângulo zenital; lâmina de água; serrapilheira; *Vochysia divergens* Pohl; radiação global; albedo.

## **ABSTRACT**

The study has analyzed the hourly and seasonal variation of incident solar radiation and the radiation reflected by the ground and albedo, in a woodland area with dominance of *Vochysia divergens* Pohl in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil, in 2012. The studied area presented particular seasonal differences in soil cover: in the flooded period the soil is saturated with moisture, and during the dry period the soil is covered with litter pool. The highest albedo coefficient (0.39) was observed in September, during the dry season. This value contrasts the average for the flooded period (0.09). The Spearman correlation method was employed in order to understand the degree of dependence between variables, and a high positive correlation was seen between albedo and reflected global radiation, whereas a moderate negative correlation was observed between the zenith angle and the global radiation. A moderate negative correlation was also observed between ground water level and reflected solar radiation and albedo.

**Keywords:** zenith angle; water depth; litter; *Vochysia divergens* Pohl; global radiation; albedo.

## INTRODUÇÃO

O Pantanal é uma das maiores planícies de inundação do mundo (RODRIGUES *et al.*, 2011; NOVAIS *et al.*, 2012). É um bom exemplo da complexidade hidrológica das zonas alagadas (DA SILVA, 2000; DA SILVA & GIRARD, 2004; JUNK *et al.*, 2006; FANTIN-CRUZ; LOVERDE-OLIVEIRA; GIRARD, 2008), cobrindo uma área de cerca de 140 mil km<sup>2</sup> na Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai, estendendo por todo oeste do Brasil e partes da Bolívia e do Paraguai, composto por uma gama de floresta tropical e cerrado (CURADO *et al.*, 2011; RODRIGUES *et al.*, 2011; NOVAIS *et al.*, 2012).

No período de outubro a março, período das cheias, há um fluxo de águas das regiões mais elevadas do cerrado para as mais baixas, alimentando o volume de água aprisionado na região, devido à baixa declividade do local, de 2 a 3 cm por quilômetro de norte a sul e de 5 a 25 cm de oeste para leste. Assim, a inundação se dá por transbordamento de rios, sendo que a inundação por precipitação ocorre independentemente das inundações fluviais (IRIONDO, 2004; ZEILHOFER & SCHESSL, 2000; ZEILHOFER & MOURA, 2009).

A literatura atual de ciências ambientais e hidrológicas, bem como sobre as variáveis relativas à estrutura do dossel e características de superfície, é limitada pela falta de dados *in loco*, especialmente dados espaciais de longo prazo (ENGMAN, 1996; CONLY & VAN DER KAMP, 2001; MYNENI *et al.*, 2002; MENDOZA *et al.*, 2003; PRICE, 2005; ALLEN; TASUMI; TREZZA, 2007; ZHENG & MOSKAL, 2009). O albedo de áreas úmidas pode ser particularmente difícil de quantificar devido à variação temporal e espacial da inundação (SUMNER; WU; PATHAK, 2011), afetando a refletância do solo

pantaneiro e, conseqüentemente, modificando o microclima abaixo do dossel no decorrer do ano.

O albedo de uma superfície quantifica a fração de entrada de radiação solar que é refletida de volta para a atmosfera. A média diária do albedo da água é menor do que a maioria dos outros sistemas naturais (BRUTSAERT, 1982) e, conseqüentemente, em áreas alagadas existe um contraste nas propriedades reflexivas do solo durante o período de inundação e o seco (SUMNER; WU; PATHAK, 2011).

A mudança na cobertura do solo tem o potencial de mudar o particionamento de energia, afetando o padrão sazonal e a magnitude do albedo (RODRIGUES *et al.*, 2013), o balanço de radiação (VOURLITIS *et al.*, 2008; MINOR, 2009; CHEN *et al.*, 2009) e a partição da energia em forma de calor latente (MENON; LEUNG; CHUNHO, 2008; CURADO *et al.*, 2011), sensível (RODRIGUES *et al.*, 2014), que, por sua vez, poderá afetar o clima local e regional (COSTA & PIRES, 2010; KHAROL *et al.*, 2013; RODRIGUES *et al.*, 2016).

Por outro lado, os processos ecofisiológicos, energéticos, hidrológicos e de carbono de um ecossistema também são regulados diretamente pelo albedo (WANG; CHEN; CIHLAR, 2002), que determina diretamente a quantidade de energia solar absorvida pelo solo (NOVAIS *et al.*, 2013), e por conseguinte, a quantidade de energia disponível para o aquecimento do solo e atmosfera inferior e para evaporar a água (RODRIGUES *et al.*, 2013).

O objetivo deste trabalho foi analisar a variação horária e sazonal da radiação global incidida, refletida e do albedo de um solo sazonalmente inundado em floresta do norte do Pantanal Mato-Grossense e suas relações com o ângulo zenital, lâmina de água e serrapilheira.

## METODOLOGIA

### Localização e descrição da área de estudo e transectos

A área experimental está situada na Reserva Particular do Patrimônio Natural SESC – Pantanal, entre as latitudes 16°20'S e 16°30'S e longitudes 56°25'25"O e 56°25'39"O, aproximadamente a 160 km de Cuiabá, Mato Grosso, no norte do Pantanal (Figura 1).

O clima regional é do tipo Aw, segundo a classificação climática de Köppen, caracterizado por ser quente e úmido

com chuvas no verão e estiagem no inverno. A precipitação pluviométrica oscila entre 800 e 1.500 mm/ano (JOHNSON *et al.*, 2013; FANTIM-CRUZ *et al.*, 2010). A média anual de temperatura do ar oscila entre um máximo de 29 a 32°C e um mínimo de 17 a 20°C (BRASIL, 1997).

Dentro da área em estudo foram delimitados e georreferenciados cinco transectos (denominados A, B, C, D e E)

com 50 m de comprimento e 80 m de distância entre si, contendo 11 pontos cada um, totalizando 55 demarcações (Figura 1). Essa área apresenta uma superfície inclinada no sentido SE/NO, com um aumento na inclinação de aproximadamente 1 cm/12 m do transecto A para o E, correspondendo a 26 cm de variação topográfica.

A topografia da planície de inundação é praticamente plana, levando a inundações durante o período chuvoso (NUNES DA CUNHA & JUNK, 2001). A vegetação local apresenta predominância de *Vochysia divergens* Pohl (Vochysiaceae), seguida por *Licania parvifolia*, *Mouriri elliptica* e *Alchornea discolor*. A dominância de *V. divergens*

diminui do transecto A para o transecto E. O índice de diversidade de Shannon-Wiener aumenta do transecto A para o transecto E à medida que a dominância de *V. divergens* diminui (MACHADO et al., 2015).

Análises de textura do solo nos transectos descrevem um solo com pH ácido variando de 5,6 no transecto A a 5,8 nos demais transectos. O solo no transecto A é um solo franco-argiloso e nos demais transectos, argiloso, segundo análises da textura do solo em amostras coletadas a 0 a 10 cm de profundidade do solo com um trado em 55 pontos em dezembro de 2011 e julho de 2012.

### Período de estudo e tratamento dos dados

Para análise dos dados foram considerados quatro períodos no ano de 2012: cheia, período em que há lâmina

de água (janeiro, fevereiro e março); vazante, período em que o pantanal começa a secar (abril a setembro);

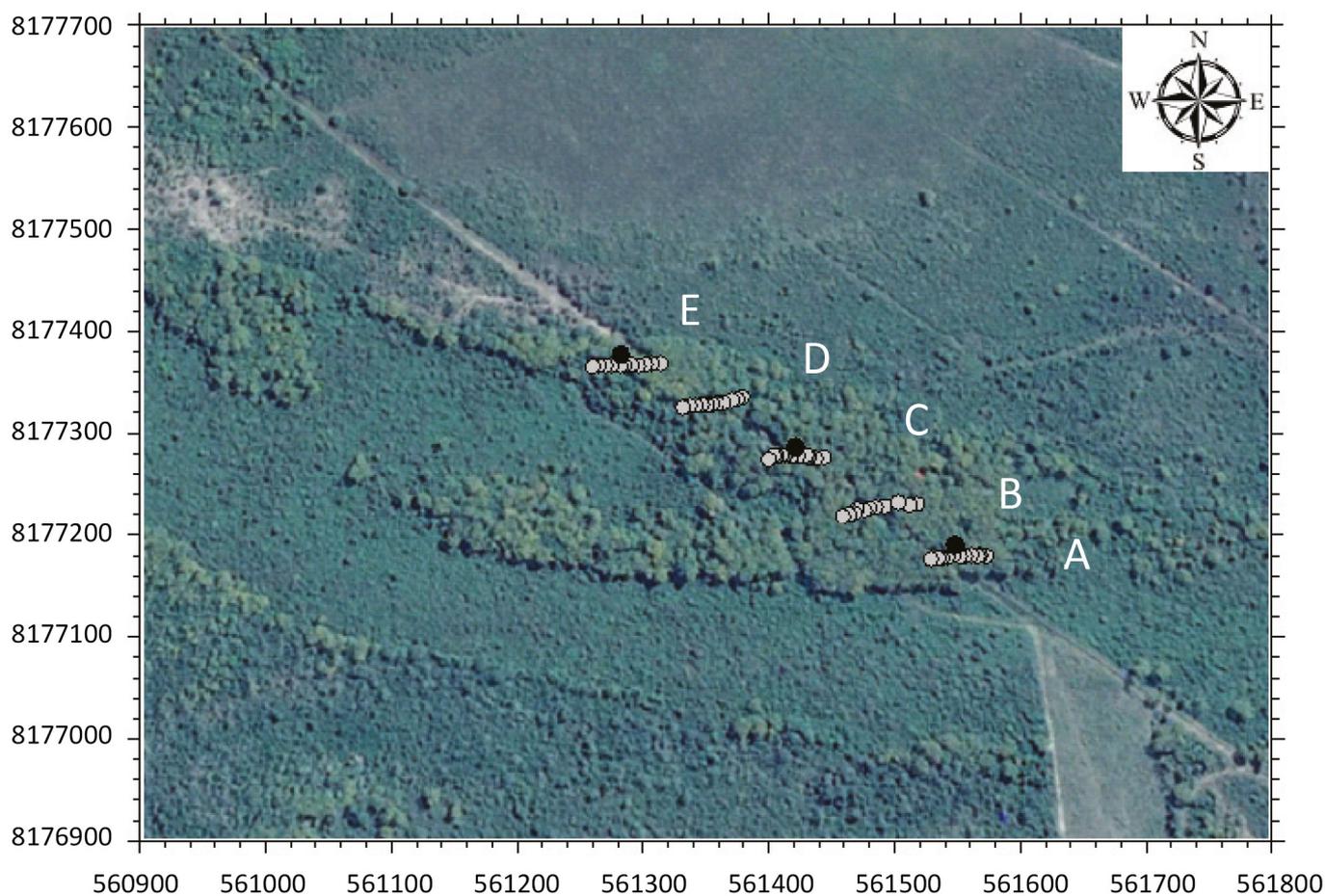


Figura 1 – Localização da área de estudo e dos transectos A, B, C, D e E, totalizando 55 pontos de medição (pontos claros) e três estações meteorológicas (pontos escuros) no Pantanal Mato-Grossense. As coordenadas são indicadas em Universal Transversa de Mercator (UTM).

seca (julho a setembro); e enchente, período de início das chuvas (outubro a dezembro). Essa divisão de períodos é baseada na precipitação e umidade do solo da região e em pesquisas realizadas no Pantanal Norte Mato-grossense que trabalharam com sazonalidade (MESIAS, 2011; BRANDÃO, 2012; CARVALHO, 2013).

## Instrumentação meteorológica e determinação de serrapilheira e lâmina de água

A precipitação pluviométrica foi medida por um coletor de dados meteorológicos (Mod. WXT520, Vaisala Inc., Helsinki, Finland) a aproximadamente 2 km de distância da área em estudo.

Três estações meteorológicas (WatchDog 2000, Spectrum Technologies, USA) foram fixadas nos transectos A, C e E, para medição da radiação solar global incidente que atravessa o dossel ( $R_{g_{inc}}$ ) e radiação global refletida pelo solo ( $R_{g_{ref}}$ ). A 2 m do solo, para a medição da  $R_{g_{inc}}$  e  $R_{g_{ref}}$  foram instalados dois piranômetros no topo da torre, um com a face voltada para cima e o outro com a face voltada para baixo. Os dados foram coletados e armazenados a cada 30 minutos.

A umidade do solo foi medida por um refletômetro no domínio do tempo (Time Domain Reflectometry, TDR, Hidrosense TM, Campbell Scientific, Austrália), mensalmente em 55 pontos em uma profundidade de 0 a 10 cm, de julho a novembro de 2012, meses que não apresentaram saturação evidente do solo.

## Estimativa do albedo do solo

O albedo solo ( $\alpha_{solo}$ ) foi estimado pela razão entre a radiação global refletida pelo solo abaixo do dossel ( $R_{g_{ref}}$ ) e a radiação global incidente abaixo do dossel ( $R_{g_{in}}$ ) com dados das variáveis meteorológicas monitoradas nos transectos A, C e E (FOKEN, 2008).

No intuito de verificar as relações entre as variáveis foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov como de-

Nas análises estatísticas e figuras foram feitas médias das medidas dos cinco transectos. Para as médias horárias foram calculadas as médias de todos os horários de medição, gerando medidas representativas de um dia característico para cada mês.

A altura da lâmina de água ( $L_{água}$ , cm) foi medida mensalmente por meio de uma régua graduada em 55 pontos, 11 pontos por transecto, durante os períodos de cheia e inundação (fevereiro a junho e dezembro de 2012).

A serrapilheira acumulada sobre o solo foi coletada mensalmente por meio de um molde vazado (25 x 25 cm), colocado sobre o solo no qual todo material vegetal contido dentro do molde foi retirado como amostra em 20 pontos (HAASE, 1999). Cada transecto possuía quatro pontos de coleta. No laboratório as amostras de produção de serrapilheira e serrapilheira acumulada sobre o solo foram transferidas para sacos de papel kraft identificados e colocados em estufa de circulação forçada (Orion 520, FANEM, São Paulo, Brasil) a uma temperatura de 70°C durante 72 h ou até apresentarem peso constante. Posteriormente foram pesadas separadamente em balança analítica (AD 500, Marte, Santa Rita do Sapucaí, Brasil).

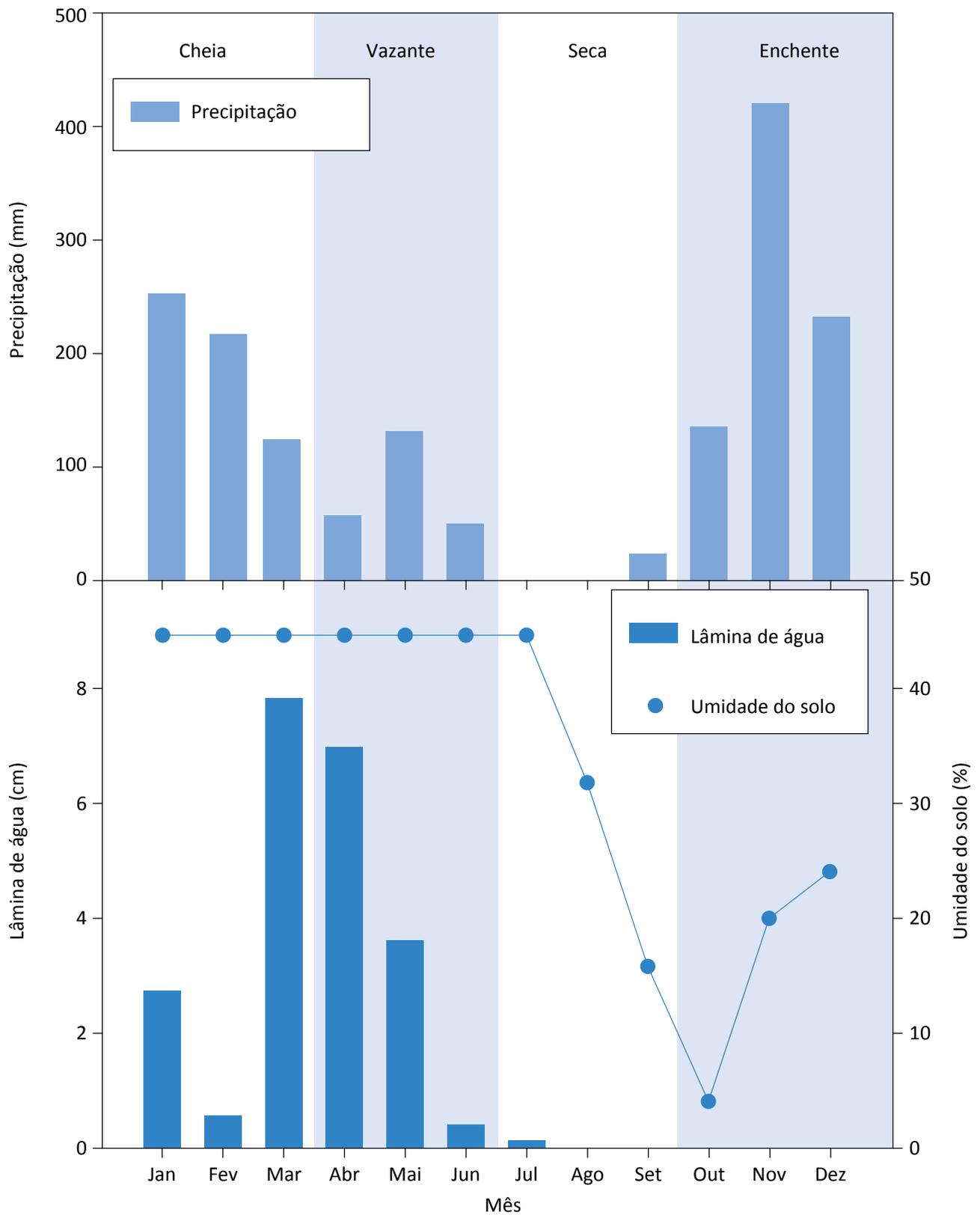
ção para uso da estatística não paramétrica. Em seguida foi utilizada a correlação de Spearman ( $\rho$ ) para verificar o grau de correlação entre o albedo do solo e outras variáveis (SPEARMAN, 1904). Dancy e Reidy (2006) apontam uma classificação para os valores de  $\rho$ :  $0,1 < \rho < 0,4$  (correlação fraca),  $0,4 < \rho < 0,7$  (correlação moderada);  $0,7 < \rho < 1$  (correlação forte).

# RESULTADOS E DISCUSSÃO

## Lâmina de água, umidade do solo e precipitação

Houve sazonalidade na precipitação acumulada, umidade do solo e lâmina de água mensal média abaixo do dossel no decorrer do ano de 2012, conforme Figura 2.

A precipitação acumulada anual foi 1.638 mm, sendo que 48% da precipitação ocorreu no período de enchente, e apenas 1% ocorreu no período de seca.



**Figura 2 – Precipitação acumulada mensal, lâmina de água sobre o solo e umidade do solo abaixo do dossel no Pantanal Mato-Grossense nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente em 2012.**

A média da precipitação pluviométrica em 2012 foi 136,49 mm.

A precipitação teve o seu máximo em novembro de 2012, com aproximadamente 421 mm, contrastando com julho e agosto, em que não choveu.

Sanches *et al.* (2011) encontraram 1.414 mm de precipitação acumulada e 117 mm de média mensal, para o ano de 2007 no Pantanal Mato-grossense, tendo os meses de novembro e dezembro as maiores precipitações, 50% do total anual. Para Fantim-Cruz *et al.* (2010), 80% da precipitação ocorreu entre novembro e março, sendo esse percentual de acordo com outros estudos realizados próximos ao local deste estudo (RODRIGUES *et al.*, 2011; CURADO *et al.*, 2011). Esse total de precipitação está de acordo com a média de longo prazo da região, 1.420 mm (MACHADO *et al.*, 2004; VOURLITIS & DA ROCHA, 2011). Para Cuiabá, Mato Grosso, a média anual, com base em registro de 103 anos, de 1901 a 2003, é 1.383mm (FANTIM-CRUZ *et al.*, 2010).

Durante janeiro a junho houve saturação da umidade do solo, com lâmina de água sobre o solo, tendo seu

maior valor em março. No final do ano de 2012, após a grande quantidade de precipitação em novembro e dezembro, o solo voltou a apresentar saturação. Essa variação da coluna superficial de água faz com que o Pantanal (CURADO *et al.*, 2011; RODRIGUES *et al.*, 2011) se torne uma peculiaridade em relação às regiões de Cerrado (RODRIGUES *et al.*, 2013) que se encontram muito próximas ao local de estudo, pois a coluna de água muda a interação da radiação incidente com a superfície, o que torna a dinâmica das partições do balanço de energia diferentes, mudando também a dinâmica térmica no solo (NOVAIS *et al.*, 2012).

A partir do mês junho, com a diminuição da precipitação, ocorreu queda na umidade do solo, atingindo seu mínimo em setembro, 3,81%. A inundação nessa área se deve principalmente à baixa capacidade de percolação de água no solo devido às características do solo e à topografia relativamente plana da área. As maiores  $L_{\text{água}}$  ocorreram no transecto E (atingindo 6,2 cm), e as menores no transecto A (1,4 cm), devido à variação da cota topográfica (NOVAIS *et al.*, 2015).

## Variação horária mensal da radiação global e albedo do solo

Utilizando as medições horárias calculou-se um dia médio para cada para radiação global incidente abaixo do dossel ( $R_{g_{\text{inc}}}$ ), radiação refletida pelo solo ( $R_{g_{\text{ref}}}$ ), e albedo do solo ( $\alpha_{\text{solo}}$ ).

Observa-se pela Figura 3 que as maiores  $R_{g_{\text{inc}}}$  ocorreram no período de enchente em dezembro, atingindo 211,67  $\text{Wm}^{-2}$  abaixo do dossel. Os maiores valores de  $R_{g_{\text{ref}}}$  ocorreram na seca, no mês de setembro, com valor médio máximo de 32,17  $\text{Wm}^{-2}$ .

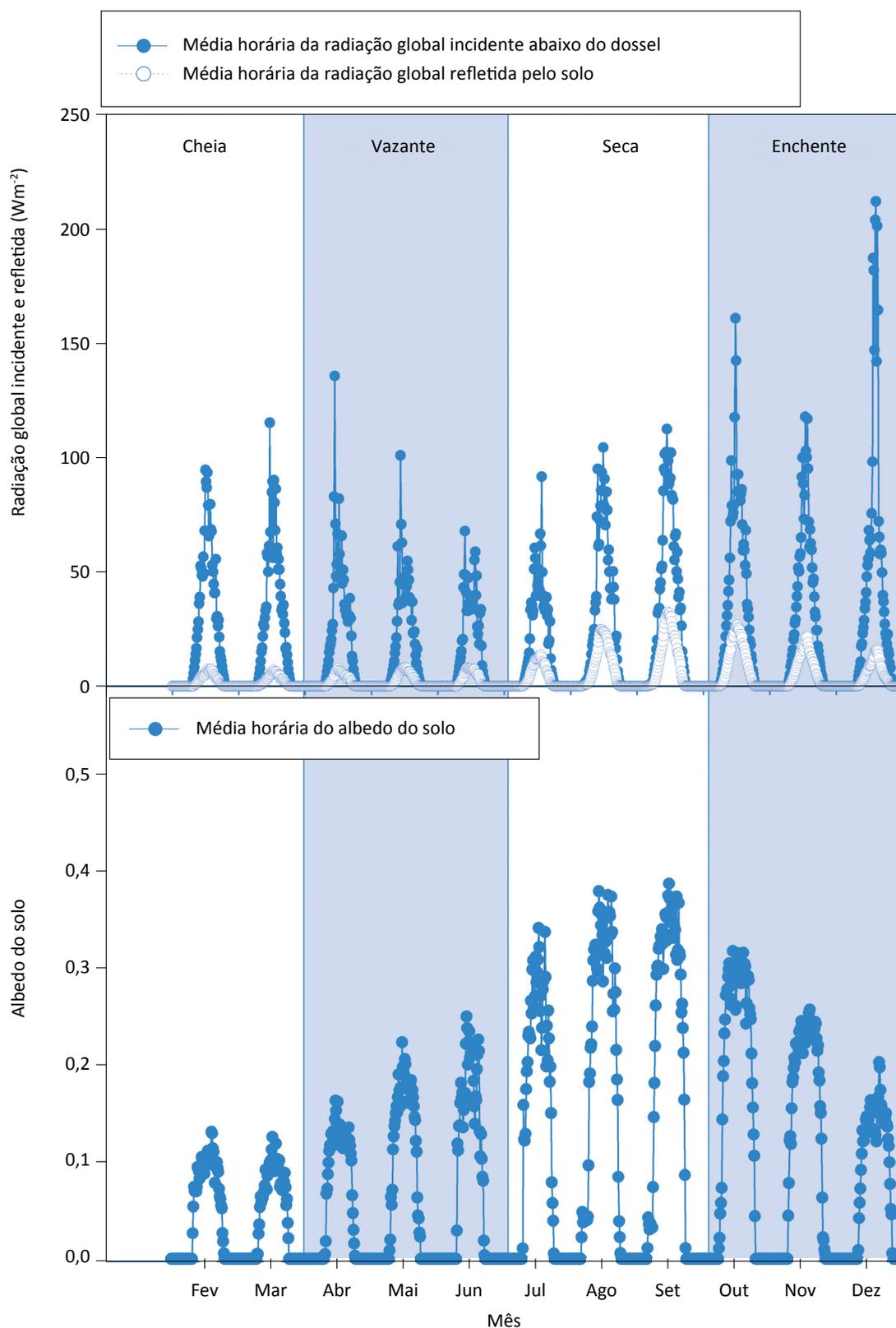
Os maiores valores de  $\alpha_{\text{solo}}$  também ocorreram no período de seca, destacando-se o mês de setembro, com valor de 0,39 às 11:30 horas. O albedo médio do período de cheia foi de aproximadamente 0,09, enquanto que do período de seca foi aproximadamente 0,29, aumentando cerca de 3 vezes seu valor.

Em agosto houve uma acentuada senescência foliar, cobrindo o chão totalmente com uma grossa camada de folhas secas, que possuem coloração mais clara que o solo nu e o solo encharcado, mudando a re-

fletância da superfície, aumentando assim o albedo da superfície.

A média diária do albedo da água é menor do que a da maioria das outras superfícies naturais (BRUTSAERT, 1982) e, portanto, o contraste entre as características reflexivas de uma zona úmida e seca deve ser substancial. A superfície livre de água não reflete apenas difusamente, há também reflexão espectral. Assim, o máximo de reflexão depende do ângulo de reflexão (e portanto do ângulo de incidência), porém nesse trabalho os piranômetros sempre ficaram perpendiculares à superfície, não mudando o ângulo de incidência de radiação sobre o sensor.

Incertezas associadas às medidas de radiação podem ser notadas. A radiação pode ser superestimada se a radiação que atravessou a copa é focada diretamente sobre o sensor instalado por baixo da copa. Alternativamente, a radiação pode ser subestimada se houver um impedimento físico levando à subestimação dos dados (PINTO JUNIOR *et al.*, 2011).



**Figura 3 – Média horária da radiação global incidente abaixo do dossel, radiação global refletida pelo solo e albedo do solo em cada mês no Pantanal mato-Grossense, respectivamente nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente em 2012.**

## Correlações entre albedo, radiação global, ângulo zenital e serrapilheira

Analisou-se a relação da  $Rg_{inc}$ ,  $Rg_{ref}$  e  $\alpha_{solo}$  com o ângulo zenital e fez-se a correlação de Spearman entre as variáveis (Tabela 1).

Os valores mais baixos de  $Rg_{inc}$  ocorreram quando os ângulos zenitais foram mais elevados, quando o caminho feito pela radiação no interior da cobertura é maior, aumentando a chance de absorção por folhas e galhos (SENNA & COSTA; SHIMABUKURO, 2005). A  $Rg_{inc}$  mostrou correlação moderada e negativa, ou seja, quanto maior o ângulo zenital, menos  $Rg_{inc}$  chega abaixo do dossel. Quanto maior o ângulo zenital, maior o caminho que a luz atravessará dentro do dossel, justificando as correlações negativas. Observa-se

uma alta correlação positiva, 0,825, entre as variáveis  $Rg_{ref}$  e  $\alpha_{solo}$ .

Correlacionou-se as variáveis de  $Rg_{inc}$ ,  $Rg_{ref}$  e  $R_{Rg}$  com a  $L_{agua}$ , em março, mês em que ocorreram os maiores valores de  $L_{agua}$  (Tabela 2).

A  $L_{agua}$  apresentou correlação negativa com as variáveis de  $Rg_{ref}$  e  $\alpha_{solo}$ , porém não se correlacionou com a  $Rg_{inc}$ .

Uma correlação negativa indica que uma maior  $L_{agua}$  faz com que menos radiação seja refletida e diminua o  $\alpha_{solo}$  da superfície, mostrando que a presença de  $L_{agua}$  é determinante no  $\alpha_{solo}$  no período de cheia.

**Tabela 1 – Correlação de Spearman entre ângulo zenital, radiação global incidente sobre o solo, radiação global refletida pelo solo e albedo do solo em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense.**

	$Rg_{inc}$	$Rg_{ref}$	$\alpha_{solo}$
Z	-0,417 <sup>1</sup>	-0,152 <sup>1</sup>	-0,002 <sup>1</sup>
	0,000 <sup>2</sup>	0,009 <sup>2</sup>	0,977 <sup>2</sup>
$Rg_{inc}$	–	0,648 <sup>1</sup>	-0,167 <sup>1</sup>
	–	0,000 <sup>2</sup>	0,000 <sup>2</sup>
$Rg_{ref}$	–	–	0,825 <sup>1</sup>
	–	–	0,000 <sup>2</sup>

Z: ÂNGULO ZENITAL;  $Rg_{inc}$ : RADIAÇÃO GLOBAL INCIDENTE SOBRE O SOLO;  $Rg_{ref}$ : RADIAÇÃO GLOBAL REFLETIDA PELO SOLO;  $\alpha_{solo}$ : ALBEDO DO SOLO; <sup>1</sup>COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO; <sup>2</sup>VALOR P.

**Tabela 2 – Correlação de Spearman: entre lâmina de água, radiação global incidente sobre o solo, radiação global refletida pelo solo e albedo do solo em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense em março de 2012.**

	$Rg_{inc}$	$Rg_{ref}$	$\alpha_{solo}$
$L_{agua}$	-0,00 <sup>1</sup>	-0,45 <sup>1</sup>	-0,40 <sup>1</sup>
	0,987 <sup>2</sup>	0,00 <sup>2</sup>	0,00 <sup>2</sup>
$Rg_{inc}$	–	0,12 <sup>1</sup>	-0,462 <sup>1</sup>
	–	0,37 <sup>2</sup>	0,00 <sup>2</sup>
$Rg_{ref}$	–	–	0,77 <sup>1</sup>
	–	–	0,00 <sup>2</sup>

$L_{AGUA}$ : LÂMINA DE ÁGUA;  $Rg_{inc}$ : RADIAÇÃO GLOBAL INCIDENTE SOBRE O SOLO;  $Rg_{ref}$ : RADIAÇÃO GLOBAL REFLETIDA PELO SOLO;  $\alpha_{solo}$ : ALBEDO DO SOLO; <sup>1</sup>COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO; <sup>2</sup>VALOR P.

A correlação moderada da lâmina de água pode indicar que outro fator influenciou essa variação. Foi visto no local que a coloração da água variou no decorrer do ano, estando ora límpida, início da cheia, e ora mais escura, no final da cheia.

Os maiores valores de densidade de serrapilheira ocorreram nos meses de agosto, com média de 1408,75 g/m<sup>2</sup>.

A decomposição das folhas causa variação de todos os pigmentos. A estrutura interna da folha entra em colapso, principalmente a celulose, ficando em diferentes estágios de decomposição, mudando de cor de amarelo ao marrom, cinza ao preto (VAN LEEUWEN & HUETE, 1996).

A variação do conteúdo de água no solo influencia diretamente na fisiologia vegetal. Estudos realizados (SILVA; LOPES; AZEVEDO, 2005; SANCHES *et al.*, 2008) têm demonstrado sazonalidade na produção de serrapilheira, podendo ser atribuído à característica de espécies vegetais de áreas tropicais que perdem suas folhas na época seca de modo a perder menos água nas trocas gasosas.

A serrapilheira começa a se formar com maior intensidade no final de setembro e início de outubro (Figura 4), tendo os meses de outubro e novembro como os meses de maior produção de serrapilheira. Porém é também em outubro que se iniciam as chuvas, aumentando gradativamente a umidade do solo e mudando novamente o albedo. Por mais que pareça irrelevante

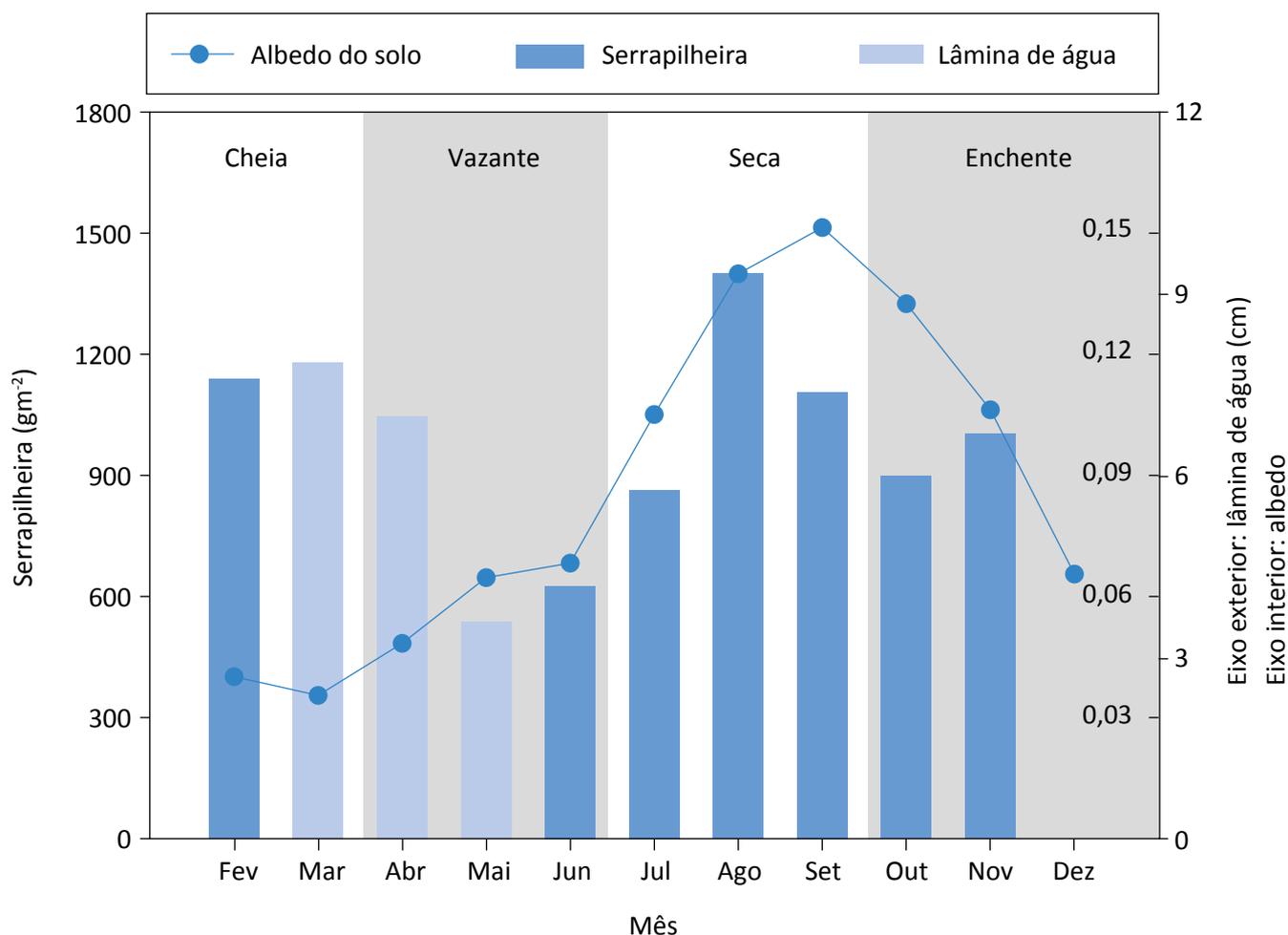


Figura 4 – Albedo do solo, serrapilheira acumulada sobre o solo e lâmina de água sobre o solo, em cada mês no Pantanal Mato-Grossense nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente em 2012.

a serrapilheira de agosto e setembro comparada aos meses de outubro e novembro, essa cobertura foliar já foi o bastante para causar variação no albedo.

O solo coberto com serrapilheira ou com água apresenta tons diferenciados, fazendo o solo refletir de

maneiras diferentes a radiação no decorrer do ano. Dessa forma, a sazonalidade do albedo influencia diretamente nos balanços de radiação e energia, sendo necessários novos estudos que relacionem o balanço de energia abaixo do dossel com albedo do solo.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que houve sazonalidade na precipitação, radiação global incidente e refletida pelo solo e do albedo. O maior albedo ocorreu em setembro, período de seca, no horário de 11:30 da manhã.

Houve alta correlação positiva entre albedo e radiação global refletida, e correlação moderada negativa entre o ângulo zenital e a radiação global incidente sobre o solo. Houve correlação moderada negativa entre lâ-

mina de água e radiação global refletida pelo solo e albedo, indicando que a coloração da água influenciou o processo.

Houve influência na mudança de cobertura nos valores de albedo, sendo na seca até três vezes maior, em média, em relação ao período de cheia, afetando assim o balanço energético e o desencadeamento de processos biológicos e micrometeorológicos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processo 47880/2010-6) e da Fundação de Amparo à Pesquisa de Mato Grosso (FAPEMAT) (Processo 286742/2010), o suporte adicional da Coor-

denação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), o suporte logístico da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) e da Estância Ecológica SESC Pantanal, e o Programa Nacional de Pós-doutorado (PNPD/CAPES).

## REFERÊNCIAS

ALLEN R. G.; TASUMI M.; TREZZA R. Satellite-based energy balance for mapping evapotranspiration with internalized calibration (METRIC) – Model. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, v. 133, n. 4, p. 380-394, 2007.

BRANDÃO, A. B. *Dinâmica temporal do efluxo de CO<sub>2</sub> do solo em área de cerrado no Pantanal Mato-Grossense*. 59 f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP): diagnóstico dos meios físico e biótico*. Brasília: MMA, 1997.

BRUTSAERT, W. *Evaporation into the atmosphere: theory, history and applications*. Boston: D. Reidel Publishing Company, 1982.

CARVALHO, P. V. *Estudo do fluxo de CO<sub>2</sub> e do estoque de carbono do solo em área de interflúvio no pantanal município de Poconé, Mato Grosso*. 68 f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

CHEN, S.; CHEN, J.; LIN, G.; ZHANG, W.; MIAO, H.; WEI, L.; HUANG, J.; HAN, X. Energy balance and partition in Inner Mongolia steppe ecosystems with different land use types. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 149, n. 11, p. 1800-1809, 2009.

- CONLY, F. M.; VAN DER KAMP, G. Monitoring the hydrology of Canadian prairie wetlands to detect the effects of climate change and land use changes. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 67, n. 1-2, 195-215, 2001.
- CURADO, L. F. A.; RODRIGUES, T. R.; NOVAIS, J. W. Z.; OLIVEIRA, A. G.; VENTURA, T. M.; MUSIS, C. R.; NOGUEIRA, J. S. Adjustment of Brunt's equation parameters for the Northern Brazilian Pantanal. *Journal of ecology and the Natural Environment*, v. 3, n. 4, p. 157-162, 2011.
- COSTA, M. H.; PIRES, G. F. Effects of Amazon and Central Brazil deforestation scenarios on the duration of the dry season in the arc of deforestation. *International Journal of Climatology*, v. 30, n. 13, p. 1970-1979, 2010.
- DA SILVA, C. J. Ecological basis for the management of the Pantanal-Upper Paraguay River basin. In: SMITS, A. J. M.; NIENHUIS, P. H.; LEUVEN, R. S. E. W (Eds.). *New approaches to river management*. Leuven: Bachuys. p. 97-117, 2000.
- DA SILVA, C. J.; GIRARD P. New challenges in the management of the Brazilian Pantanal and catchment area. *Wetlands Ecology and Management*, v. 12, p. 553-561, 2004.
- DANCEY, C.; REIDY, J. *Estatística sem matemática para psicologia: usando SPSS para Windows*. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- ENGMAN, E. T. Remote sensing applications to hydrology: future impact. *Hydrological Sciences Journal*, v. 41, n. 4, p. 637-647, 1996.
- FANTIN-CRUZ, I.; LOVERDE-OLIVEIRA, S.; GIRARD, P. Caracterização morfométrica e suas implicações na limnologia de lagoas do Pantanal Norte. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 30, n. 2, p. 133-140, 2008.
- FANTIN-CRUZ, I.; GIRARD, P.; ZEILHOFER, P.; COLLISCHONN, W., NUNES DA CUNHA, C. Unidades fitofisionômicas em mesoescala no Pantanal Norte e suas relações com a geomorfologia. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 2, p. 31-38, 2010.
- FOKEN, T. *Micrometeorology*. Bayreuth: Springer, 2008. Traduzido por NAPPO, C. J.
- HAASE, R. Litterfall and nutrient return in seasonally flooded and non flooded forest of the Pantanal, Mato Grosso, Brazil. *Forest Ecological Management*, v. 117, p. 129-147, 1999.
- IRIONDO, M. Large wetlands of South America: a model for quaternary humid environments. *Quaternary International*, v. 114, n. 1, p. 3-9, 2004.
- JOHNSON, M. S.; COUTO E. G., PINTO JUNIOR, O. B.; MILESI, J.; AMORIM R. S. S.; MESIAS, I. A. M.; BIUDES, M. S. Soil CO<sub>2</sub> dynamics in a tree island soil of the Pantanal: the role of soil water potential. *PLoS ONE*, v. 8, n. 6, e64874, 2013.
- JUNK, W. J.; CUNHA, C. N.; WANTZEN, K. M.; PETERMANN, P.; STRÜSSMANN, C.; MARQUES, M. I.; ADIS, J. Biodiversity and its conservation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Aquatic Sciences*, v. 68, p. 278-309, 2006.
- KHAROL, S. K.; KASKAOUTIS, D. G.; BADARINATH, K. V. S.; SHARMA, A. R.; SINGH, R. P. Influence of land use/land cover (LULC) changes on atmospheric dynamics over the arid region of Rajasthan state, India. *Journal of Arid Environments*, v. 88, p. 90-101, 2013.
- MACHADO, L. A. T.; LAURENT, H.; DESSAY, N.; MIRANDA, I. Seasonal and diurnal variability of convection over the Amazonia: a comparison of different vegetation types and large scale forcing. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 78, n. 1, p. 61-77, 2004.
- MACHADO, N. G.; SANCHES, L.; SILVA, L. B.; NOVAIS, J. W. Z.; AQUINO, A. M.; BIUDES, M. S.; PINTO JUNIOR, O. B.; NOGUEIRA, J. S. Soil nutrients and vegetation structure in a neotropical seasonal wetland. *Applied Ecology and Environmental Research*, v. 13, n. 2, p. 289-305, 2015.

- MEMON, R. A.; LEUNG, D. Y.; CHUNHO, L. A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. *Journal of Environmental Sciences (China)*, v. 20, n. 1, p. 120-128, 2008.
- MENDOZA, G. F.; STEENHUIS, T. S.; WALTER, M. T.; PARLANGE, J. Y. Estimating basin-wide hydraulic parameters of a semi-arid mountainous watershed by recession flow analysis. *Journal of Hydrology*, v. 279, n. 1-4, p. 57-69, 2003.
- MESSIAS, I. A. M. *Monitoramento contínuo do potencial redox e de variáveis complementares em ambiente hipersazonal no Pantanal de Barão de Melgaço*. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.
- MINOR, M. A. Surface energy balance and 24-h evapotranspiration on an agricultural landscape with SRF willow in central New York. *Biomass and Bioenergy*, v. 33, n. 12, p. 1710-1718, 2009.
- MYNENI, R. B.; HOFFMAN, S.; KNYAZIKHIN, Y.; PRIVETTE, J. L.; GLASSY, J.; TIAN, Y.; WANG, Y.; SONG, X.; ZHANG, Y.; SMITH, G. R.; LOTSCH, A.; FRIEDL, M.; MORISETTE, J. T.; VOTAVA, P.; NEMANI, R. R.; RUNNING, S. W. Global products of vegetation leaf area and fraction absorbed PAR from year one of MODIS data. *Remote Sensing of Environment*, v. 83, n. 2, p. 214-231, 2002.
- NOVAIS, J. W. Z.; RODRIGUES, T. R.; CURADO, L. F. A.; OLIVEIRA, A. G.; DE PAULO, S. R.; NOGUEIRA, J. S. Variabilidade sazonal horária das propriedades térmicas em gleissolo háplico no norte do Pantanal. *Semina Ciências Agrárias*, v. 33, n. 6, supl. 1, 2563-2570, 2012.
- NOVAIS, J. W. Z.; RODRIGUES, T. R.; CURADO, L. F. A.; OLIVEIRA, A. G.; DE PAULO, S. R.; NOGUEIRA, J. S.; OLIVEIRA, R. G. Geothermal dynamics in *Vochysia Divergens* forest in a Brazilian wetland. *Air, Soil and Water Research*, v. 6, p. 47-52, 2013.
- NOVAIS, J. W. Z.; SANCHES, L.; SILVA, L. B.; MACHADO, N. G.; AQUINO, A. M.; PINTO JUNIOR, O. B. Albedo do solo em área inundável de *Vochysia divergens* Pohl no Norte do Pantanal. *Revista Brasileira de Meteorologia*. 2015. No prelo.
- NUNES DA CUNHA, C.; JUNK, W. J. Distribution of wood plant communities along the flood gradient in the Pantanal of Poconé, Mato Grosso, Brazil. *International Journal of Ecology and Environmental*, v. 27, n. 2, p. 63-70, 2001.
- PINTO JUNIOR, O. B.; SANCHES, L.; LOBO, F. A.; BRANDÃO, A. A.; NOGUEIRA, J. S. Leaf area index of a tropical semi-deciduous forest of the Southern Amazon Basin. *International Journal of Biometeorology*, v. 55, n. 2, p. 109-118, 2011.
- PRICE, J. S.; BRANFIREUN, B. A.; WADDINGTON, J. M.; DEVITO, K. J. Advances in Canadian wetland hydrology, 1999–2003. *Hydrological Processes*, v. 19, n. 1, p. 201-214, 2005.
- RODRIGUES, T. R.; CURADO, L. F. A.; NOVAIS, J. W. Z.; OLIVEIRA, A. G.; DE PAULO, S. R.; BIUDES, M. S.; NOGUEIRA, J. S. Distribuição dos componentes do balanço de energia do Pantanal Mato-Grossense. *Revista de Ciências Agro-Ambientais*, v. 9, n. 2, p. 165-175, 2011.
- RODRIGUES, T. R.; DE PAULO, S. R.; NOVAIS, J. W. Z.; CURADO, L. F. A.; NOGUEIRA, J. S.; DE OLIVEIRA, R. G.; LOBO, F. A.; VOURLITIS, G. L. Temporal patterns of energy balance for a Brazilian tropical savanna under contrasting seasonal conditions. *International Journal of Atmospheric Sciences*, v. 2013, p. 1-9, 2013.
- RODRIGUES, T. R.; VOURLITIS, G. L.; LOBO, F. A.; DE OLIVEIRA, R. G.; NOGUEIRA, J. S. Seasonal variation in energy balance and canopy conductance for a tropical savanna ecosystem of south central Mato Grosso, Brazil. *Journal of Geophysical Research Biogeosciences*, v. 119, n. 1, p. 1-13, 2014.
- RODRIGUES, T. R.; VOURLITIS, G. L.; LOBO, F. A.; SANTANNA, F. B.; ARRUDA, P. H. Z.; NOGUEIRA, J. S. Modeling canopy conductance under contrasting seasonal conditions for a tropical savanna ecosystem of south central Mato Grosso, Brazil. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 218-219, p. 218-229, 2016.

SANCHES, L.; SULI, G. S.; PRIANTE FILHO, N.; VOURLITIS, G. L.; NOGUEIRA, J. S. Índice de área foliar em floresta de transição Amazônia Cerrado em diferentes métodos de estimativa. *Ciência e Natura*, v. 30, n. 1, p. 57-69, 2008.

SANCHES, L.; VOURLITIS, G. L.; ALVES, M. C.; PINTO JUNIOR, O. B.; NOGUEIRA, J. S. Seasonal patterns of evapotranspiration for a *Vochysia divergens* Forest in the Brazilian Pantanal. *Wetlands*, v. 31, n. 6, p. 1215-1225, 2011.

SENNA, M. C. A.; COSTA, M. H.; SHIMABUKURO, Y. E. Fraction of photosynthetically active radiation absorbed by Amazon tropical forest: a comparison of field measurements, modeling, and remote sensing. *Journal of Geophysical Research Biogeosciences*, v. 110, n. G1, p. 1-8, 2005.

SILVA, B. B.; LOPES, G. M.; AZEVEDO, P. V. Determinação do albedo de áreas irrigadas com base em imagens LANDSAT 5-TM. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 13, n. 2, p. 11-21, 2005.

SPEARMAN, C. The proof and measurement of association between two things. *American Journal Psychology*, v. 15, n. 1, p. 72-101, 1904.

SUMNER, D. M.; WU, Q.; PATHAK, C. S. Variability of albedo and utility of the MODIS albedo product in forested wetlands. *Wetlands*, v. 31, p. 229-237, 2011.

VAN LEEUWEN, W. J. D.; HUETE, A. R. Effects of standing litter on the biophysical interpretation of plant canopies with spectral indices. *Remote Sensing Environment*, v. 55, n. 2, p. 123-138, 1996.

VOURLITIS, G. L.; NOGUEIRA, J. S.; LOBO, F. A.; SENDALL, K. M.; DE PAULO, S. R.; DIAS, C. A. A.; PINTO JUNIOR, O. B.; ANDRADE, N. L. R. Energy balance and canopy conductance of a tropical semi-deciduous forest of the southern Amazon Basin. *Water Resources Research*, v. 44, n. 3, W03412, 2008.

VOURLITIS, G. L.; ROCHA, H. R. Flux dynamics in the Cerrado and Cerrado-forest transition of Brazil. In: HILL, M. J.; HANAN, N. P. (Eds.) *Ecosystem function in savannas: measurement and modeling at landscape to global scales*. Boca Raton: CRC Press, 2011. p. 97-116.

WANG, S.; CHEN, J.; CIHLAR, J. New calculation methods of diurnal distributions of solar radiation and its interception by canopy over complex terrain. *Ecological Modelling*, v. 155, n. 2-3, p. 191-204, 2002.

ZEILHOFER, P.; SCHESSL, M. Relationship between vegetation and environmental conditions in the northern Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Journal of Biogeography*, v. 27, n. 1, p. 159-168, 2000.

ZEILHOFER, P.; MOURA, R. M. Hydrological changes in the northern Pantanal caused by the Manso dam: impact analysis and suggestions for mitigation. *Ecological Engineering*, v. 35, n. 1, p. 105-117, 2009.

ZHENG, G.; MOSKAL, L. M. Retrieving leaf area index (LAI) using remote sensing: theories, methods and sensors. *Sensors*, v. 9, n. 4, p. 2719-2745, 2009.

# LEISHMANIOSE VISCERAL E ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS: RELATOS SOBRE A DOENÇA EM ÁREA PERIURBANA DA REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL (RN), BRASIL

LEISHMANIASIS VISCERAL AND ENVIRONMENTAL ASPECTS: REPORTS ABOUT THE DISEASE IN  
AREA PERI-URBAN OF THE METROPOLITAN REGION OF NATAL, RIO GRANDE DO NORTE, BRAZIL

## *Maria de Lima Alves*

Doutora pelo Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) – Natal (RN), Brasil.

## *Paulo Roberto Medeiros de Azevedo*

Professor do Departamento de Estatística do Centro de Ciências Exatas e da Terra (CCET) – Natal (RN), Brasil.

## *Maria de Fátima Freire de Melo Ximenes*

Professora do Departamento de Microbiologia e Parasitologia do Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente do Centro de Biociências (CB) – Natal (RN), Brasil.

### **Endereço para correspondência:**

Maria de Lima Alves – Secretaria de Estado da Saúde Pública do Rio Grande do Norte – Avenida Marechal Deodoro da Fonseca, 730, 6º Andar – Centro – 59025-600 – Natal (RN), Brasil – E-mail: malimalves11@gmail.com

## *RESUMO*

Aspectos socioeconômicos, ambientais e culturais que caracterizam as comunidades influenciam diretamente na saúde dos indivíduos. O objetivo do estudo consistiu em analisar o conhecimento dos indivíduos sobre os fatores associados aos riscos de transmissão da leishmaniose visceral na comunidade Guanduba, município de São Gonçalo do Amarante (RN). A metodologia envolveu a aplicação de 111 questionários, com famílias da comunidade, abordando aspectos socioeconômicos, epidemiológicos, sanitários e ambientais associados à transmissão da doença. Os resultados revelam que as características ambientais presentes na comunidade favorecem a transmissão da leishmaniose visceral (LV), em que 21% dos participantes não possuem educação formal e 97% não sabem como se prevenir da doença. Portanto, o conhecimento que os indivíduos da comunidade Guanduba possuem acerca da LV é insuficiente para sua prevenção. A necessidade de compreender como os sujeitos organizam suas vivências e saberes é imprescindível para o planejamento e a consolidação de ações de promoção da saúde humana e ambiental.

**Palavras-chave:** conhecimento da população; leishmaniose visceral; área periurbana; meio ambiente.

## *ABSTRACT*

Socioeconomic, environmental and cultural aspects that characterize communities directly influence the health of individuals. This study aimed to analyze the knowledge of individuals about the factors associated with the risks of transmission of visceral leishmaniasis in the Guanduba community, county of São Gonçalo do Amarante (RN). The methodology involved the application of 111 questionnaires to members of families in the community, considering socioeconomic, epidemiological, sanitary and environmental aspects associated with the transmission of the disease. The results reveal that the environmental characteristics present in the community favor the transmission of visceral leishmaniasis. Of the total participants, 21% do not have formal education and 97% do not know how to prevent the disease. Therefore, the knowledge that individuals of the Guanduba community have about visceral leishmaniasis is insufficient for its prevention. Understanding how the subjects organize their experiences and knowledge is essential for planning and consolidation of actions promotion human and environment health.

**Keywords:** knowledge of the population; visceral leishmaniasis; peri-urban area; environment.

## INTRODUÇÃO

As transformações econômicas, sociais e demográficas nas duas últimas décadas no Brasil repercutiram de forma significativa nas condições de vida e de saúde da população. Nesse cenário, o crescimento demográfico das cidades destaca-se como propulsor das problemáticas urbanas que envolvem questões cruciais nos mais variados campos da sociedade brasileira, como o da saúde pública.

Os riscos à saúde humana inerentes ao crescimento demográfico e à expansão urbana desordenada contribuem para deficiências de infraestrutura básica, destruição da vegetação e sua substituição por diferentes tipos de empreendimentos, transformando completamente a paisagem (LEAL *et al.*, 2008). Desse modo, as questões sanitárias e ambientais desfavoráveis verificadas nos espaços com alta vulnerabilidade social interferem nas condições de saúde dos indivíduos, estando diretamente relacionadas, contribuindo, assim, para o surgimento de doenças infecciosas e parasitárias, sendo a leishmaniose uma dessas doenças (WHO, 2010).

A leishmaniose apresenta diferentes formas clínicas (visceral e tegumentar), sendo notificadas em diferentes países (WHO, 2013). No Brasil, as leishmanioses são registradas em todas as Regiões. No Rio Grande do Norte, a distribuição da leishmaniose visceral (LV) e tegumentar ocorre nas diferentes regiões do Estado, de forma isolada ou em concomitância (XIMENES *et al.*, 2007). A LV é mais predominante na população carente (JERÔNIMO, 2004) e sua ocorrência endêmica está associada às baixas condições socioeconômicas da

população, podendo alcançar proporções ainda maiores pela adaptação dos insetos vetores da doença aos ambientes modificados (MARZOCHI *et al.*, 2009).

No que se refere à LV, diversos fatores estão envolvidos na sua transmissão. A doença é causada por um protozoário do gênero *Leishmania*. No Brasil, o principal vetor é o inseto flebotomíneo da espécie *Lutzomyia longipalpis*, sendo o cão doméstico o principal reservatório e o ser humano o hospedeiro final. Acomete órgãos internos, principalmente o fígado, o baço e a medula óssea, podendo durar meses ou até ultrapassar o período de um ano e ser fatal (PEARSON, 1995).

Essas particularidades tornam a doença sem controle e com avanço desordenado, atingindo 21 Estados das 5 Regiões brasileiras, sendo endêmica na Região Nordeste (BRASIL, 2013). No Rio Grande do Norte, três municípios em diferentes regiões de desenvolvimento — Metropolitana, Mossoroense e Vale do Açu — têm classificação intensa para a LV. O município de São Gonçalo do Amarante, *locus* deste estudo, está classificado como de transmissão moderada e integra a Região Metropolitana de Natal (SESAP, 2014).

Assim sendo, o objetivo do estudo consistiu em analisar o conhecimento dos indivíduos sobre os fatores associados aos riscos de transmissão da LV na comunidade de Guanduba, município de São Gonçalo do Amarante (RN). A perspectiva fundamental é contribuir com novos subsídios acerca das condições socioeconômicas, ambientais e sanitárias e dos fatores de risco favoráveis à transmissão da LV em ambiente periurbano.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na comunidade Guanduba (Figura 1), com latitude 5°48'11" sul e longitude 35°21'28" oeste, localiza-se em área periurbana a 5 km da sede do município de São Gonçalo do Amarante, que integra a Região Metropolitana de Natal, Rio Grande do Norte (IBGE, 2014).

O universo da pesquisa abrange 702 famílias de Guanduba e a amostra analisada corresponde a 111 famílias. A amostragem foi do tipo aleatória simples e a variável considerada foi a proporção de famílias cadastradas no Programa Saúde da Família (PSF) da referi-

da comunidade. O instrumento de coleta de dados foi um questionário composto por 20 perguntas semiestruturadas contendo respostas dicotômicas e espaço reservado para observações. Os questionários foram aplicados no mês de julho de 2014 a um indivíduo de cada família maior de 18 anos. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (licença CEP com nº 184.343/2012). A análise dos dados qualitativos e quantitativos foi realizada por meio do programa *Statistica 7.0*. Para verificação de possíveis associações entre as variáveis, foi utilizado o teste do  $\chi^2$  e adotado o nível de significância menor ou igual a 5% ( $p < 0,05$ ).

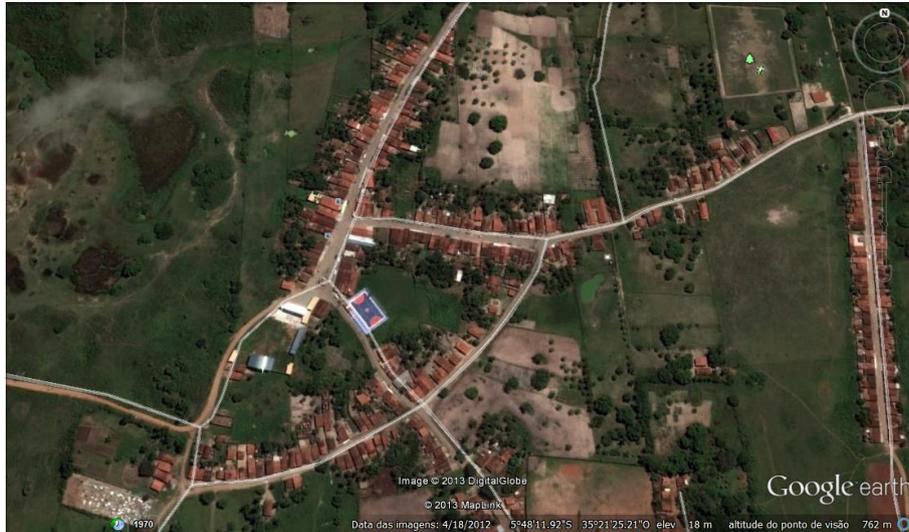


Figura 1 – Vista aérea da comunidade Guanduba, São Gonçalo do Amarante (RN).

## RESULTADOS

A pesquisa constatou que na comunidade Guanduba não há saneamento e 100% dos dejetos são destinados à fossa séptica. Já o abastecimento público de água canalizada chega a 91,82% das residências e a água proveniente de poços ou cacimbas perfaz 8,18%. Possui uma cobertura em atenção à saúde para mais de 90% das famílias residentes, com 758 famílias cadastradas no PSF no ano de 2013, compreendendo uma população de 2.701 pessoas; desse total, são 1.367 homens e 1.334 mulheres (SÃO GONÇALO DO AMARANTE, 2014).

Os resultados evidenciam que dos 111 participantes da pesquisa, 33% pertencem ao gênero masculino, e 67%, ao gênero feminino. Observou-se uma associação significativa entre a escolaridade e a idade ( $p=0,0000$ ), ou seja, indivíduos do gênero feminino na faixa etária de 25 a 59 anos possuem escolaridade mais elevada e, entre a escolaridade e o gênero ( $0,0293$ ), as mulheres possuem nível de escolaridade mais elevado do que os homens. Os participantes distribuíram-se em diferentes graus de escolaridade: sem escolaridade (21%), ensino fundamental (47%), ensino médio (31%) e ensino superior (1%), conforme Figura 2.

No tocante à ocupação dos participantes, as principais categorias laborais citadas foram: dona de casa (38%), aposentado (20%), comerciante (8%), agricultor (8%), doméstico (4%), outras (24%). Quanto aos

conhecimentos sobre a leishmaniose/calazar, 73% dos sujeitos confirmaram possuir conhecimento sobre a doença. Nesse passo, sobre as formas de transmissão da leishmaniose, 34% dos participantes compreendiam como ocorre a transmissão da doença e 66% responderam que não tinham conhecimento sobre esse assunto. Não se observou associação significativa entre escolaridade e conhecimento sobre a prevenção da leishmaniose ( $p=0,7234$ ).

Quanto ao conhecimento sobre quem é o vetor da leishmaniose, 52% dos sujeitos não conheciam o inseto e 48% responderam afirmativamente. Observou-se associação significativa entre o conhecimento a respeito da LV e sobre quem é o seu transmissor ( $p=0,0023$ ). Sobre a existência de casos de leishmaniose na família ou na comunidade, verificou-se que 10% dos entrevistados confirmaram casos na família, ao passo que 90% negaram tal ocorrência em ambiente familiar. Já o risco de contrair a leishmaniose foi confirmado por 83% dos participantes. No Rio Grande do Norte, o adoecimento por este agravo é elevado. Considerando o período de 2004 a 2014, verifica-se que foram confirmados 916 casos de LV no Estado (Figura 3).

No que se refere às formas de prevenção da leishmaniose, 3% dos indivíduos afirmaram saber como se prevenir e 97% relataram não possuir conhecimentos a esse respeito (Figura 4). Não se observou as-

sociação significativa entre o conhecimento sobre a prevenção da leishmaniose e a escolaridade dos participantes ( $p=0,7234$ ).

No que diz respeito à presença de animais domésticos nesses domicílios, 74% afirmaram ter a posse desses animais, mencionando diferentes espécies domésticas

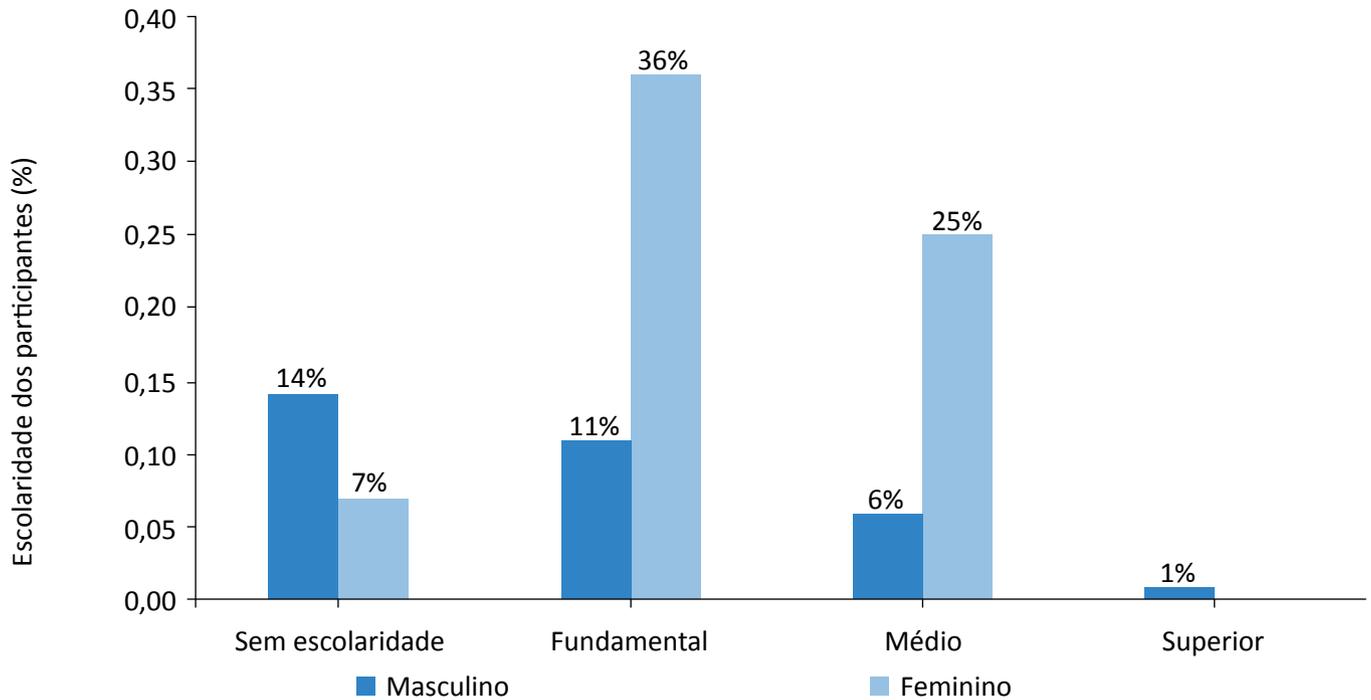


Figura 2 – Escolaridade dos participantes da pesquisa em Guanduba, São Gonçalo do Amarante (RN), 2014.

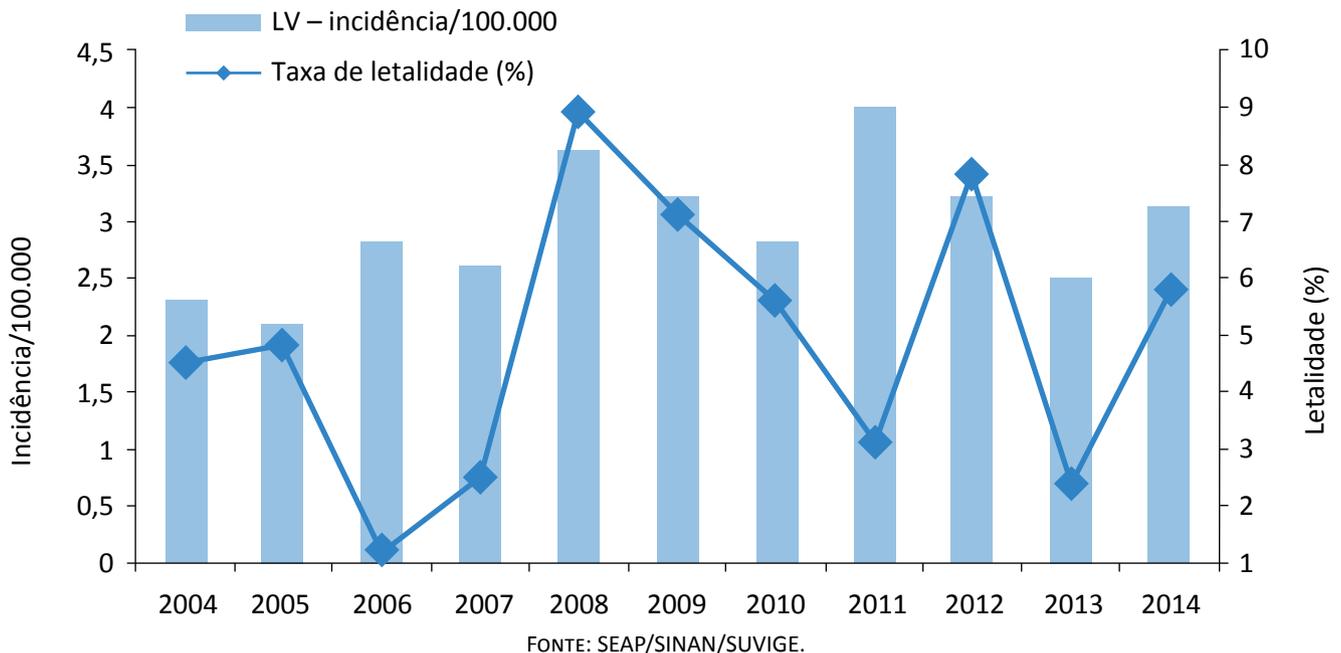


Figura 3 – Letalidade e incidência de casos de leishmaniose visceral no Rio Grande do Norte (RN), 2004–2014.

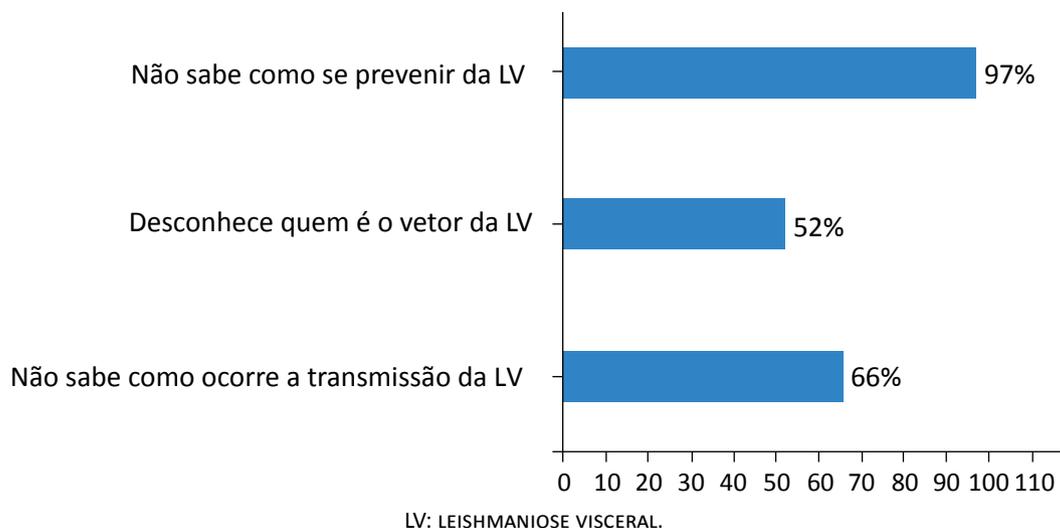


Figura 4 – Respostas dos entrevistados sobre leishmaniose visceral em Guanduba, São Gonçalo do Amarante (RN), 2014.

comumente presentes em suas residências, prevalecendo os cães. Ao responderem sobre a questão da posse de cão que já tinha adquirido o calazar, 11% declararam que sim e 89% assinalaram negativamente. No entanto, o conhecimento sobre cães doentes na comunidade apresentando sintomas do calazar foi confirmado por 55% dos entrevistados, que descreveram os sinais e sintomas, em contraposição a 45%, que assinalaram desconhecimento de casos desse tipo.

A presença de animais da mata próximos ou dentro da residência foi descartada por 20% e confirmada por 80% das famílias, que mencionaram diferentes espécies de animais, como cobra, preá, escorpião, sapo, caranguejeira, etc., e um dos entrevistados afirmou que criava preá (*Galea spixii*) no quintal da sua casa. Nessa comunidade, 80% das residências situam-se próximas da mata, entre 10 e 100 m de distância, e a prática de desmatamento foi confirmada por 35% dos sujeitos, em contraposição a 65% que desconhecem essa prática na comunidade. Observou-se associação significativa entre a presença de animais silvestres dentro de casa ou nas proximidades e a residência próxima da mata ( $p=0,0000$ ).

No que se refere às questões sanitárias e ambientais na comunidade, verificou-se que 80% das residências têm água parada ou fluente na frente e/ou no quintal. Não se observou associação significativa entre o conhecimento sobre a prevenção da LV e a água escor-

rendo nas proximidades das residências ( $p=0,1230$ ). O acúmulo de lixo próximo às residências ou em terrenos baldios foi confirmado por 64% dos participantes. Não se observou associação significativa entre o conhecimento sobre a prevenção da LV e o acúmulo de lixo nas proximidades das residências ( $p=0,9854$ ).

A destinação de restos de comida no quintal para alimentar animais domésticos, ocorre em 55% das residências dessas famílias e 45% responderam que não reproduzem tal hábito. Não se observou associação significativa entre a prevenção da LV e a destinação de restos de comida nas proximidades da casa ( $0,9268$ ). Destaca-se a quantidade de espécies frutíferas (82%) na frente e/ou nos quintais das casas. A maioria das residências tem mais de três espécies de frutíferas em sua área de abrangência; as mais citadas foram mangueira (*Mangifera indica*), 30%, coqueiro (*Cocos nucifera*), 23%, acroleira (*Malpighia puniceifolia* L.), 20%, bananeira (*Musa spp.*), 17%, outras frutíferas, 10%.

A totalidade (100%) dos entrevistados confirmaram o acompanhamento da família pelo agente comunitário de saúde, e que a Unidade Básica de Saúde (UBS) oferta serviços em nível de atenção básica à população local. Quanto à participação dos entrevistados em palestras ou atividades similares que abordasse o tema da leishmaniose, 5% assinalaram participação em alguma atividade educativa sobre o assunto. Não se observou associação estatisticamente significativa entre o conhe-

cimento que os indivíduos possuem sobre Leishmaniose visceral e a participação em palestras e eventos similares sobre esse tema (0,71731). Os resultados dos testes de associações entre alguns pares de variáveis do estudo são mostrados na Tabela 1.

Para a realização do teste de associação foi necessário adequar a faixa etária entre  $\leq 39$  e  $>39$  anos e o nível de escolaridade para ensino fundamental e ensino médio. Os percentuais foram obtidos com relação ao total de pesquisados (n=111).

**Tabela 1 – Resultados de testes de associação entre alguns pares de variáveis do estudo em Guanduba, São Gonçalo do Amarante (RN), 2014.**

Variável 1	Variável 2		Valor p
Idade	Escolaridade		0,0000
	Fundamental	Nível médio	
	$\leq 39$	$>39$	
	18 (16,2%)	36 (32,4%)	
	47 (42,3%)	10 (9%)	
Gênero	Escolaridade		0,0293
	Fundamental	Nível médio	
	Fem.	Masc.	
	38 (34,2%)	36 (32,4%)	
	27 (24,3%)	10 (9,0%)	
Como se prevenir da LV	Escolaridade		0,7234
	Fundamental	Nível médio	
	Não	Sim	
	63 (56,8%)	44 (39,6%)	
	2 (1,8%)	2 (1,8%)	
Conhecimento sobre LV	Quem é o transmissor da LV		0,0023
	Sim	Não	
	Sim	Não	
	48 (43,2%)	33 (29,7%)	
	8 (7,2%)	22 (19,8%)	
Mata próximo à residência	Animais silvestres nas proximidades da casa		0,0000
	Sim	Não	
	Sim	Não	
	85 (76,6%)	7 (6,3%)	
	3 (2,7%)	16 (14,4%)	
Sabe como se prevenir da LV	Lixo acumulado nas proximidades da casa		0,9854
	Sim	Não	
	Sim	Não	
	54 (48,6%)	53 (47,7%)	
	2 (1,8%)	2 (1,8%)	

CONTINUA...

Tabela 1 – Continuação.

Variável 1	Variável 2		Valor p
Sabe como se prevenir da LV	Restos de comida nas proximidades da casa		0,9268
	Sim	Não	
	Não	56 (50,5%)	
Sim	2 (1,8%)	2 (1,8%)	
Sabe como se prevenir da LV	Água escorrendo nas proximidades da casa		0,1230
	Sim	Não	
	Não	87 (78,4%)	
Sim	2 (1,8%)	2 (1,8%)	
Conhecimento sobre LV	Participação em palestras ou similares		0,7173
	Não	Sim	
	Sim	77 (69,4%)	
Não	29 (26,1%)	1 (0,9%)	

LV: LEISHMANIOSE VISCERAL.

## DISCUSSÃO

Na comunidade Guanduba (Figura 1), as precárias condições socioeconômicas, sanitárias e ambientais são notórias. A falta de saneamento básico se constitui em um dos maiores problemas estruturais da comunidade, refletindo a precariedade das condições socioeconômicas e ambientais em que vive essa população. Outra característica que chama a atenção é o elevado número de animais domésticos, principalmente cães, contribuindo para maior probabilidade de aquisição de doenças zoonóticas pelos indivíduos.

Foram presenciadas situações corriqueiras como a de crianças brincando em frente a suas casas, inclusive com os animais domésticos, entre lixo e esgotos, ignorando os riscos aos quais estão submetidas. As condições sanitárias precárias e desfavoráveis à saúde humana, presentes no cotidiano dessas famílias em situação adversa, estão naturalizadas em função da estabilidade dessa situação insalubre ao longo de suas vidas, permanecendo negligenciadas pelo poder público mesmo em detrimento de políticas de incentivos ao saneamento básico para os municípios brasileiros por parte da esfera federal. Estudos realizados Rio Grande do Norte, mostram que fatores ambientais e sociais

são importantes variáveis associadas à infecção por *L. infantum* em humanos e caninos (LIMA et al., 2012).

As condições de vida dos indivíduos geram diferenças não apenas sociais e ambientais, mas, principalmente, na condição humana do processo saúde-doença e no acesso aos serviços de saúde. A estratificação econômico-social e ambiental dos indivíduos e grupos repercute nos diferenciais de saúde (CNDSS, 2008). No contexto de comunidades em situação de vulnerabilidade social e pobreza, o acesso à assistência à saúde se dá não como um direito de cidadania, como preconiza o Sistema Único de Saúde (SUS). De acordo com Silva Filho & Fortes (2013), a vulnerabilidade dos indivíduos diante do infortúnio da doença, agravada pelas baixas condições socioeconômicas e ambientais, é determinante para a naturalização de trocas de favores assimétricas entre profissionais do setor saúde, usuários do SUS e atores políticos, caracterizando práticas clientelísticas no setor público da saúde. Ocorre principalmente quando os indivíduos necessitam de suporte de média e alta complexidade no SUS para o tratamento de doenças, como é o caso da leishmaniose. A resolutividade para o agravo se depara com diferentes proble-

mas e, sobretudo, com a necessidade de qualificação dos profissionais para realizar o diagnóstico precoce e tratamento para as doenças de notificação compulsória. Mas é imprescindível que a população tenha conhecimentos acerca da estrutura e do funcionamento dos serviços do SUS, para que possa reivindicar o atendimento para a detecção oportuna do agravo.

Neste estudo, observações e conversas complementam o quadro de informações coletadas e muitos aspectos evidenciaram como os membros da comunidade, no seu cotidiano, convivem com os fatores associados à LV e, sobretudo, o que sabem, pensam e reproduzem sobre a leishmaniose. Como refletido na fala de um dos entrevistados sobre os sinais clínicos da doença no cão:

[...] eu crio um cachorro... e faz dias que o coitado está doente: magro, pelo caindo, feridas no focinho... acho que é calazar [...] ele pegou essa doença desses cachorros da rua [...]

Esse relato demonstra o reconhecimento, pelos indivíduos, de cães doentes apresentando sinais da LV canina, apesar de não saberem identificar como ocorre a transmissão da doença. No Rio Grande do Norte, os sintomas da LV canina foram estudados e destacados como sintomas preditivos de LV canina a presença de úlceras, unhas grandes, perda de peso e alopecia (QUEIROZ, 2012).

Nessa comunidade, a guarda dos cães por essas famílias ainda é feita de forma elementar, não observando cuidados de higiene, alimentação e prevenção de doenças. Em situação de doença do animal, não comunicam o fato para os serviços públicos, para que possam realizar testes sorológicos para verificação da positividade canina e recolhimento do animal com calazar para a eutanásia. Foram constatados, ainda, hábitos inadequados de manutenção, soltura ou abandono de cães doentes na comunidade, constituindo-se como um grave problema de saúde pública.

A permanência de pessoas nas residências, sobretudo donas de casa, possibilita melhor acompanhamento do animal por intermédio de cuidados e práticas de higiene apropriados para os cães. Nesta comunidade, a ocupação que obteve maior percentual foi a de dona de casa, com predomínio do gênero feminino em relação ao masculino, principalmente na faixa etária de 25 a 59 anos, ocupando a terceira posição dentre as ocupações mais atingidas pela LV, ficando atrás de estudantes

e aposentados, que ocupam, respectivamente, o primeiro e o segundo lugar das ocupações (SESAP, 2014). Em relação a esse perfil, observou-se associação significativa entre gênero e escolaridade dos participantes, com predominância do gênero feminino, havendo uma diferença sutil entre as que se incluem no ensino fundamental (34,2%) e aquelas que se incluem no ensino médio (32,4%) (Tabela 1).

O baixo nível de escolaridade dos participantes pode ter repercutido na qualidade das respostas obtidas. Uma parcela dos entrevistados foi composta por analfabetos (21%), ficando incluídos no ensino fundamental. Em relação ao nível educacional, observou-se associação estatisticamente significativa entre a escolaridade e a idade, em que os maiores de 39 estavam incluídos no nível fundamental (42,3%), categoria na qual foram incluídos os idosos autodeclarados analfabetos. Borges *et al.* (2008), com dados menos alarmantes, também verificaram o baixo índice de instrução dos entrevistados, já que 68,3% podiam ser incluídos no grupo daqueles que não chegaram a terminar o ensino médio. A constatação do baixo nível educacional (58,5%) dos participantes no nível fundamental pode implicar na situação de saúde dos indivíduos da comunidade, já que a escolaridade contribui para a percepção dos riscos à saúde e da noção de cidadania (Tabela 1).

Embora tenham demonstrado conhecimento sobre a existência da leishmaniose, constatou-se elevado percentual de desconhecimento sobre os mecanismos de prevenção da doença (97%). No entanto, a escolaridade dos indivíduos não obteve associação significativa em relação à prevenção da LV, em que tanto indivíduos incluídos no ensino fundamental (56,8%) quanto no ensino médio (39,6%) responderam não saber como se prevenir da LV (Tabela 1). Esses resultados demonstram que essa temática possivelmente não seja trabalhada pelos professores em sua prática educativa tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio. Ademais, evidenciam a ineficácia, por parte Equipe de Saúde da Família, dos mecanismos de educação em saúde nessa comunidade.

Nesse sentido, a aquisição de informações acerca dos sinais e sintomas da leishmaniose no ser humano e no cão e das formas de transmissão da doença é imprescindível, já que esses dados são indispensáveis à adoção de medidas preventivas, pelos indivíduos na comu-

nidade, no que se refere à doença e ao saneamento ambiental, contribuindo para o controle da LV. Desse modo, os entrevistados que afirmaram compreender como se transmite a doença não conseguiram descrever de forma clara os diferentes elos da cadeia de transmissão: o vetor (inseto), o reservatório (cão) e o hospedeiro final (ser humano). Isso ficou evidente em um discurso de um dos entrevistados:

[...] a gente pega essa doença dos cachorros doentes, sentando perto deles ou nos locais onde eles vivem. Os cachorros também pegam o calazar de outro cachorro doente [...].

No discurso acima fica evidente o conhecimento confuso sobre a transmissão da leishmaniose tanto no cão quanto no ser humano, colocando o cão como principal agente transmissor da doença, não citando o inseto vetor nesse ciclo da doença. Em estudo sobre leishmaniose cutâneo-mucosa, Netto *et al.* (1985) observaram que a população detinha um entendimento razoável sobre alguns aspectos epidemiológicos e o tratamento da leishmaniose, mas demonstrava pouco conhecimento sobre a etiologia e a prevenção da doença. Já os estudos de Alemu *et al.* (2013) sobre LV mostraram que as pessoas estão bem informadas sobre a doença, mas o conhecimento sobre a transmissão, os sinais e sintomas e a origem infecciosa da doença não ficou evidente.

Na Amazônia Legal, a incidência da LV pode estar associada com pouco ou nenhum conhecimento da população sobre a prevenção da doença (OLIVEIRA *et al.*, 2013), o que foi corroborado por Margonari *et al.* (2012) demonstrando que o conhecimento público sobre a LV em Divinópolis é escasso e fragmentado. Gama *et al.* (1998) verificaram que as populações residentes em áreas endêmicas de LV no Maranhão apresentavam baixo nível de conhecimento, principalmente em relação à prevenção e à terapêutica da doença. Diferente do que Boraschi *et al.* (2008) observaram em Três Lagoas (MG), onde a população demonstrou ter conhecimento sobre a doença, a transmissão e o que é necessário para a prevenção.

Ainda que os participantes deste estudo tenham referido conhecimento sob a forma de transmissão da LV, 69% não citaram os nomes populares do inseto transmissor da leishmaniose já relatados na literatura. Outros 28% citaram insetos responsáveis por outras doen-

ças, como muriçoca, *Aedes aegypti*, mosquito, maruim, como transmissores desta doença. Em contrapartida, 3% citaram o mosquito do calazar como sendo o transmissor da leishmaniose.

O desconhecimento sobre a transmissão, os riscos e a prevenção da LV é preocupante, já que o Rio Grande do Norte é endêmico para esse agravo. No período de 2004 a 2014, a incidência de registros de casos LV no Estado potiguar (Figura 3) foi maior entre 2008 e 2011, sendo que em 2008 a letalidade alcançou a maior taxa. No período analisado, os municípios com maiores taxas de incidência de casos humanos de LV são Natal, Mossoró e Açu, classificados como de transmissão intensa e prioritários para os serviços de vigilância ambiental e epidemiológica.

No município de São Gonçalo do Amarante, foram registrados 31 casos da doença distribuídos no referido período. No entanto, a classificação epidemiológica para área de transmissão da LV nesse município mudou de esporádica para moderada no último triênio (2012 a 2014), em decorrência do registro de oito casos humanos de LV; dentre estes, houve a confirmação de dois óbitos (SESAP, 2014) em indivíduos oriundos de localidades periurbanas com ocorrência de desmatamento de grandes áreas de mata nativa, tanto para a construção de centenas de unidades habitacionais, quanto para a construção de um aeroporto nesse município.

Na comunidade Guanduba não se registra casos humanos de LV há cinco anos (SESAP, 2014). Essa constatação, possivelmente, justifique o alto percentual (90%) de desconhecimento de casos de LV na comunidade pelos moradores, já que apenas 10% dos entrevistados afirmaram ter conhecimento sobre tal enfermidade, sendo que um deles admitiu ter história pregressa da doença na família. Embora essa comunidade tenha sido classificada como área silenciosa para transmissão da LV pelos serviços de vigilância e controle, a constatação de cães doentes apresentando sintomas da doença, as condições socioambientais desfavoráveis e o desmatamento da mata nativa são fatores que sugerem o risco eminente de ocorrência de casos humanos. As implicações referentes à notificação de casos humanos de LV foram apenas uma questão de tempo, já que no segundo bimestre de 2015 se confirmou um caso de LV em um comunitário de Guanduba, fechando, assim, o ciclo da doença.

Ximenes *et al.* (2007) assinalaram a existência de associações entre as espécies vetoras e da distribuição da doença com características demográficas, fisiológicas, crescimento desordenado, condições de vida e degradação ambiental em área de notificação de casos de LV da região metropolitana de Natal. Guanduba se insere no contexto dessa região metropolitana, possuindo características rurais e urbanas, o que a evidencia como área periurbana (VALE, 2005). Nessa comunidade ainda se verificam práticas como a criação de animais domésticos (suínos, caprinos, ovinos, bovinos), elucidando a destinação de resíduos orgânicos nos quintais dessas residências para alimentação desses animais. Nesses ambientes, as condições precárias de moradia, ausência e/ou deficiência na coleta de lixo e presença de animais domésticos no peridomicílio favorecem a manutenção do ciclo de insetos vetores (flebotômíneos) da leishmaniose (LIMA *et al.*, 2012; QUEIROZ *et al.*, 2009; XIMENES *et al.*, 2007).

O cultivo de frutíferas nas proximidades dessas residências, com forte presença de mangueiras, contribui para o sombreamento do solo e o aumento da quantidade de matéria orgânica (frutas e folhas caídas), criando ambiente propício à manutenção do ciclo biológico dos flebotômíneos. Ademais, constatou-se a convivência comum de crianças e cães nesses ambientes, representando um risco ainda maior, já que esses animais são potenciais reservatórios de *Leishmania* em áreas urbanizadas ou fonte de alimentação para o inseto vetor, como demonstrado por Rebêlo *et al.* (2000), na Amazônia Maranhense, e Ximenes *et al.* (2007), no Rio Grande do Norte, em áreas endêmicas de leishmaniose.

Para essa comunidade periurbana, o risco de adquirir a LV assemelha-se ao de se adquirir outro tipo de doença. Mesmo sem compreenderem os mecanismos de transmissão da doença, ao serem questionados sobre os riscos de adquirir a LV, responderam questionando: “quem não tem medo?” ou comentando: “sim, como qualquer doença”. Já os participantes que confirmaram a criação de caninos, negaram sintomas da doença no seu animal. Contudo, confirmaram a presença de cães doentes na comunidade, mas desconheciam os encaminhamentos a serem dados ao cão doente, conforme relato:

[...] o que devo fazer quando aparecer um cachorro doente? Se um dos meus cachorros pegar a doença vai passar para o resto? O que eu faço?

Assim, a constatação de cães apresentando sintomas característicos da leishmaniose canina, indica tanto a presença do protozoário quanto a do inseto vetor neste território. Esta verificação aponta a ausência dos serviços de vigilância em saúde deste município em relação a busca ativa de cães positivos em Guanduba. Os inquéritos caninos, realizados no Município de São Gonçalo do Amarante no último triênio (2012, 2013 e 2014), apesar da baixa cobertura em relação a população canina, demonstraram positividade crescente de 4,3, 6,4 e 16%, respectivamente (SESAP, 2014). Contudo, esses resultados não representam a real situação epidemiológica deste município. Já que os órgãos responsáveis pelas ações de vigilância não realizam inquéritos sorológicos em cães, refletindo no baixo percentual de infecção na população canina desta comunidade, mesmo fazendo uso do teste rápido para detecção de cães positivos.

De acordo com o Ministério da Saúde, o cão (*Canis familiaris*) é a principal fonte de infecção em áreas urbanas e periurbanas (BRASIL, 2014). A infecção em cães tem sido mais prevalente e antecede os casos humanos, confirmando a importância dos cães na epidemiologia da LV humana servindo de reservatório para o parasita e fonte alimentar para o vetor, contribuindo para a manutenção de focos endêmicos e a dispersão da infecção para áreas sem registros de casos (MARGONARI *et al.*, 2006; REIS *et al.*, 2006).

Estudo realizado em Teresina-PI, sobre a LV humana e canina, demonstrou que a infecção canina foi preditora de maior infecção humana (WERNECK *et al.*, 2002). No Rio grande do Norte, a prevalência de infecção por *Leishmania* em cães é elevada, contribuindo para a manutenção da endemia e para a disseminação e urbanização da infecção humana e canina no Estado (QUEIROZ, 2012).

Em contrapartida, há uma correlação direta entre o acréscimo do número de cães vacinados e o decréscimo na incidência de LV canina e humana (PALATNIK-DE-SOUZA *et al.*, 2009). Essa constatação demonstra a necessidade de ampliação das ações públicas no Brasil no que se refere ao reservatório, por meio da inclusão de vacinas para o controle parasitário nos cães, contribuindo para a redução do risco de transmissão da leishmaniose para humanos.

A localização de 80% dos domicílios visitados próximos da mata (entre 10 e 100 m) propicia a aparição de animais silvestres, de flebotomíneos vetores e de insetos que invadem o peridomicílio e/ou o domicílio em busca de alimento ou abrigo, podendo causar diferentes problemas aos moradores. Esse fato corriqueiro nas residências foi confirmado pelos entrevistados, que consideraram normal a grande quantidade de mosquitos e outros insetos nesse ambiente, sendo que os “bichos” mais citados foram: cobra, preá, escorpião e caranguejeira. O estudo realizado por Werneck *et al.* (2007) em Teresina (PI) mostra que a maior incidência de LV foi encontrada em áreas com vegetação abundante, sugerindo uma relação entre a ocupação da área e sua cobertura vegetal. Em contrapartida, Araújo *et al.* (2013) constataram que a vegetação não se mostrou associada com o risco relativo de LV em Belo Horizonte (MG).

Nesse território, constataram-se áreas com cobertura vegetal abundante. Todavia, a derrubada da mata foi percebida tão somente por 35% dos entrevistados. Essa situação revela-se preocupante, visto que nessa comunidade são observadas áreas de matas devastadas para a construção de estradas de acesso ao aeroporto construído nesse município e para a manutenção da indústria ceramista, que é uma atividade econômica presente nessa comunidade. O desmatamento acentuado e as condições sanitárias e ambientais precárias favorecem a multiplicação do vetor e uma maior proximidade entre humanos e cães, fazendo destes um reservatório ativo para a transmissão do parasita (OLIVEIRA *et al.*, 2013). No Rio Grande do Norte, Ximenes *et al.* (1999, 2007) verificaram que a destruição ou o desequilíbrio dos sítios naturais de reprodução das espécies vetoras da leishmaniose contribuem para a criação de habitats peridomiciliares para o vetor e predisõem à instalação de novos focos da doença.

Outro fator inquietante é a precariedade nas demandas referentes ao saneamento básico. A coleta de resíduos sólidos é realizada uma vez durante a semana, não garantindo a periodicidade esperada e necessária ao atendimento das necessidades da comunidade, causando insatisfação e criando condições propícias para o desenvolvimento de vetores de doenças. A situação é ainda pior em relação à destinação dos dejetos das residências, em que a maioria destes é canalizada para fossas sépticas construídas nos quintais das casas. A ausência do serviço público de coleta de esgotos

explica a grande quantidade de água, proveniente das pias e banheiros, escorrendo nos quintais e na frente das casas, causando infortúnios pela sujeira e odores.

Mas, em relação ao acompanhamento da família pelo agente comunitário de saúde, as respostas foram unânimes, incluindo-se o reconhecimento de uma instituição de saúde (UBS) para atendimento aos problemas de saúde das famílias locais. Por outro lado, os entrevistados afirmaram criticamente vivenciar dificuldades com consultas e exames de alta complexidade e ausência de serviços de urgência e emergência nesse município, necessitando se deslocar de “qualquer forma” para Natal. Os serviços de saúde possuem a capacidade de diminuir a exposição aos fatores de risco para a saúde de indivíduos e grupos. Contudo, o acesso equitativo aos serviços de saúde é imprescindível para diminuir os diferenciais de saúde de indivíduos referentes a esses aspectos (CNDSS, 2008).

O atendimento da equipe da Estratégia Saúde da Família (ESF) dessa comunidade ocorre na UBS, com cobertura de mais de 90% das famílias cadastradas no PSF de Guanduba em 2014. Observou-se que as ações de educação em saúde, cerne do PSF, não são prioritárias, como ressaltadas no depoimento de um profissional de saúde:

O trabalho burocrático aumentou [...] toda semana temos que entregar um relatório estatístico, que antes era mensal [...] não restando muito tempo para as atividades de educação em saúde na comunidade como deveria acontecer [...].

A constatação desse *déficit* das ações de educação em saúde foi evidenciada nos discursos dos entrevistados, sobretudo no que se refere à participação em atividades educativas sobre leishmaniose. Apenas 5% confirmaram ter participado de uma atividade sobre a leishmaniose em uma instituição de ensino, não havendo nenhum registro de eventos dessa ordem na UBS dessa comunidade. O agravante é que a maioria (95%) confirmou que em nenhuma ocasião participou de evento com essa finalidade, evidenciando a necessidade de realização de atividades continuadas de educação em saúde ambiental e leishmanioses na comunidade mediante o trabalho da Equipe de Saúde da Família. No entanto, faz-se necessária a capacitação dos profissionais integrantes da ESF em educação sanitária e ambiental, a fim de sensibilizá-los sobre a situação da leishmaniose e das questões sanitárias, epidemiológicas e ambientais que oferecem riscos à saúde da população.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento que a população de Guanduba possui em relação à LV é frágil, não contribuindo para a formação de hábitos e práticas sanitárias e sociais saudáveis na comunidade no controle do risco de adoecimento. O estudo aponta a necessidade de implantação de ações educativas em saúde adaptadas à realidade da comunidade, a fim de que contribuam para as medidas de controle da doença (manejo ambiental, controle vetorial, controle do reservatório) como forma de prevenção dos riscos sanitários e ambientais presentes na comunidade que são favoráveis a leishmaniose.

Ademais, a participação dos indivíduos e suas famílias em ações educativas em saúde ambiental e leishmanioses é imprescindível. Contudo, a ESF deverá assumir o protagonismo na execução dessas atividades de educação em saúde, mantendo um diálogo permanente na comunidade. O planejamento e a execução dessas ações devem se pautar na realidade local e nas práticas sociais da comunidade em consonância com as diretrizes do SUS e dos

conhecimentos produzidos na academia acerca do manejo ambiental, da prevenção, do tratamento e da cura da leishmaniose.

Portanto, o conhecimento que os indivíduos residentes em uma área periurbana da Região Metropolitana de Natal possuem acerca da LV é insipiente para sua prevenção, considerando a existência de diversos fatores presentes no processo de transmissão da doença, o que a qualifica como de alta complexidade em relação às estratégias de controle. Contudo, a necessidade de compreender como os sujeitos vivenciam seu ambiente e organizam suas experiências e conhecimentos, desde os mais elementares, acerca das implicações das alterações ambientais e dos diferentes fatores que favorecem a transmissão da leishmaniose, é indispensável para o planejamento e a consolidação de ações intersetoriais de promoção da saúde e do meio ambiente pela gestão pública mediante parcerias com instituições de pesquisa e com setores responsáveis pelo controle da LV.

## REFERÊNCIAS

- ALEMU, A.; ALEMU, A.; ESMAEL, N.; DESSIE, Y.; HAMDU, K.; MATHEWOS, B.; BIRHAN, W. Knowledge, attitude and practices related to visceral leishmaniasis among residents in Addis Zemen town, South Gondar, Northwest Ethiopia. *BMC Public Health*, v. 13, n. 1, p. 382, 2013.
- ARAÚJO, V.E.M.; PINHEIRO, L.C.; ALMEIDA, M.C.M.; MENEZES, F.C.; MORAIS, M.H.F.; REIS, I.A.; ASSUNÇÃO, R.M.; CARNEIRO, M. Relative risk of visceral leishmaniasis in Brazil: a spatial analysis in urban area. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, v. 7, n. 11, p. e2540, 2013.
- BASANO, S.A. & CAMARGO, L.M.A. Leishmaniose tegumentar americana: histórico, epidemiologia e perspectivas de controle. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 7, n. 3, p. 328-337, 2004.
- BORASCHI, C.S.S.; PERRI, S.H.V.; NUNES, C.M. Leishmaniose visceral: o que a população de Três Lagoas, MS, Brasil, sabe sobre esta enfermidade? *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.15, n.3, p.478-485, 2008.
- BORGES, B.K.A.; SILVA, J.A.; HADDAD, J.P.; MOREIRA, E.C.; MAGALHÃES, D.F.; RIBEIRO, L.M.; FIÚZA, V. O. Assessment of knowledge and preventive attitudes concerning visceral leishmaniasis in Belo Horizonte, Minas Gerais State, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, v.24, n.4, p. 777, 2008.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Manual de vigilância e controle da leishmaniose visceral. 1ª ed. 5ª reimpr. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 120p.: Il.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Leishmaniose Visceral: Casos confirmados notificados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação—Sinan Net. 2013. Disponível em: <[http: dtr2004.saude.gov.br/ sinanweb/](http://dtr2004.saude.gov.br/sinanweb/)>. Acesso em: 23 mar. 2014.

CNDSS – COMISSÃO NACIONAL SOBRE DETERMINANTES SOCIAIS DA SAÚDE. As Causas Sociais das Iniquidades em Saúde no Brasil - Relatório Final. 2008. Disponível em: <<http://www.cndss.fiocruz.br/pdf/home/relatorio.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2014.

GAMA, M.E.A.; BARBOSA, J.S.; PIRES, B.; CUNHA, A.K.B.; FREITAS, A.R.; RIBEIRO, I.R.; COSTA, J.M.L. Avaliação do nível de conhecimento que populações residentes em áreas endêmicas têm sobre leishmaniose visceral, Estado do Maranhão, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 14, n. 2, p. 381-390, 1998.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Brasileiro*. 2014. Estimativa da população residente no Brasil. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas\\_de\\_Populacao/Estimativas\\_2014/estimativa\\_dou\\_2014.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2014/estimativa_dou_2014.pdf)>. Acesso em: 18 set. 2014.

IDEMA – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE. Secretaria de Estado de Planejamento e das Finanças do Rio Grande do Norte. Perfil do Estado do Rio Grande do Norte. Natal: IDEMA, 2008.

JERONIMO, S.M.; DUGGAL, P.; BRAZ, R.F.; CHENG, C.; MONTEIRO, G.R.; NASCIMENTO, E.T.; MARTINS, D.R.; KARPLUS, T.M.; XIMENES, M.F.; OLIVEIRA, C.C.; PINHEIRO, V.G.; PEREIRA, W.; PERALTA, J.M.; SOUSA, J.; MEDEIROS, I.M.; PEARSONI, R.D.; BURNS, T.L.; PUGH, E.W.; WILSON, M.E. An emerging peri-urban pattern of infection with *Leishmania chagasi*, the protozoan causing visceral leishmaniasis, in northeast Brazil. *Scandinavian Journal of Infectious Diseases* v. 36, p. 443-449, 2004.

LEAL, G.C.S.G.; FARIAS, M.S.S.; ARAUJO, A.F. O Processo de Industrialização e seus Impactos no Meio Ambiente Urbano. *QUALIT@S Revista Eletrônica*, v.7, n.1, 2008.

LIMA, I.D. QUEIROZ, J.W., LACERDA, H.G.; QUEIROZ, P.V.; PONTES, N.N.; BARBOSA, J.D.; MARTINS, D.R.; WEIRATHER, J.L.; PEARSON, R.D.; WILSON, M.E.; JERONIMO, S.M. *Leishmania infantum chagasi* in northeastern Brazil: asymptomatic infection at the urban perimeter. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 86, n. 1, p. 99-107, 2012.

MARGONARI, C.; MENEZES, J.A.; ROCHA, M.N.; MAIA, K.N.; OLIVEIRA, M.E.; FONSECA, A.L.; SOUSA, F.F.; FERREIRA, E.C.; MADUREIRA, A.P.; MELO, M.N.; SOARES, R.P. Public knowledge about and detection of canine visceral leishmaniasis in urban Divinópolis, Brazil. *Journal of Tropical Medicine*, v. 2012, Article ID 429586, 8p, 2012.

MARGONARI, C.; FREITAS, C.R.; RIBEIRO, R.C.; MOURA, A.C.; TIMBO, M.; GRIPP, A. H. Epidemiology of visceral leishmaniasis through spatial analysis, in Belo Horizonte municipality, state of Minas Gerais, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 101, n. 1, p. 31-38, 2006.

MARZOCHI, M.C.A.; FAGUNDES, A.; ANDRADE, M.V.; SOUZA, M.B.; MADEIRA, M.F.; MOUTA-CONFORT, E.; SCHUBACH, A. O.; MARZOCHI, K.B. Visceral leishmaniasis in Rio de Janeiro, Brazil: Eco-epidemiological aspects and control. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 45, n. 5, p. 570-580, 2009.

NETTO, E.M.; TADA, M.S.; GOLIGHTLY, L.; KALTER, D.C.; LAGO, E.; BARRETO, A.C.; MARSDEN, P.D. Conceitos de uma população local a respeito da leishmaniose mucocutânea em uma área endêmica. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 18, n. 1, p. 33-37, 1985.

OLIVEIRA, K.M.; WAINFAS, R.L.; ARNÓBIO, A.; FIGUEIRÓ, R. Ecological and social determinants of leishmaniasis in the Legal Amazon, Brazil. *Acta Scientiarum Technology*, v.1, n.2, 2013.

PALATNIK-DE-SOUZA, C.B.; SILVA-ANTUNES, I.; MORGADO, A.A.; MENZ, I.; PALATNIK, M.; LAVOR, C. Decrease of the incidence of human and canine visceral leishmaniasis after dog vaccination with Leishmune® in Brazilian endemic areas. *Vaccine*, v. 27, p. 3505-3512, 2009.

- PEARSON, R.D. & SOUZA, A.Q. Clinical spectrum of leishmaniasis. *Clinical Infectious Disease*, n. 22, p. 1-13, 1995.
- QUEIROZ, P.V.; MONTEIRO, G.R.; MACEDO, V.P.; ROCHA, M.A.; BATISTA, L.M.; QUEIROZ, J.W.; JERÔNIMO, S.M.; XIMENEZ, M.F. Canine visceral leishmaniasis in urban and rural areas of Northeast Brazil. *Research in Veterinary Science*, v. 86, n. 2, p. 267-273, 2009.
- QUEIROZ, P.V.S. *Aspectos clínicos e imunológicos da infecção por Leishmania Infantum Chagasi em cães do Rio Grande do Norte*. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.
- REBÊLO, J.M.M.; OLIVEIRA, S.T.; BARROS, V.L.L.; SILVA, F.S.; COSTA, J.M.L.; FERREIRA, L.A.; SILVA, A.R. Plebotominae (Diptera: Psychodidae) de Lagoas, município de Buriticupu, Amazônia Maranhense. I – Riqueza e abundância relativa das espécies em área de colonização recente. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 33, n. 1, p. 11-19, 2000.
- REIS, A.B.; TEIXEIRA-CARVALHO, A.; VALE, A.M.; MARQUES, M.J.; GIUNCHETTI, R.C.; MAYRINK, W.; GUERRA, L.L.; ANDRADE, R.A.; CORRÊA-OLIVEIRA, R.; MARTINS-FILHO, O.A. Isotype patterns of immunoglobulins: hallmarks for clinical status and tissue parasite density in Brazilian dogs naturally infected by Leishmania (Leishmania) chagasi. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, v. 112, n. 3-4, p. 102-116, 2006.
- RIO GRANDE DO NORTE (Estado). Secretaria de Estado de Saúde Pública do Rio Grande do Norte (SESAP). Doenças de notificação compulsória. Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN. Natal: SESAP, 2014.
- SÃO GONÇALO DO AMARANTE (Prefeitura). Secretaria Municipal de Saúde. Programa Saúde da Família (PSF). Perfil da comunidade de Guanduba. São Gonçalo do Amarante: Secretaria Municipal de Saúde, 2014.
- SILVA FILHO, C.B. & FORTES, L. Práticas Clientelistas e Saúde Pública: trocas sociopolíticas no campo da saúde. Salvador. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOCIOLOGIA, 16. *Anais...* São Paulo: Sociedade Brasileira de Sociologia (SBS), 2013. Disponível em: <<http://www.sbsociologia.com.br/>>. Acesso em: 18 nov. 2014.
- VALE, A.R. *Expansão Urbana e plurifuncionalidade do espaço periurbano do município de Araraquara-SP*. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.
- WERNECK, G.L.; RODRIGUES, L.; SANTOS, M.V.; ARAUJO, I.B.; MOURA, L.S.; LIMA, S.S.; GOMES, R.B.; MAGUIRE, J.H.; COSTA, C.H. The burden of Leishmania chagasi infection during an urban outbreak of visceral leishmaniasis in Brazil. *Acta Tropica*, v. 83, n. 1, p. 13-18, 2002.
- WERNECK, G.L.; COSTA, C. H. N.; WALKER, A. M.; DAVID, J. R.; WAND, M.; MAGUIRE, J. H. Multilevel modelling of the incidence of visceral leishmaniasis in Teresina, Brazil. *Epidemiology and Infection*, v.135, n. 2, p. 195-201, 2007.
- WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Controle das Leishmanioses: informe da reunião do comitê de especialistas da OMS sobre o controle das Leishmaniasis*. Geneva: WHO, 2010. Acesso em 18 jul. 2014. Disponível em: <http://www.who.int/diseases/leish/direction.htm>.
- WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. Leishmaniasis. Fact sheet n° 375. Geneva: WHO, 2014 Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs375/en/>>. Acesso em: 08 set. 2014.
- XIMENES, M.F.F.M.; SOUZA, M.F.; CASTELLÓN, E.G. Density of sand flies (Diptera : Psychodidae) in domestic and wild animal shelters in an area of visceral leishmaniasis in the State of Rio Grande do Norte, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 94, p. 427-432, 1999.
- XIMENES, M.F.F.M.; SILVA, V.P.M.; QUEIROZ, P.V.S.; REGO, M.M.; CORTEZ, A.M.; BATISTA, L.M.M.; MEDEIROS, A.S.; JERONIMIO, S.M.B. Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) e Leishmanioses no Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil - Reflexos do Ambiente Antrópico. *Neotropical Entomology*, v. 36, n. 1, p. 128-137, 2007.

# ESTUDO SOBRE MANUSEIO DE EMBALAGENS CONTAMINADAS – TAMBORES METÁLICOS: UMA PRÁTICA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA

STUDY ON THE HANDLING OF CONTAMINATED PACKAGING –  
METAL DRUMS: AN ENVIRONMENTAL EDUCATION PRACTICE IN THE INDUSTRY

**Andreia Borges Oliveira**

Mestranda de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente pela Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE) – Joinville (SC), Brasil.

**Nelma Baldin**

Doutora em Educação pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Professora do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente pela UNIVILLE – Joinville (SC), Brasil.

**Endereço para correspondência:**

Nelma Baldin – Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente Universidade da Região de Joinville – Univille Campus Universitário – Rua Paulo Malschitzki, 10 – Zona Industrial – 89219-710 – Joinville (SC), Brasil – E-mail: nelma.baldin@univille.br

## RESUMO

Embalagens vazias, quando lançadas no meio ambiente, geridas ou manuseadas incorretamente, tornam-se poluidoras e podem provocar impactos no meio ambiente e aos seres humanos. O estudo que subsidia este artigo objetivou a análise do trabalho de uma empresa situada no Estado de Santa Catarina, quanto aos procedimentos de seus colaboradores na coleta, no transporte, na armazenagem temporária e no destino final de embalagens – tambores metálicos vazios contaminados. A metodologia, abordagens qualitativa e quantitativa, centrou-se em visitas técnicas à empresa e aplicação de questionários e entrevistas aos colaboradores-trabalhadores. Analisaram-se os procedimentos adotados, o ambiente de trabalho, as atividades desenvolvidas e o esclarecimento dos trabalhadores no desempenho das suas funções. Os resultados referem falta de escolaridade dos trabalhadores, aliada à pouca atenção aos procedimentos de trabalho e à falta de esclarecimentos quanto ao desempenho de atividades potencialmente poluidoras em relação ao meio ambiente. Diante desses resultados, foram sugeridas práticas de Educação Ambiental (EA).

**Palavras-chave:** Educação Ambiental; conscientização ambiental; tambores metálicos.

## ABSTRACT

When empty packages are dumped into the environment, managed or handled incorrectly, they may become polluters and may impact the environment and human beings. The study that supported this article aimed to observe the work of a company in the state of Santa Catarina regarding the procedures used by its employees in the collection, transportation, temporary storage and final destination of the packaging – contaminated empty metal drums. The methodology, qualitative and quantitative approaches, focused on technical visits to the company and on the application of a questionnaire, as well as an interview with the employees-workers. The analysis comprised the adopted procedures, the working environment, the activities and the knowledge of the workers on the performance of their duties. The results point out to the workers' lack of education, little attention to work procedures, as well as the lack of knowledge regarding highly polluting activities. Therefore, some Environmental Education (EE) practices were suggested.

**Keywords:** Environmental Education; environmental awareness; metal drums.

## INTRODUÇÃO

As ações individuais e coletivas relacionadas aos hábitos de consumo, transformadas ao longo das décadas, levaram a questionamentos e preocupações sobre em quais situações se dá a preservação do ambiente para a garantia da saúde do homem na Terra. Condições essas geradas pelo próprio homem e que contribuem para a contaminação do meio e que ainda são presenciadas em pleno século XXI. Um evento que reforça essa tese aconteceu na chamada “Estrada Velha”, que liga as cidades de Rio Claro e Brotas (SP), em maio de 2012. Ali foram deixados, à beira da estrada, 42 tambores que, segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), tratavam-se de embalagens contendo óleo e outras substâncias, constatadas como resíduos Classe 1 (ARVOLEA, 2012). A classificação dos resíduos se dá devido às peculiaridades do material, se este apresenta riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposição especial em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade (ABNT, 2004).

Um caso semelhante ocorreu no Rio de Janeiro, em janeiro de 2011. Fiscais do Serviço de Operações em Emergências Ambientais do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) estiveram no município de Queimados, na Baixada Fluminense, para verificar o conteúdo de 21 tambores com substâncias químicas que foram descartados em um terreno baldio. Os fiscais constataram, no local, a ausência de 10 tambores, que haviam sido levados provavelmente por moradores da região. Os 11 restantes que foram deixados no terreno estavam danificados e vazavam um líquido que, uma vez coletado para análise no laboratório do INEA, foi identificado como altamente poluente (AMADO, 2011).

Percebe-se, assim, que o novo estilo de vida da sociedade atual, focada em novos hábitos de consumo, conseqüentemente interveio na relação homem-meio ambiente. Tais alterações, com o decorrer do tempo e com a sistematização das indústrias já a partir da Revolução Industrial, conduziram à modernização dos processos, levando a indústria a produzir cada vez mais. Assim, os indivíduos são induzidos ao consumo exagerado de bens e serviços que, além de atenderem às necessidades pessoais, atendem também às necessidades fabricadas (SEIFFERT, 2007).

O resultado desse comportamento resultou no aumento do volume de diversos tipos de resíduos, tanto urbanos quanto industriais, que contribuem para desencadear novos problemas ambientais e também realçar antigos problemas, mesmo aqueles surgidos ao longo das décadas e decorrentes das ações antrópicas. Dentre os tantos problemas ambientais, a preocupação com o meio ambiente saudável também passa pela questão da gestão das embalagens contaminadas, como, por exemplo, os tambores metálicos que, anteriormente, armazenaram diferentes tipos de produtos (em sua maioria, químicos). Tais embalagens são comuns em vários segmentos da indústria, considerando-se que os tambores metálicos são usados para armazenagem de matéria-prima ou resíduos diversos e, quando vazios, necessitam ser manuseados e geridos de forma a não se danificarem. Esse trabalho de manuseio dos tambores normalmente é realizado na carga e descarga da embalagem, no transporte ou em situações de armazenamento na indústria. Em geral, esse é o trabalho dos empregados, os colaboradores-trabalhadores da empresa. Essa condição de manuseio é, de fato, uma situação delicada e que deve ser discutida e informada às pessoas envolvidas dentro das empresas, em especial aquelas que manipulam esse tipo de embalagem, dado o risco que essa operação oferece à saúde do homem e ao meio ambiente, particularmente quando mal utilizada ou disposta em locais impróprios. Estudos realizados sobre a questão dos resíduos de embalagens contaminadas são de relevante importância, em particular em vista das notícias de abandono desses recipientes no meio ambiente. Decorre daí a preocupação com a saúde das pessoas, assim como com a preservação dos ecossistemas.

Este artigo teve como objetivo tratar justamente dessa questão e das dimensões que envolvem o cotidiano de uma empresa que atua nas atividades de coleta, transporte, armazenagem e destino final de embalagens contaminadas (tambores metálicos), com vistas a verificar a prática ou não da Educação Ambiental (EA) na empresa, bem como as interações relacionais nos procedimentos ali utilizados por seus funcionários. O estudo, portanto, fundamentou-se em uma investigação ocorrida em uma empresa que atua no ramo de armazenagem de tambores metálicos com resquícios de resíduos e teve como objetivo analisar como essa

empresa transmite, aos seus colaboradores, os conhecimentos a respeito das questões ambientais que circundam a atividade executada.

O município onde está localizada a empresa objeto do estudo situa-se na região norte do Estado de Santa Catarina, a qual vem se tornando, nos últimos anos, em um forte polo industrial que abriga vários empreendimentos industriais em operação e outros em fase de instalação, além de empresas multinacionais que buscam mercado na região. No ano de 2010, a estimativa do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) considerou que as micro

e pequenas empresas da localidade geraram 892.208 empregos, o que corresponde a 50,2% dos postos de trabalho na região (SEBRAE, 2010). Além desse grande fluxo industrial, observam-se, ainda, na região, áreas de pastagens, canaviais, culturas de bananas e postos de fomento florestal no ramo de papel e celulose (EPAGRI/CIRAM, 2002).

Por ser um polo industrial em considerável crescimento, é certa a produção de embalagens contaminadas, geradas como um dos tipos de resíduos provenientes desses setores empreendedores e também pelos novos segmentos que estão se instalando no local.

### O lixo contaminado e a Educação Ambiental – uma revisão de literatura

A questão sobre a disposição do lixo é um problema para a sociedade, até porque demanda cada vez mais espaços adequados para a sua armazenagem. Essa situação, como expressam Silva & Robles (2011), pode levar a conflitos na relação entre ecologia e setores produtivos. Os tambores metálicos contaminados gerados na atualidade, em sua maioria, são provenientes do setor industrial. Essas embalagens, quando vazias, em geral contêm resquícios de algum resíduo que pode ainda ser tóxico, normalmente usual nos processos fabris e tidos como fontes de matérias-primas.

Os riscos oriundos dos resquícios dos resíduos presentes nos tambores metálicos, tais como inflamáveis, tóxicos, oxidantes, reativos e outros, conforme demonstram as Figuras 1 e 2, quando abandonados ao léu ou geridos de

forma incorreta, podem incidir em agravos a ecossistemas como a fauna, a flora, o ar, a água e o solo. Esses resíduos podem ainda causar riscos à área de produção de alimentos, afetando a saúde da população que circunda a região contaminada. Embora tenha havido progressos nos estudos que encaminham para um aprofundamento na busca de alternativas para minimizar as consequências desses resíduos, esses ainda são insuficientes (PAIXÃO; ROMA; MOURA, 2011). Os resíduos contidos nas embalagens, quando são abandonadas em locais impróprios, “podem migrar para rios ou lagos por meio da lixiviação e podem ainda chegar às águas subterrâneas contaminando lençóis freáticos” (BARREIRA, 2002, p. 4).

Diante dos fatos encontrados na literatura, como o evento ocorrido na “Estrada Velha” que liga Rio Claro



**Figura 1 – Resquício de resíduo aderido à embalagem de tambor.**



**Figura 2 – Resquício de resíduo seco.**

a Brotas (SP), em maio de 2012, verifica-se que a situação se torna ainda mais grave quando esse “descuido” das empresas é atrelado à intoxicação do homem. Vale aqui lembrar que os tambores metálicos também são utilizados pelas indústrias para armazenar princípios ativos de agrotóxicos e, quando vazias, tais embalagens oferecem riscos diversos, expondo os trabalhadores, principalmente os rurais, à possibilidade de intoxicação. Esse risco de intoxicação com as embalagens contaminadas está ligado ao manuseio no trabalho com a agricultura e com o contato da pele humana no trato com o produto aderido nessas embalagens. Ou, ainda, pela absorção via inalação do produto, meio mais rápido de intoxicação (SOBRINHO & SILVA 2011).

Nesse sentido, faz-se necessária a mudança de paradigmas por parte da sociedade, das indústrias e dos governantes. Também se faz necessário um maior comprometimento diante da questão ambiental, do gerenciamento e do manuseio dessas embalagens. Nesse caso, as empresas que geram os tambores metálicos (o tema foco deste estudo) como um dos tipos de seus resíduos devem rever suas posições, seus conceitos e suas formas de gestão dessas embalagens. Como ressalta Seiffert (2007), as empresas devem investir na adequada destinação de suas embalagens e, principalmente, proporcionar educação, conscientização e sensibilização ambiental aos seus trabalhadores por meio de programas como a implantação de práticas de EA. O processo envolve a instrução de seus colaboradores-trabalhadores quanto ao tipo de resíduo com que estão lidando em suas atividades laborais, no intuito de sensibilizá-los quanto a sua relação comportamental em relação ao ambiente e a sua saúde. Ressaltam-se, no caso, o comprometimento e a responsabilidade das empresas na manutenção de programas com essa finalidade, os quais devem ser estabelecidos pelas próprias empresas (SEIFFERT, 2007).

Além dos agrotóxicos, outros tipos de produtos armazenados nas embalagens de tambores também são considerados tóxicos e, quando vazias, as embalagens tornam-se contaminadas e oferecem riscos para quem manuseia tais recipientes. Dada a grande quantidade de produtos químicos que ao longo das décadas vieram a circundar os processos fabris, elaborou-se a Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico (FISPQ), considerada um instrumento essencial para informar a todas as pessoas sobre questões de segurança e saúde.

Essa ficha é indicada, ainda, como uma ferramenta de prevenção, tendo em vista as implicações que decorrem do uso indiscriminado de embalagens muitas vezes jogadas no meio ambiente (KATO; GARCIA; WÜNSCH FILHO, 2007).

Cada embalagem de tambor, mesmo vazia, deve conter, durante o transporte, o rótulo original do produto que continha. Esse rótulo muitas vezes trará informações como o nome do produto, os perigos que envolvem o produto que a embalagem continha, os cuidados e primeiros socorros em caso de contato com a substância, as medidas a se tomar em caso de vazamento do produto no solo, as orientações para armazenagem, se há perigos para a saúde e para o meio ambiente. Enfim, é um *mix* de informações importantes que devem estar contidas nesses rótulos e que informam a quem manuseia esse tipo de embalagem, dando-lhes noções sobre os riscos a que estão expostos (ANTT, 2004).

Kato, Garcia e Wünsch Filho (2007, p. 06) apresentam, em seus estudos, dados da Organização Internacional do Trabalho (OIT) sobre os milhares de casos relativos a doenças do/no trabalho, em que “35 milhões desses casos estão relacionados à exposição a substâncias químicas com ocorrência de 439.000 mortes”. Cabe salientar, nessa perspectiva, que os produtos químicos, em grande parte, estão presentes no dia a dia das pessoas e entre os vários segmentos industriais, seja como matérias-primas necessárias aos processos ou como resíduos gerados por estes, sendo que podem também estar presentes nas embalagens oriundas desses processos, como é o caso dos tambores metálicos, tidos como um tipo de resíduo gerado pelos empreendimentos. Desse modo, é de significativa importância alertar, informar e treinar os sujeitos que trabalham ou que têm contato com esses resíduos que contêm produtos químicos aderidos a sua estrutura. Levar-lhes informações no que concerne aos perigos, seja para a sua saúde ou para o meio ambiente, vindos das atividades que os envolvem.

Nesse caso, a solução é sensibilizar por meio da prática da EA, vista como a ferramenta para a conscientização e o fornecimento de informações aos sujeitos envolvidos e também à sociedade. Nesse sentido, Seiffert (2007) expõe aos trabalhadores os riscos a que estão expostos, além de mostrar-lhes alternativas e formas de gestão adequadas para se ter um ambiente saudável e seguro para trabalhar.

Os sujeitos sem instrução, também chamados de “analfabetos funcionais”, como se lê em Moreira (2000), são pessoas cujo grau de alfabetização muitas vezes não atende às necessidades das sociedades atuais, tais como ler e entender informações necessárias do dia a dia ou até para a própria segurança. Moreira (2000), ao referendar Keller (1991), esclarece que esses “analfabetos funcionais” talvez nunca venham a exercer atividades simples, como ler uma revista, um manual de instruções, um jornal, uma receita de bolo, os rótulos de produtos em geral ou as instruções de segurança de um equipamento, etc. Estas pessoas (“analfabetos funcionais”) não percebem o quanto suas atividades e atitudes podem interferir de forma danosa no meio ambiente e prejudicar a saúde humana se as atividades não forem realizadas de forma adequada. Esses indivíduos por vezes nem se dão conta de que suas ações podem trazer consequências em longo prazo e, particularmente, a si próprios (MOREIRA, 2000). O autor citado refere que medidas simples por parte das empresas podem favorecer questões como sensibilizar, orientar e informar os seus trabalhadores com vistas a diminuir os riscos e os possíveis impactos inerentes às suas atividades. Desse modo, a ausência de instrução exige educação e conscientização dos indivíduos envolvidos nesse tipo de atividade, para atingir adequado controle das ações e prevenção dos impactos sobre o ambiente, evitando, assim, resultados adversos (SEIFFERT, 2007).

A promoção do conhecimento representa um papel fundamental e importante na aceitação de programas ambientais implementados pelas empresas, dado que os seus colaboradores compreenderão que os benefícios gerados refletem diretamente sobre eles mesmos, já que estão ligados às atividades rotineiras. Nesse caso, reflete-se também sobre as embalagens contaminadas e, assim, pensa-se contribuir para a mudança de comportamento e de ações ativas desses trabalhadores (ORTH, 2010).

Programas que estão respaldados na preservação do meio ambiente trazem benefícios para todo o equilíbrio dos ecossistemas, do ar, do solo e da água. O desenvolvimento responsável das atividades laborais, baseado em princípios de preservação ambiental e na saúde individual e coletiva, pode resolver ou prevenir problemas adversos em longo e médio prazo (LUNA; SELES; SILVA, 2005).

Nesse sentido, como expressa Verdugo (2005), a EA vem “somar” em um processo que visa a transformação, dadas as questões interdisciplinares que o tema aborda, assuntos antes incomuns para algumas pessoas, mostrando-lhes como o comportamento humano afeta o ambiente. É, pois, uma ferramenta que visa trabalhar educando de forma a romper barreiras e bloqueios adquiridos por gerações anteriores e que muitas vezes impedem ou dificultam mudanças no ambiente, assim como nas atitudes das pessoas.

É justamente nesse sentido de informar às pessoas, levando-lhes conhecimento, que a EA tem como finalidade resgatar os valores pessoais e coletivos na busca de um ambiente mais sustentável. A própria lei que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, Lei nº 9.795, de 1999, esclarece que esse é um processo gradativo, que constrói novos valores sociais, habilidades, competências e conhecimentos que retratam a conservação ambiental e sua sustentabilidade. No Art. 3º da referida lei são apresentadas as obrigações que cada setor da sociedade deve se incumbir e também promover a capacitação dos indivíduos sobre as questões ambientais, sempre por meio da EA. Dentro do escopo da lei aparecem o poder público, as instituições educativas, os meios de comunicação em massa e também as empresas, que, ao longo dos anos, têm investido em ações e experiências cada vez mais frequentes com vistas à sustentabilidade ambiental.

Um exemplo da aplicação da EA no sentido da conscientização de seus trabalhadores quanto à relação resultado do trabalho e meio ambiente é a praticada em empresas que aplicam o método Dojo Ambiental. Palavra de origem japonesa que significa “espaço de formação na empresa”, o Dojo Ambiental é designado para promover a formação de seus colaboradores-trabalhadores (COUTINHO *et al.*, 2009; ORTH, 2010). Outras formas, tais como palestras, vídeos, brincadeiras, jogos eco-didáticos, documentários e cartilhas, são também exemplos da aplicação da EA como ferramenta para a educação dos indivíduos em diferentes ambientes (SAUVÉ, 2005).

Com isso, um indivíduo educado e informado exigirá dele mesmo atenção diária, tomando cuidado ao executar suas funções e buscando também se proteger. Um estudo realizado em uma indústria

automobilística no Paraná demonstrou que, após a implementação do programa de EA, as não conformidades da empresa no que se refere à capacitação dos funcionários para essas questões foram reduzidas, assim como houve “redução dos acidentes internos” (COUTINHO *et al.*, 2009, p. 13). Percebe-se, nesse sentido, o esforço dos indivíduos envolvidos em proporcionar melhorias àquele ambiente.

Diante dessas questões afirma-se que a EA é uma ferramenta valiosa, de potencial significativo e que deve ser utilizada por diferentes organizações que almejam a adequação das suas instalações no intuito de direcionar as atividades na rotina de trabalho com vistas a formar e a estabelecer a harmonia entre homem e meio ambiente, reduzindo, conseqüentemente, os custos e os riscos à saúde dos envolvidos.

## METODOLOGIA

O estudo realizado foi metodologicamente ancorado nas abordagens qualitativa e quantitativa e caracterizado como exploratório do tipo observacional. A descrição fiel dos dados e das informações é uma característica da etnografia, uma variante da pesquisa qualitativa que, conforme esclarece André (2010), ocorre quando se dá a descrição dos ambientes, das situações das pessoas e dos diálogos, os quais são reestruturados e descritos em forma de palavras ou transcrições literais.

O lócus da pesquisa foi uma empresa que trabalha com tambores metálicos – embalagens contaminadas, localizada em um município situado na região norte do Estado de Santa Catarina, sendo que a população-alvo da pesquisa caracterizou-se pelos funcionários da empresa (os responsáveis pelas atividades de coleta, transporte e armazenamento das embalagens contaminadas). São 7 funcionários fixos, 6 contratados que são encarregados pelas atividades internas relacionadas à classificação e à armazenagem, além, ainda, de 2 administradores que gerenciam as partes administrativa, fiscal e financeira da empresa, totalizando, assim, 15 sujeitos participantes do estudo.

Uma vez definida a empresa lócus da pesquisa, o estudo ficou direcionado na linha da pesquisa social, como orienta Minayo (2006). Assim, as providências foram tomadas por meio de um contato prévio com a administração da empresa, na tentativa de obter autorização para desenvolver a investigação nas instalações do empreendimento. Obtida a autorização, preparou-se um questionário visando diagnosticar quais os saberes que tinham os funcionários quanto às concepções de meio ambiente e sobre suas práticas profissionais com repercussão local. Ocorreram visitas técnicas à empresa, com o objetivo de conhecê-la; por motivos éticos, a organização é identificada como “EP 01”, os partici-

pantes (trabalhadores e funcionários), como “C”, e os administradores, como “A”.

De janeiro a abril de 2013, foram realizadas 42 visitas de observação à empresa, com duração aproximada de 3 a 4 horas cada visita, alternando entre períodos matutinos ou vespertinos. Nessas visitas, utilizaram-se as “Fichas de Observação” para registro e anotações respectivas sobre o que era observado na empresa durante a execução das atividades laborais dos trabalhadores (carga e descarga de embalagens, orientações fornecidas pelos supervisores, classificação de embalagens, armazenagem, manuseios, entre outras). No caderno de campo foram feitas as anotações das rotinas laborais, os planejamentos e as etapas para a realização das coletas das embalagens, a quantidade de material coletado e transbordado (armazenado no dia), os diálogos entre colegas de trabalho, as situações e os imprevistos surgidos.

Quanto às etapas da pesquisa, ou seja, os procedimentos metodológicos aplicados, foram realizadas: aplicação do pré-teste para validação do instrumento de pesquisa (o questionário aplicado aos participantes da pesquisa); aplicação de questionário final com questões semiestruturadas abertas e fechadas, direcionado aos trabalhadores, supervisores e administradores da empresa; aplicação das entrevistas. Aos mesmos sujeitos que responderam o questionário foram aplicadas, um mês após, as entrevistas, semiestruturadas, com vistas a não influenciar nas respostas; transcrição das informações obtidas com a aplicação do questionário e das entrevistas; análise e interpretação do material obtido (do conteúdo), em que se buscou identificar as categorias de análise da pesquisa segundo orientações de Bardin (1977). Ou seja, nesse procedimento, identificaram-se os termos mais frequentes e mais representativos daqueles apresentados nas falas dos entrevistados.

Durante a fase de coleta dos dados foram ainda realizados registros fotográficos das atividades laborais e dos entornos da empresa (espaço físico). Já de posse das informações necessárias e finalizadas as visitas técnicas, bem como finalizadas também todas as etapas previstas para a aplicação da pesquisa e coleta dos dados, o prosseguimento seguinte foi a análise descritiva e qualitativa dos dados coletados.

A pesquisa, por trabalhar diretamente com seres humanos, foi submetida à aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE), atendendo, assim, às orientações do Conselho Nacional de Saúde, via Resolução nº 466/2012. Os participantes da pesquisa foram todos esclarecidos sobre os objetivos e o tema do estudo e manifestaram-se por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Todo o material obtido com a aplicação da pesquisa (os TCLEs, as fichas de observação, o caderno de campo, os registros fotográficos, os textos transcritos das entrevistas e os questionários) será arquivado por um período de cinco anos e ficará de posse das pesquisadoras, resguar-

dado sigilosamente. Após esse tempo, será picotado e enviado para reciclagem.

Uma vez de posse dos dados, advindos do recorte definido no questionário, selecionaram-se as perguntas a serem analisadas: “Você cuida do meio ambiente durante o trabalho? Como?”; “Você gostaria de aprender sobre EA, explique, você sabe como?”; na entrevista, optou-se por: “O que você entende por meio ambiente?”; “Existe algum tipo de treinamento ou orientação com frequência na empresa?”.

A análise dos dados coletados possibilitou identificar, conforme Bardin (1977), os termos mais repetidos e mais enfatizados nas respostas dos entrevistados, ou seja, identificaram-se as categorias de análise da pesquisa. Essa análise facilitou a compreensão da realidade dos sujeitos, em especial a partir de suas falas e manifestações. Em vista disso, chegou-se às categorias de análise da pesquisa, as quais emergiram, portanto, *a posteriori*, como resultado da pesquisa e, a partir de então, deram a tônica e os direcionamentos do estudo: treinamento/conversa; meio ambiente; EA; e sujeira versus tambores metálicos.

## RESULTADOS

A amostra populacional submetida ao estudo foi constituída pelos colaboradores da “EP 01”, em que participaram 13 sujeitos envolvidos nas atividades gerais de manuseio das embalagens contaminadas, com idades entre 20 e 50 anos, e 2 pessoas do setor administrativo, com idades entre 30 e 47 anos, variando também o nível de escolaridade: entre semianalfabetos e nível superior. Representado por 2 participantes, o setor administrativo da empresa conta com uma funcionária com idade de 30 anos e com nível superior, sendo esta responsável pela parte administrativa e pelos Recursos Humanos (RH); a outra representação administrativa, com 47 anos de idade e ensino médio completo, é o diretor e gerente da empresa, responsável também pelas compras e pela organização das coletas de embalagens de tambores.

A análise dos dados levou à identificação da concepção de meio ambiente que os colaboradores têm da empresa “EP 01” em relação aos espaços físicos de seu entorno e às atividades laborais que desenvolvem. O estudo dos saberes e das concepções de meio ambiente por parte dos colaboradores-trabalhadores e fun-

cionários da empresa foi fundamentado nas leituras de Bezerra & Gonçalves (2007), Reigota (2007) e Sauv e (2005), que contribuir am para um melhor entendimento das categorias de análise da pesquisa.

Na interpretação da categoria treinamento/conversa, 31% dos sujeitos da pesquisa entenderam “treinamento” como as conversas que tiveram durante um intervalo e outro, quando ingressaram na empresa. Já os administradores apresentaram a sugestão de que esse “treinamento” deva acontecer durante a execução das atividades laborais. Nessa mesma direção, 69% dos participantes destacaram o momento da integração na empresa como a ocasião do “treinamento”, pois   nesse momento que   dado enfoque a carga e descarga das embalagens, dos cuidados a se ter em relação às quedas, e uma preocupação em não deixar que resquícios de resíduos que possam estar aderidos nas embalagens caiam no chão e, caso isso ocorra, que sejam imediatamente removidos, o que demonstra, de certa forma, uma inquietação com a questão visual na empresa, mas não uma preocupação com a possível poluição ambiental.

Outro momento em que foi perceptível que a questão visual é um fator relevante para a empresa foi verificado com as respostas à pergunta “Você cuida do meio ambiente durante o trabalho? Como?”. Nesse momento, a preocupação com a organização e a sujeira do local de trabalho foi destaque e percebida em 76% da amostra. Ou seja, os participantes da pesquisa demonstraram estar mais preocupados em verificar, arrumar, organizar ou limpar o local de trabalho, com vistas a não receberem cobranças por parte da supervisão, do que de fato executar esse procedimento por responsabilidade ambiental ou, ainda, pela preocupação com a própria saúde. Outra observação percebida em determinados momentos, durante as atividades, foi o “esquecimento” do uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), como as luvas, por exemplo. A imagem visual da empresa, na verdade, tomou a maior expressão nas respostas dos sujeitos.

Comprova-se, assim, a teoria de Marin, Oliveira e Comar (2003), quando os autores expressam que há nos sujeitos uma reflexão reduzida e desatenta às questões importantes, tais como as relacionadas à proteção da natureza e seus ecossistemas (solo, ar, água), inclusive em situações que referendam a proteção à saúde, questão também observada no texto de Schor & Demajorovic (2010). Os referidos autores relatam que tais concepções se devem ao fato de os conceitos e teorias serem apresentados de forma fragmentada, com pressa, o que atropela o pensamento e leva a inexistência de ações e entendimento por parte das pessoas.

Percebeu-se, no geral, que o treinamento na empresa se apresenta somente no momento inicial da integração, em que são abordados aspectos gerais da unidade e com relação às atividades desenvolvidas. No entanto, quando se perguntou sobre a realização de algum tipo de programa de conscientização ou treinamento ambiental, na empresa, as respostas foram que além da “integração” inicial de chegada à empresa, houve ainda a realização de um “treinamento” sobre o transporte de cargas perigosas, no qual foram abordados alguns cuidados a serem tomados em relação a esse momento da atividade laboral.

Em justificativa à ausência de outros “treinamentos” aos trabalhadores da pesquisa, o supervisor da unidade enfatizou que esse empreendimento foi instalado recentemente e que, até o momento, vem adequan-

do aos poucos as questões legais todas das unidades. Ressaltou, ainda, que os custos com profissionais habilitados para dar agilidade na conformação da empresa não são baixos, mas que tem buscado alternativas que possam favorecer na conformação do seu negócio, como, por exemplo, as parcerias por meio de estágios acadêmicos em suas instalações, com vistas a investigar falhas e buscar suas correções, visando minimizar, assim, as não conformidades.

Na categoria de análise meio ambiente, as respostas vieram ao encontro dos estudos de Bezerra & Gonçalves (2007) e Reigota (2007, 2009), apresentando-se com uma forte tendência de visão antropocêntrica. Ou seja, percebeu-se que 77% dos sujeitos compreendem o meio ambiente apenas como fonte de exploração de recursos necessários à sua sobrevivência. As falas dizem respeito a um meio ambiente como sendo o lugar onde vivem e respiram, local de onde se tira o sustento, ambiente onde estão os recursos que o homem necessita para viver, lugar para se morar. Em outras palavras, as falas colocam o homem como o centro das atenções, que usufrui daquilo que pertence a ele como meio de sobrevivência:

Meio ambiente é onde nós vivemos e respiramos (C3)

O meio ambiente é toda a nossa natureza que tiramos o nosso sustento (C12)

Meio ambiente é tudo aquilo que o homem depende pra viver, onde temos o ar, a água, a terra pra plantar (C4)

Meio ambiente é a natureza e tudo que contempla ela, os rios, as florestas, lugar para a vida humana (A2)

É área onde precisamos para morar, no meio ambiente (C09)

Parte desse total de participantes da pesquisa, isto é, cerca de 15%, representados por 2 indivíduos, surpreendeu com suas respostas ao demonstrar não compreender o que é “coleta seletiva”. Esse é um fato preocupante, já que essa questão da coleta seletiva e do cuidado na preservação e conservação do meio ambiente é uma temática que vem sendo difundida há algum tempo, inclusive via televisão e em outros meios de comunicação. No entanto, levantou-se também a hipótese de que esses sujeitos possam compreender a questão por outro nome, como separação do lixo, ou algum outro termo ainda menos técnico.

Em contraposição aos 77% dos participantes que se mostraram antropocentristas, no entendimento de Bezerra & Gonçalves (2007) e Reigota (2007, 2009), os outros 23% dos respondentes apresentaram uma visão mais naturalista, dando a entender que percebem os aspectos relacionados à atividade laboral como naturais, tais como as florestas, os rios, as plantas ou ainda como o lugar onde vivem os seres em geral, conforme apresentam algumas falas:

O meio ambiente é onde vivem todos os seres vivos, o homem animais e plantas. (C6)

O meio ambiente é a natureza que tá a nossa volta. (C8)

Meio ambiente são as florestas os rios os lagos os animais. (C5)

Meio ambiente é todo o espaço da natureza, florestas, onde moramos, onde trabalhamos e onde vivemos. (A1)

Dessa forma, os participantes demonstraram uma tendência de valoração da natureza como um todo. As falas desses sujeitos, com ênfase na concepção naturalista, como ratificam os estudos de Sauv  (2005), centram as suas análises no campo da preserva o do meio ambiente na percep o dos interesses humanos, valorizando mais os elementos naturais   sua volta e evidenciando os recursos considerados essenciais.   essa visão que os autores aqui referenciados caracterizam, de fato, como naturalista, isto  , está voltada para as concep es ecológicas, evidenciando-se os elementos bióticos e abióticos. Conforme frisa Sauv  (2005), este   o campo em que se reconhece o valor inerente da natureza, evidenciando-se, acima de tudo, os recursos que são proporcionados ao homem.

Quando perguntados: “Você gostaria de aprender sobre EA? Explique como”, observou-se que 77 % dos participantes mostram interesse em aprender sobre EA (outra categoria de análise da pesquisa) e estão dispostos a atuar como multiplicadores do conhecimento, repassando esses ensinamentos para os filhos. Já 23% demonstraram total falta de interesse nessa aprendizagem, conforme se l  nos seus relatos e depoimentos. Percebeu-se, ainda, por meio de outras perguntas do questionário pertinentes ao tema tratado, que 39% dos sujeitos já haviam ouvido falar sobre EA na televisão, 15% por meio de empresas anteriores onde já haviam trabalhado, 23% pela escola dos filhos ou revistas e 23% relataram não saber do que se trata.

Notou-se, nos depoimentos, uma absoluta falta de informa o sobre o tema EA. Mesmo que alguns dos participantes já tenham ouvido falar sobre essa questão, percebeu-se que eles não compreendem o real objetivo da EA. Nesse sentido, vale destacar o que dizem Sauv  (2005) e Reigota (2007), ressaltando que a EA não deve focar somente informa o, mas sim ser proporcionadora de uma abordagem mais holística de inter-rela es, retratando a visão de mundo e o conhecimento do todo e, basicamente, de como suas partes se relacionam e interagem.

Ainda na análise das categorias que emergiram da pesquisa, e referindo-se   categoria **sujeira versus tambores metálicos**, percebeu-se que este   um tema bastante frequente nas respostas fornecidas pelos participantes. Com rela o ao termo “sujeira”, que aparece em vários momentos distintos, mas com o mesmo enfoque de preocupa o, destaca-se, sempre, no caso, a questão visual.

Percebeu-se uma inquieta o por parte dos sujeitos, principalmente por serem eles os responsáveis pelo manuseio das embalagens contaminadas. Nota-se que a preocupa o maior centra-se em manter a limpeza e a organiza o na empresa. A justificativa   que a “cobrança” maior, nesse sentido, parte principalmente da supervisão, ou seja, a orienta o que recebem   que o pátio da empresa deve estar sempre limpo. O cuidado e a preocupa o com a limpeza na “EP 01” são percebidos em 100% das falas dos participantes do estudo.

Faço a limpeza do barracão tiro a sujeira do chão, organizo os latão checando se não tem peças furadas, e deixo pronto para carregar e mandar embora. (C5)

Minha rotina   montar pilhas de tambor e verificar se todos estão fechados, se caso está aberto preciso lacrar eles com tampas pra não cair sujeira no chão. (C11)

Chego e guardo a bicicleta, assino o meu ponto, tomo café, coloco uniforme e vou ajudar descarregar caminhão e arrumar no pátio externo e interno pra ver se não t  sujo ou bagunçado. (C12)

Com base na análise dos depoimentos fica claro, portanto, que a preocupa o dos sujeitos se refere única e exclusivamente   limpeza do espaço de trabalho, mas não   limpeza do meio ambiente em si. Os sujeitos não identificam nem reconhecem as possibilidades de uma contamina o do solo em

curto, médio ou longo prazo, e que isso poderá ocorrer em vista do absoluto descuido na execução das atividades laborais. Para esses participantes da pesquisa, a “sujeira” ou o “resíduo” que cai no chão quando o tambor metálico contaminado é removido, o que então gera o processo da limpeza do local, extingue-se ali de qualquer forma, basta proceder à limpeza do local.

Faz-se então a referência de que a ciência é a porta de entrada para a construção do conhecimento, e com esse apoio do intelecto podem ocorrer mudanças

no comportamento humano. A “sujeira” gerada pela atividade com os tambores é um objeto complexo e factível de análise e de finalização. É rica fonte de aspectos a serem estudados e discutidos, além de, na prática, contribuir para a ampliação e compreensão dos problemas que podem surgir dessa atividade. Conforme se lê em Sauv  (2005),   de suma importância a tomada de consciência para reencontrarmos uma nova forma de valorar a vida e tudo que nos cerca e para melhor compreendermos o todo e atuarmos sobre as partes.

---

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

A pesquisa deu a perceber que a falta de “treinamento” com ênfase na questão ambiental e sem a prática da EA para gerar conhecimento aos sujeitos participantes   uma questão importante a ser considerada. Observou-se que a ausência de EA pode interferir quanto   execu o de atitudes mais sustentáveis e, com isso, possibilitar a não degrada o do meio ambiente da localidade onde a empresa estudada está inserida, levando também   melhoria na qualidade de vida das pessoas.

Nesse sentido, e de posse dos dados obtidos com a pesquisa, percebeu-se o quão carente se encontra a unidade “EP 01” no aspecto da prática da EA. Os depoimentos obtidos com os participantes durante a realiza o das entrevistas comprovaram o que os trabalhadores já haviam citado quando do preenchimento dos questionários, porém o posicionamento agora ficou sustentado com os argumentos das suas próprias falas.

Notou-se que no preenchimento dos questionários os sujeitos foram mais simplistas ao relatar as informaçoes, mostrando que este instrumento (questionário)   um fator limitante para a expressão dos dados, em especial no caso desse grupo de indivíduos, em vista das dificuldades que apresentam com a escrita. No entanto, todos sabiam ler e escrever, embora alguns com um pouco mais de dificuldade que os outros. Nesse aspecto, as entrevistas, gravadas, mostraram-se mais significativas, principalmente no que diz respeito   obten o de mais argumentos sobre o assunto estudado, pois os indivíduos tiveram a possibilidade de se expressar melhor e de falar sobre outros detalhes que gostariam de comentar, o que não foi possível na escrita das respostas do questionário. Os fatores para isso podem ser as dificuldades para escrever, a vergonha por não

saber utilizar alguns termos entendidos como adequados, ou por cometer erros de português na escrita. Isso não ocorreu nas entrevistas gravadas, uma vez que os sujeitos da pesquisa se sentiram mais   vontade para se expressar.

Esse fato, que na verdade se deve ao baixo grau de escolaridade apresentado por esses sujeitos, foi também encontrado por Luna, Seles e Silva (2005) e analisado, pelos autores, como um fator significativo a ser trabalhado, pois tem influência em ocorrências de contamina o de pessoas, já que pode contribuir para a dificuldade de leitura dos rótulos de produtos utilizados na lavoura, por exemplo. Ou, no caso, no entendimento do que seja um produto contaminante (resíduo) que se encontra dentro de um tambor metálico a ser manuseado.

O que se pode concluir desta pesquisa   que a empresa “EP 01”, apesar de carente em determinados aspectos relacionados ao fornecimento de informaçoes na área da EA, de certa forma, por meio das suas atividades, tem a sua parcela de contribui o para a preserva o dos recursos naturais ao recolher do ambiente aquilo que para outros segmentos industriais   considerado “lixo”. Assim, o “lixo” descartado de outras empresas   para a “EP 01” fonte de matéria-prima e lucratividade. Percebeu-se que as inten oes dos diretores e supervisores da empresa, ao abrirem as portas de seu estabelecimento para a realiza o da pesquisa, de certa forma contribuíram tanto para o trabalho das pesquisadoras em conhecer e investigar uma atividade rica em aspectos passíveis de análise como para levar conhecimento aos seus colaboradores-trabalhadores, possibilitando-lhes, assim, “despertar” para as causas ambientais.

Pode-se concluir, também, que a empresa “EP 01” pode e deve utilizar a EA por meio de um educador ambiental e, ainda, deve utilizar do poder do próprio ambiente de trabalho para educar e conscientizar seus colaboradores-trabalhadores de forma a organizar os ambientes e contribuir para a saúde de todos, homens e meio ambiente.

Ainda, outra possibilidade à empresa estudada é agregar a prática da EA ao uso das informações contidas nas FISPQs nos rótulos das embalagens, para complementação do processo de implementação de treinamentos, pois as embalagens contaminadas (tambores), quando coletadas nos fornecedores externos, devem atender à legislação no que tange ao transporte, tendo em vista que esses resíduos são considerados perigosos. Cabe também observar a Resolução nº 420/2004, da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), que especifica a documentação necessária para acompanhar o transporte desses tambores, tais como notas fiscais, em que são descritos os tipos de resíduos coletados, seja para embalagens metálicas de tambores ou de plásticos, quantidades, gerador, transportador, etc.; o Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR), documento obrigatório emitido pelo gerador do resíduo (os tambores vazios), para melhor controlar a movimentação desses recipientes, que deve ser elaborado conforme legislação determinada pela NBR 13.221/2003, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT); e, ainda, as Fichas de Emergência, que trazem informações importantes no que tange à classificação do resíduo transportado, os cuidados em caso de incidentes e/ou acidentes, os perigos e outras informações pertinentes, além, é claro, dos rótulos originais do produto que estava anteriormente nas embalagens.

Todas essas informações são fontes importantes a serem discutidas em um processo de treinamento ou preparação, mostrando ao trabalhador onde ele pode obter informações sobre o resíduo (tambor) que manipula. Após essas orientações, quando o funcionário passar a perceber as informações contidas nos rótulos, o que muitas vezes lhe passa despercebido, começará a dar muito mais importância à sua segurança e passará a utilizar adequadamente e sem esquecimento os EPIs. Ainda, quando conhecedor das implicações das suas atividades para o meio ambiente, o trabalhador, quase que instintivamente, atuará com ações mais seguras e conscientes ao executar suas tarefas.

É nesse ponto que entra a EA, rica nos saberes e que, conforme se lê em Seiffert (2007), vem ganhando espaço nas empresas e tornando-se essencial na formação de pessoas com a motivação para a conservação ambiental. A EA deve ser um instrumento utilizado para ampliar os conhecimentos dos sujeitos envolvidos em processos produtivos e, assim, orientá-los a pensar globalmente para que possam melhor agir no local onde vivem. Como já citado, Reigota (2009) enfatiza que será possível atender às metas de um desenvolvimento que atente para a sustentabilidade à medida que se pense a EA como construtora de níveis intelectuais e sociais que possibilitam ações da coletividade.

A questão da presença desse profissional habilitado foi um dos pontos citados pelos empregadores da empresa estudada, até porque devido ao fato de o porte da empresa e o número de funcionários serem relativamente pequenos, relata o administrador, esse é um fator limitante. Devido à grande oferta de empregos na região onde a empresa está localizada, em geral esses profissionais habilitados têm buscado empresas de maior porte, que paguem melhores salários, o que para a “EP 01”, de momento, ainda não é possível. Em um negócio que está começando, relata o administrador, “busca-se formas possíveis para reduzir custos, mas que ao mesmo tempo propicie organizar e adequar a empresa”. Esse administrador ainda complementa: “o objetivo último é agregar valor nos serviços prestados, melhorar continuamente. Sabemos que mesmo realizando uma atividade que valoriza o que antes era considerado lixo, temos consciência que é possível sempre melhorar, e isto é o que buscamos” (A1).

Considerando essas afirmações, percebeu-se que o consentimento para a realização da pesquisa na planta industrial da empresa “EP 01” deu-se, de fato, pela iniciativa dos empregadores em descobrir os pontos a serem melhorados internamente. Observou-se, nas respostas desses administradores, que eles buscaram justificar as ações da empresa. “A1” respondeu que disputar a compra das embalagens não limpas com os “sucateiros” da região é um tanto quanto estressante. Alegou que há empresas que se abstêm das questões ambientais e só querem saber do preço, pois os clientes pagarão pelo tambor contaminado. Esses empresários não se preocupam, em nenhum momento, se esses tambores irão ou não parar nas residências das famílias para um possível churrasco de final de semana. Por ou-

tro lado, “A2” explicou que a empresa é “familiar”, que os investimentos para a adequação das atividades não são fáceis, principalmente quando há intenções de se fazer a coisa certa, e que buscam, enquanto empresários, sugestões no que devem e podem corrigir, tentando, assim, melhorar o trabalho da empresa.

E algo dessa melhoria esperada pela empresa foi observado ainda durante a execução da pesquisa. Logo após a aplicação do questionário, em que se abordava como era feita a separação dos resíduos gerados na empresa, partiu do supervisor/gerente (administrador “A1”) a iniciativa de implementar a coleta seletiva na unidade, situação que até aquele momento não existia. Dada a largada para a implementação do projeto, o executivo reuniu alguns dos trabalhadores para a confecção dos tambores que seriam utilizados para a separação dos resíduos na empresa, escolhendo os que estavam visualmente melhores, com menos amassos e menos sujos, e, então, encaminhou esses latões para a pintura. Essa atividade e o processo então implementado deixaram todo o pessoal da empresa com certo ar de “compromissado com o meio ambiente”. Ainda, decorrente também da pesquisa, percebeu-se uma relativa harmonia entre os colegas trabalhadores quanto ao uso dos galões para a coleta seletiva e logo surgiram dúvidas sobre o porquê das cores vermelha, verde, amarela, azul e outros questionamentos.

Essa prova reforça que o uso da EA para a organização dos espaços laborais tem muito a contribuir, principalmente porque, de forma prática, os sujeitos podem adquirir conhecimento e conscientização ambiental.

Todos esses apontamentos apresentados e sugeridos como propostas de melhorias nesta pesquisa concentram para um único objetivo: a EA como instrumento para conhecimento e melhorias na qualidade de vida, mudanças que podem ser obtidas pela consciência coletiva em prol de um bem comum, isto é, a preservação do meio ambiente com equilíbrio quanto ao desenvolvimento e à saúde do homem.

Os desafios apresentados aqui certamente não serão a solução de todos os problemas da empresa “EP 01”, mas contribuirão para adequação das atividades da empresa e planejamentos futuros. Há desafios que não foram apresentados aqui e tantos outros que podem surgir, mas certamente poderão ser solucionados a partir de uma boa preparação da coletividade, pois é certo que os resultados serão sentidos assim que forem implementadas ações educativas como as sugeridas nesta pesquisa.

Somos todos atores de um só planeta com recursos finitos em busca da construção de um novo modelo de desenvolvimento e, uma vez alfabetizados ambientalmente e conhecedores das inter-relações homem-meio ambiente, poderemos adquirir, voluntária e espontaneamente, novas atitudes e competências para agir. Ações essas praticadas de forma equilibrada e mais cuidadosa para com a nossa casa, a Terra. O ambiente de trabalho é o espaço ideal para a promoção de situações de aprendizagem na medida em que este poderá instigar o sujeito a descobrir e a ter um novo olhar sobre o meio ambiente à sua volta. Assim, esse sujeito promoverá um melhor relacionamento entre os grupos e o meio ambiente onde vivem e atuam.

---

## REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10004: Resíduos Sólidos – Classificação*. 2ª ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

AMADO, A. *Tambores com produto tóxico*, Agência Brasil, Baixada Fluminense/RJ, 05 jan. 2011. Disponível em: <<http://agregario.com/tambores-porduto-toxico-sao-abandonados-terreno-municipio-baixada-fluminense>>. Acesso em: 14 abr. 2012.

ANDRÉ, M. E. D. A. *Etnografia da prática escolar*. 17ª ed. Campinas: Papirus, 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT. *Resolução 420/2004*. Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos. Disponível em: <<http://www.sbpc.org.br/upload/conteudo/320110405154556.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2013.

- ARVOLEA, A. Remoção de Tambores encontrados pela Polícia Feral. *Jornal Cidade*, São Paulo, 30 mai. 2012. Disponível em: <<http://www.jornalcidade.net//rioclaro/seguranca/seguranca/91522--Remocao-de-tambores-e-agilizada>>. Acesso em: 18 jan. 2013.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. 2ª ed. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BARREIRA, L. P. A Problemática dos Resíduos de Embalagens de Agrotóxico no Brasil. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 28., 2002, Cancun/México. *Anais...* São Paulo: AIDIS, 2002. p. 1-9. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/iv-001.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2012.
- BEZERRA, T. M. O.; GONÇALVES, A. A. C. Concepções de meio ambiente e educação ambiental por professores da Escola Agrotécnica Federal de Vitória de Santo Antão - PE. *Biotemas*, v. 20, n. 3, p. 115-125, 2007. Disponível em: <<http://journal.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/20679/18834>>. Acesso em: 27 jun. 2013.
- BRASIL. *Lei nº. 9.795*, de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm)>. Acesso em: 12 mai. 2012.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. *Conep – Resolução 466/2012*. Disponível em: <<http://www.bioetica.ufrgs.br/res19696.htm>>. Acesso em: 18 mai. 2012.
- COUTINHO, G. A.; WIEMES, L. B.; DEPOUILLY, E. C.; FERRAZA, D. C. Educação ambiental aplicada na indústria automobilística. In: CONGRESSO DE MEIO AMBIENTE DA AUGM, 6., 2009, São Paulo. São Carlos: Associação de Universidades do Grupo Montevidéu – AUGM. [s.l], [s.n], 2009. p. 1-15. Disponível em: <<http://www.ambiente-augm.ufscar.br/uploads/A3-032.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2012.
- EPAGRI/CIRAM – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. *Zoneamento Agroecológico e socioeconômico do Estado de Santa Catarina*. Santa Catarina: EPAGRI/CIRAM, 2002. Disponível em: <[http://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram\\_arquivos/arquivos/portal/agricultura/zoneAgroecologico/ZonAgroeco.pdf](http://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/arquivos/portal/agricultura/zoneAgroecologico/ZonAgroeco.pdf)>. Acesso em: 19 abr. 2013.
- KATO, M.; GARCIA, E. G.; WÜNSCH FILHO, V. Exposição a agentes químicos e a Saúde do Trabalhador. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, v. 32, n. 116, p. 06-10, 2007. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/periodicos/RBSO\\_116\\_volume32.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/periodicos/RBSO_116_volume32.pdf)>. Acesso em: 05 dez. 2013.
- KELLER, A. R. *Working Without Words: the need for workplace literacy*. IABC Communication World, August, 1991, p 22-25.
- LUNA, A. J.; SELES, L. T.; SILVA, R. F. *Agrotóxicos: Responsabilidade de Todos (uma Abordagem da questão dentro do Paradigma do Desenvolvimento Sustentável)*. 2005. Disponível em: <[http://www.mp.ba.gov.br/atuacao/ceama/material/doutrinas/agrotoxicos/agrotoxicos\\_responsabilidade\\_de\\_todos.pdf](http://www.mp.ba.gov.br/atuacao/ceama/material/doutrinas/agrotoxicos/agrotoxicos_responsabilidade_de_todos.pdf)>. Acesso em: 04 mar. 2013.
- MARIN, A. A.; OLIVEIRA, H. T.; COMAR, V. A Educação Ambiental num contexto de complexidade do campo teórico da percepção. *Revista Interciência*, v. 28, n. 10, p. 616-619, 2003.
- MINAYO, M. C. S. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 7ª ed. São Paulo: Hucitec-Abrasco, 2006.
- MOREIRA, D. A. Analfabetismo Funcional: Perspectivas e Soluções. *Revista Administração On Line*, v. 1, n. 4, dez. 2000. Disponível em: <[http://www.fecap.br/adm\\_online/art14/daniel3.htm](http://www.fecap.br/adm_online/art14/daniel3.htm)>. Acesso em: 23 nov. 2013.
- ORTH, C. M. *Resíduos Sólidos Gerados no processo produtivo o caso de uma indústria automobilística: uma contribuição para melhorias na gestão de resíduos*. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Joinville, Joinville, 2010.
- PAIXÃO, J. F.; ROMA, J. C.; MOURA, A. M. M. Resíduos Sólidos de Transporte Terrestres: Rodoviários e Ferroviários. *Revista Eletrônica Caderno de Diagnóstico*. Versão preliminar. 2011. Disponível em: <[http://www.cnrh.gov.br/projetos/pnrs/documentos/cadernos/07\\_CADDIAG\\_Res\\_Sol\\_Transp\\_Rod\\_Ferro.pdf](http://www.cnrh.gov.br/projetos/pnrs/documentos/cadernos/07_CADDIAG_Res_Sol_Transp_Rod_Ferro.pdf)>. Acesso em: 8 out. 2013.

REIGOTA, M. Meio Ambiente e Representação Social. São Paulo: Cortez, 2007.

REIGOTA, M. O que é educação ambiental. 2ª ed. São Paulo: Brasiliense, 2009.

SAUVÉ, L. Educação Ambiental: possibilidades e limitações. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 317-322, 2005.

SCHOR, T. & DEMAJOROVIC, J. Interdisciplinaridade em educação ambiental: utopia e prática. [s.l], [s.n], 2010. Disponível em: < [http://www.anppas.org.br/encontro\\_anual/encontro1/gt/sociedade\\_do\\_conhecimento/Tatiana%20Schor.pdf](http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro1/gt/sociedade_do_conhecimento/Tatiana%20Schor.pdf)>. Acesso em: 18 abr. 2013.

SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO AS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. *Santa Catarina em números*. Diagnóstico. Santa Catarina: SEBRAE, 2010. Disponível em: <<http://www.sebrae-sc.com.br/scemnumero/arquivo/Araquari.pdf>>. Acesso em: 7 abr. 2012.

SEIFFERT, M. E. B. *Gestão Ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental*. São Paulo: Atlas, 2007.

SILVA, F. E. C. & ROBLES, L. T. Gestão de resíduos sólidos não convencionais: O caso de GERESOL – Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Jundiaí – SP. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, n. 22, p. 38-49, 2011.

SOBRINHO, J.R.L.A. & SILVA, M.R.L. Destinação de Embalagens Vazias de Agrotóxico no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 14., 2011, Abordagens Técnicas de Gestão. *Anais...* São Paulo: ENGEMA, 2011. p. 1-17.

VERDUGO, V.C. Psicologia Ambiental: objeto, realidades, sócio-físicas e visões culturais de interações ambiente-comportamento. *Psicologia USP*, São Paulo, v. 16, n. 1-2, p. 71-87, 2005.