

BIODIVERSIDADE, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

VOLUME VI



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Frederico Celestino Barbosa

Biodiversidade, meio ambiente e desenvolvimento sustentável

6ª ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

6ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Barbosa, Frederico Celestino
B238B Biodiversidade, meio ambiente e desenvolvimento sustentável
/ Frederico Celestino Barbosa. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2023

84 f.: il

DOI: 10.37423/2023.edcl780

ISBN: 978-65-5367-374-8

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. agricultura 2. pecuária 3. sustentabilidade 4. biodiversidade I. Barbosa, Frederico Celestino II.
Título

CDU: 577

<https://doi.org/10.37423/2023.edcl780>

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORIA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

MSc Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

MSc Humberto Costa

MSc Thays Merçon

MSc Adalberto Zorzo

MSc Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

PHD Willian Douglas Guilherme

MSc Andrea Carla Agnes e Silva Pinto

MSc Walmir Fernandes Pereira

MSc Edisio Alves de Aguiar Junior

MSc Rodrigo Sanchotene Silva

MSc Wesley Pacheco Calixto

MSc Adriano Pereira da Silva

MSc Frederico Celestino Barbosa

MSc Guilherme Fernando Ribeiro

MSc. Plínio Ferreira Pires

MSc Fabricio Vieira Cavalcante

PHD Marcus Fernando da Silva Praxedes

MSc Simone Buchignani Maigret

Dr. Adilson Tadeu Basquerote

Dra. Thays Zigante Furlan

MSc Camila Concato

PHD Miguel Adriano Inácio

MSc Anelisa Mota Gregoleti

PHD Jesus Rodrigues Lemos

MSc Gabriela Cristina Borborema Bozzo

MSc Karine Moreira Gomes Sales

Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

MSc Pedro Panhoca da Silva

MSc Helton Rangel Coutinho Junior

MSc Carlos Augusto Zilli

MSc Euvaldo de Sousa Costa Junior

Dra. Suely Lopes de Azevedo

MSc Francisco Odecio Sales

MSc Ezequiel Martins Ferreira

MSc Eliane Avelina de Azevedo Sampaio

Editora Conhecimento Livre

Piracanjuba-GO

2023

CAPÍTULO 1	5
REVISÃO DE LITERATURA SOBRE JATROPHA CURCAS L., UMA PLANTA MEDICINAL UTILIZADA PELA POPULAÇÃO DO INTERIOR DO AMAZONAS.	
Milena Gaion Malosso Lilian Vieira Leônidas Kleberon de Oliveira DOI 10.37423/230808052	
CAPÍTULO 2	13
LEVANTAMENTO ETNOBOTÂNICO DE PLANTAS MEDICINAIS EM COMUNIDADES RURAIS NO MUNICÍPIO DE SÃO RAIMUNDO DAS MANGABEIRAS – MARANHÃO	
Celma da Silva Sousa Clemeson Cardoso Vale Ludymila Brandão Motta Maurício Eduardo Chaves e Silva Antonia de Lima da Silva DOI 10.37423/230808057	
CAPÍTULO 3	29
QUANTIFICAÇÃO DE OSMOLITOS ORGÂNICOS EM FOLHAS DE PINHÃO MANSO SUBMETIDAS À DEFICIÊNCIA HÍDRICA NO SOLO	
Leandro Dias da Silva João Victor Martins de Araújo Almeida Laércio Novato Ribeiro Filho Marcos Ferreira Almeida Milton Carriço Sá Raul Antônio Araújo do Bonfim Vinícius Alves Rodrigues Paulo Araquém Ramos Cairo Fábio Pinto Gomes DOI 10.37423/230808079	
CAPÍTULO 4	36
PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DA COLETA SELETIVA NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS – CAMPUS PROF. DARCY RIBEIRO	
Rayane Dias da Silva Sheila Cristina Martins Pereira DOI 10.37423/230808120	

CAPÍTULO 5 57

PADRONIZAÇÃO DOS ENSAIOS DE ADESÃO E INIBIÇÃO DA ADESÃO EM CEPAS DE
ACINETOBACTER BAUMANNII UTILIZANDO DETROIT 562

Barbara Araujo Nogueira

Ellen Jessouron

Cláudio Marcos Rocha de Souza

Prescila Emy Nagao Ferreira

Gabriela Santos Jonathan

DOI 10.37423/230808128

CAPÍTULO 6 71

ESTUDO DE PROPRIEDADES GEOTÉCNICAS E ANÁLISE DE FUNDAÇÕES PARA OBRA
INDUSTRIAL DA REGIÃO SUL DO BRASIL

Helena Paula Nierwinski

Bianca Schlickmann Felisbino

Augusto Teixeira de Sousa

DOI 10.37423/230808130

Capítulo 1



10.37423/230808052

REVISÃO DE LITERATURA SOBRE JATROPHA CURCAS L., UMA PLANTA MEDICINAL UTILIZADA PELA POPULAÇÃO DO INTERIOR DO AMAZONAS.

Milena Gaion Malosso

Milena Gaion Malosso

Lilian Vieira Leônidas

Universidade Federal do Amazonas

Kleberson de Oliveira

Universidade Federal do Amazonas



Resumo: A *Jatropha curca* L., popularmente conhecida como pião-branco, é uma planta medicinal bastante utilizada pela população do interior do Estado do Amazonas, Brasil, como vermífugo, antiparasitário, cicatrizante, o que indicia que esta espécie apresenta potencial fitoterápico. Assim, para dar o início ao estudo deste vegetal, foi realizada uma revisão bibliográfica narrativa sobre espécie, no qual as palavras chaves “*Jatropha*, *Jatropha curcas*, Sinônimas de *Jatropha curca*, pião-branco, uso popular de *Jatropha curca* e de pião branco, atividade biológica de *Jatropha curcas*” foram pesquisados nas plataformas Scielo e Google Acadêmico e, após aplicados os critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados os textos utilizados para elaborar este trabalho. Como resultado desta revisão, foram encontradas as moléculas jathrophina e cucacilina, respectivamente com atividades antifúngica e antimalárica comprovada, apresentando grande potencial na agricultura pelas atividades biológicas contra pragas. Além disso, o alto teor de óleo em suas sementes indica também possível uso na indústria de bioenergia, como biocombustível. Assim, com os dados levantados neste trabalho, foi feito um levantamento sistemático sobre esta espécie e suas moléculas de importância econômico como terpenos, esteroides, alcaloides, saponinas, taninos, lignanas, flavonoides e peptídeos, o que demonstra a importância desta espécie e a necessidade de estudos biotecnológicos tanto para sua conservação como para a produção de biomassa para fornecimento de matéria-prima para as indústrias.

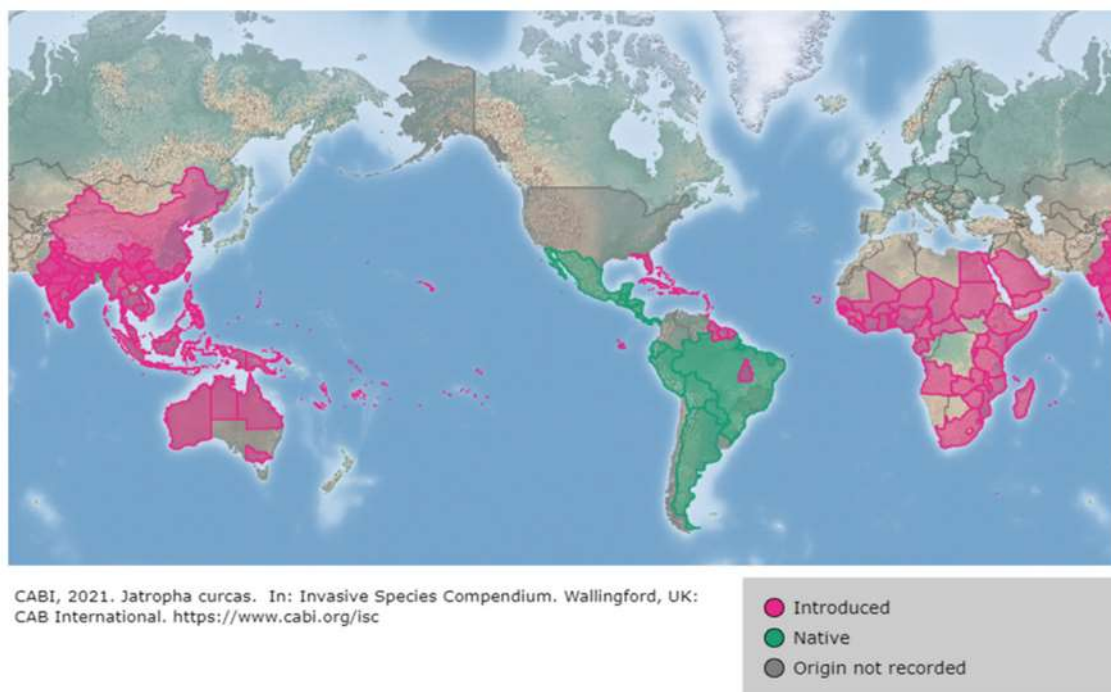
Palavras-chave: Pião branco, importância econômica e industrial, atividades biológicas e farmacológicas.

INTRODUÇÃO

O centro de origem da espécie *Jatropha Curcas* L. é indeterminado, porém, vários autores citam as Américas do Sul e Central como prováveis centros de origem e sua distribuição geográfica no Brasil dá-se desde a região Nordeste, Sudeste até o Paraná, devido à sua adaptabilidade a condições edafoclimáticas variáveis (VIRGENS et al., 2017).

Conforme a Figura 1 abaixo, elaborada por Neupane et al. (2021), pode-se verificar que, atualmente, o centro de origem de *J. curcas* L. ocorre nas Américas do Sul e Central, e, a partir destas, foi dispersada para as áreas tropicais e subtropicais dos demais continentes.

Figura 1: Mapa de distribuição de *Jatropha curcas* L. nos continentes.



Fonte: CABI 2021.

A *Jatropha curcas* L, conhecido por pinhão manso, é uma planta oleaginosa pertencente à família Euforbiaceae (VIRGENS, 2017), e que nos últimos anos tem se destacando consideravelmente pelo status e potencial agroenergético e farmacológico (CAMPUZANO-DUQUE, 2017). Segundo Raposo (2013), trata-se de uma espécie amplamente estudada e cultivada em diferentes continentes, por exemplo, África, Ásia, Americano (Sul/ Central/ Norte), e encontra no Brasil um campo considerável para seu cultivo, pesquisas, e principalmente no desenvolvimento na indústria química, especificamente nos campos farmacológico e de biocombustíveis (POSSAS, 2011).

O gênero *Jatropha* contém 186 espécies conhecidas (RIBEIRO, 2020), sendo a *Jatropha curcas* L. a mais estudada, devido seu potencial para a indústria de bioenergia, propriedades medicinais e na agricultura pelas atividades biológicas contra pragas e fitopatógenos (MACHADO, 2015).

Apesar de ser uma espécie perene, pode atingir a idade produtiva a partir do terceiro ano após o plantio (SPINELLI, 2012). Esta vantagem faz do pinhão-mansão uma oleaginosa promissora para o cultivo comercial, especialmente para a agricultura familiar (SOUZA¹ et. al., 2013). O pinhão-mansão vem sendo utilizado na agricultura para diversos fins, pois as plantas do gênero *Jatropha* são produtoras em potencial de metabólitos secundários bioativos como terpenos, esteroides, alcaloides, saponinas, taninos, lignanas, flavonoides e peptídeos (PEREIRA¹, 2017).

As folhas, frutos, látex e casca do pinhão-mansão contêm glicosídeos, taninos, fitoesteróis, flavonoides e sapogeninas esteroides que exibem amplas propriedades medicinais (MACHADO¹, 2019). Além disso, os produtos vegetais apresentam atividades antibacteriana e antifúngica. Dessa forma, as sementes da planta não só são fontes de biodiesel, mas também contêm vários metabólitos de importância farmacêutica. A exploração comercial de produtos biofarmacêuticos e produção de bioenergia são alguns dos potenciais desta espécie (MACHADO², 2019).

Diversos usos medicinais de partes de plantas de pinhão-mansão já foram relatados (AREKEMASE et. al., 2011). Numerosas substâncias biologicamente ativas foram isoladas e caracterizadas a partir de todas as partes da planta e os seus mecanismos de ação têm sido associados a um grande número de aplicações na medicina tradicional em diversas regiões mundo (RIBEIRO, 2020).

As espécies de *Jatropha* são ricas fontes de *fitoquímicos, como terpenos, peptídeos cíclicos alcaloides e lignanos* (MOURÃO, 2018). Os compostos mais estudados de *Jatropha curcas* L são os diterpenos, dos quais vários tiveram suas estruturas elucidadas (BEZERRA et al., 2014) e seus valores medicinais atribuídos (VIEIRA et al., 2021). Os diterpenos apresentam uma gama de atividades biológicas testadas in vitro, tais como anti-hipertensivos, antineoplásico, antirretroviral, anti-inflamatórios, analgésicos, antimicrobianos, inseticida e atividades moluscicidas (DEVAPPA et. al., 2010).

POTENCIAL FARMACOLÓGICO DE *JATROPHA CURCAS* L:

Além do potencial fármaco-medicinal, os subprodutos do pinhão-mansão *Jatropha Curcas* L, podem ser usados para diversos fins. A partir das sementes de pinhão-mansão é possível produzir inseticidas, larvicidas (OLIVEIRA et al., 2013), sabão, biodiesel (BARRETO et al., 2014), fertilizantes (torta) (CABRAL¹ et al., 2013), enquanto que as folhas, caule e raiz também possuem substâncias e biocidas (ARAÚJO,

2017). A biotecnologia tem sido um agente de grande importância para o uso de espécies do gênero *Jatropha* (PEREIRA² *et al.*, 2014), principalmente no que diz respeito à domesticação das mesmas (RODRIGUES *et al.*, 2016).

De acordo com Queiroz *et al.* (2013), ao realizem estudos sobre a viabilidade farmacológica da *Jatropha Curcas* L., os pesquisadores verificaram que esta planta também é utilizada como matéria-prima para o desenvolvimento de cosméticos funcionais. Estes produtos certamente inovarão a indústria farmacológica, especificamente a de cosmético, contudo, as pesquisas ainda estão apresentando resultados insuficiente para a realização de registros de patentes a partir do uso da matéria-prima pinhão manso.

Com o avanço das pesquisas sobre os benefícios da *J. curcas* para a saúde humana, os dermatologistas poderão prescrever o pinhão manso aos seus pacientes, em forma de creme, gel, pomada e sabonete (CABRAL², 2014). Além de ter propriedade antibacteriana, pesquisas com a planta comprovam que o pinhão manso, por possuir ácido palmitoleico, tem a capacidade de agir diretamente na diminuição de rugas, desaparecimentos de manchas e minimização de cicatrizes (JUSTO, 2019).

CONCLUSÃO

A *Jatropha curca* L. é uma espécie de grande importância econômica, pois possui várias moléculas que apresentam atividade biológica e, por isso, já são utilizadas na indústria na produção de medicamentos fitoterápicos de cosméticos, de fertilizante e de biocombustível. No entanto, não existem estudo de produção de biomassa em escala comercial desta planta, o que deve ser realizado com urgência, visando a conservação desta espécie.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Ígor Sabino Rocha de. Avaliação de atividade acaricida do extrato etanólico de folhas de *Jatropha curcas* L. Programa de Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Universidade Federal de Sergipe. 14p. 2017.
- AREKEMASE, M. O.; KAYODE, R. M. O.; AJIBOYE, A. E. Antimicrobial activity and phytochemical analysis of *Jatropha curcas* L. plant against some selected microorganisms. *INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGY*, v. 3, n. 3, p. 52-59. 2011. Retirado de: Microsoft Word - IJB201103b.doc (researchgate.net). Acessado em: 06/08/2023.
- BARRETO, Lília Calheiros de Oliveira, GOIS, Joicy Manuela Vilanova; OLIVEIRA, Dian Souza; GAMA, Genaro Junho; SILVA, Gabriel Francisco da; BERY, Carla Crislan de Souza; SANTOS, Joãa Antônio Belmino dos. Prospecção tecnológica sobre *Jatropha curcas* L. *CAD. PROPEC.* v. 7, n. 2, p. 208 -220, 2014.
- BEZERRA, Fernando Pereira; AGUIAR, Raimundo Wagner Souza; CARVALHO, Elisângela Elena Nunes; BORGES, Jaqueline Cibene Moreira; VALE, Bruno Nunes. *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) como novo bioinseticida: análise fitoquímica preliminar e atividade larvicida contra *Aedes aegypti* (Diptera: culicidae). *REVISTA AMAZÔNICA SCIENCE & HEALTH*. v. 2, n. 3, p. 17 – 25, 2014.
- 1CABRAL, Ana Cláudia; FRIGO, Elisandro Pires; MARI-JUNIOR, Álvaro, MARI, Ângelo Gabriel, CABRAL, Caroline. Pinhão manso (*Jatropha curcas*) – uma cultura energética. *ACTA IGUAZU*. v. 2, n. 1., p. 66 – 71, 2013.
- 2CABRAL, Célia; PITA, João Rui; SALGUEIRO, Lúgia. Plantas Medicinais: entre o passado e o presente – A coleção de fármacos vegetais da faculdade de farmácia da Universidade de Coimbra (Séculos XIX e XX). 2ª Edição. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra. 134 p. 2014.
- CAMPUZANO-DUQUE, Luis Fernando; RIOS, Luis Alberto; CARDENO-LOPEZ, Fernando. Caracterização composicional do fruto de 15 variedades de *Jatropha curcas* L. no departamento do Tolima, Colômbia. *CORPOICA CIENC. TECNOL. AGROPECU.* [online]. 2016, vol.17, n.3, pp.379-390.
- DEVAPPA, Rakshit. K.; MAKKAR, Harinder. P. S.; BECKER, Klaus. Biodegradation of *Jatropha curcas* phorbol esters in soil. *JOURNAL OF THE SCIENCE OF FOOD AND AGRICULTURE*. v. 90, n. 12, p. 2090-2097, 2010. Retirado de: Kodekalra_PhD_Thesis_Library_copy.pdf (uni-hohenheim.de). Acessado em 06/08/2023.
- FEIDEN, Alberto & BRANCO, Oslain Domingos. Ocorrência e conhecimento popular sobre pinhão-manso (*Jatropha curcas*) na Borda Oeste do Pantanal. *CADERNOS DE AGROECOLOGIA*. v. 7, n. 2 (2012): IV Seminário de Agroecologia do Mato Grosso do Sul – Resumos.
- JUSTO, Aline da Silva. Caracterização química do óleo de *Croton tiglium* (Euphorbiaceae) e avaliação do perfil dermatológico do peeling de fenol com óleo de *Croton*. Dissertação de Mestrado em Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual de Ponta Grossa. 88 p. 2019. Retirado de: Aline_da_Silva_Justo-libre.pdf (d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net). Acessado em 06/08/2023.

2MACHADO, Paula Cristiane. Diversidade e potencial biotecnológico da comunidade bacteriana associada ao pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.). Tese de Doutorado em Biotecnologia da Universidade Federal de São Carlos. 149 p., 2019.

1MACHADO, Paula Cristiane. Identificação molecular e caracterização molecular e caracterização bioquímica de bactérias endofíticas associadas à cultura do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) com pontencial biotecnológico. Dissertação de Mestrado em Biotecnologia da Universidade Federal de São Carlos. 101 p., 2015.

MOURÃO, Pedro Junior Pinheiro. Análise da atividade antiviral de extratos de plantas medicinais ocorrentes em Rio Branco. Dissertação de Mestrado em Ciências e Inovação Tecnológica da Universidade Federal do Acre. 72 p., 2018. Retirado de: pedro-junior-pinheiro-mourao.pdf (ufac.br). Acessado em 06/08/2023.

NEUPANE, D.; BHATTARAI, D.; AHMED, Z.; DAS, B.; PANDEY, S. SALOMON, J. K. Q.; QIN, R.; ADHIKARI, P. Growing *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) as a potential second-generation biodiesel feedstock. INVENTIONS. v.6, n. 60, p. 1 – 23, 2021.

OLIVEIRA, H. N.; SANTANA, A. G.; ANTIGO, M. R. Atividade inseticida de óleo de pinhão-mansão (*Jatropha curca* L.), e neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) em ovos de *Diatraea saccharalis* (FABRI., 1974) (Lepdoptera: Crambidae). ARQ. INST. BIOL. v. 80, n. 2., p. 229 – 232, 2013.

1PEREIRA, Illana Reis. Avaliação do Latex de *Jatropha curcas* L.: Propriedades químicas, físicas e biológicas. Dissertação de Mestrado em Produção Vegetal da Universidade Estadual de Goiás. 87 p., 2017.

2PEREIRA, Sammy Aquino; MENDONÇA, Maria Silvia de; BARBALHO, Célia Regina Simonetti. Prospecção do gênero *Jatropha* (Euphorbiaceae) com foco em Biotecnologia. Revista GEINTEC GESTÃO, INOVAÇÃO E TECNOLOGIAS. v. 4, n. 5, p. 1424 – 1434, 2014.

POSSAS, José Marcelo Cordeiro. Zoneamento agroclimático para a cultura de ponhão manso (*Jatropha curcas* L.) no Estado de Pernambuco. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco. 76 p., 2011.

RAPOSO, Ramon da Silva. Análise genômica do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.): desenvolvimento de marcadores moleculares. Tese de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Rede Norte de Biotecnologia da Universidade Federal do Piauí, 24 p., 2013.

RIBEIRO, Daniel Ornelas; SILVA-MANN, Renata; FERREIRA, Olavo José Marques. Potencial fungicida de extratos de *Jatropha curcas* L. REVISTA GEINTEC – GESTÃO, INOVAÇÃO E TECNOLOGIAS. v. 10, n. 1, p. 5302 – 5335, 2020.

RODRIGUES, Erina Vitória; LAVIOLA, Bruno Galveas; FALCÃO, Rosana; TEODORO, Paulo Eduardo; MORANA, Júlio Cesar; ALVES, Alexandre Alonzo. Seleção de famílias e genitores de *Jatropha* para produção de grãos, via modelos mistos. In: Anais do III Encontro de Pesquisa e Inovação da EMBRAPA Agroenergia. p. 56 – 62, 2016.

SPINELLI, Victor Mouzinho. Desempenho produtivo e estimativas de parâmetros genéticos com a seleção entre e dentro de famílias de meias-irmãs de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.). Dissertação de Mestrado em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. 71 p., 2012.

1SOUZA, Andreyeb Cândido; RIBEIRO, Ricardo Pires; JACINTO, Júlia Guerra Dourado; CINTRA, Ana D'Ávila Rodrigues; AMARAL, Rodrigo Santos; SANTOS, Alessandra Castilho; MATOS, Fábio Santos. Consórcio de pinhão-manso e feijoeiro: alternativa para a agricultura familiar. REVISTA AGRARIAN. v. 6, n. 19, p. 36 – 42, 2013.

VIERIA, Danigleyse Santos; OLIVEIRA, Fabianny Torres de; SUAREZ, Jorge Andrés Garcia; SILVA, Davi Porfírio da; BERNARDO, Thaís Onório Lins; BASTOS, Maria Lysete de Assis. Atividades biológicas: anti-infeciosa, antioxidante e cicatrizante da espécie vegetal *Jatropha multifida*. REVISTA BRASILEIRA DE ENFERMAGEM. v. 74, n. 2, p. 1 – 10, 2020.

VIRGENS, I. O.; CASTRO, R. D.; LOUREIRO, M. B. FERNANDES, L. G. Revisão: *Jatropha curcas* L: aspectos morfológicos e químicos. BRAZILIAN JOURNAL OF FOOD TECHNOLOGY. v. 20, p. 1 – 11, 2017.

Capítulo 2



10.37423/230808057

LEVANTAMENTO ETNOBOTÂNICO DE PLANTAS MEDICINAIS EM COMUNIDADES RURAIS NO MUNICÍPIO DE SÃO RAIMUNDO DAS MANGABEIRAS – MARANHÃO

Celma da Silva Sousa

*Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do
Maranhão*

Clemeson Cardoso Vale

*Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do
Maranhão - Campus São Rdo das
Mangabeiras*

Ludymila Brandão Motta

*Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do
Maranhão - Campus São Rdo das
Mangabeiras*

Maurício Eduardo Chaves e Silva

*Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do
Maranhão - Campus São Rdo das
Mangabeiras*

Antonia de Lima da Silva

*Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do
Maranhão - Campus São Rdo das
Mangabeiras*



Resumo: Nos últimos anos, a ciência moderna evoluiu bastante no que diz respeito ao acontecimento sobre as plantas medicinais (Etnobotânica) e no que diz respeito ao Meio Ambiente (Etnoecologia). No entanto, para esta evolução continuar acontecendo, é preciso voltar os estudos para pontos de origem da sociedade, nos quais a sabedoria de milhares de anos foi alcançada através da observação, de erros e acertos do ser humano dentro da sociedade. Objetivou-se identificar as principais espécies de plantas medicinais e a sua importância dentro das comunidades rurais que estão localizadas dentro do município de São Raimundo das Mangabeiras – MA. A metodologia utilizada para a coleta de dados foi a aplicação de um formulário com perguntas semi-estruturadas. Para aplicação deste foram desenvolvidas 20 questões objetivas, as quais categorizavam as plantas utilizadas dentro destas comunidades para fins fitoterápicos, bem como a sua diversidade dentro das comunidades. O processo de levantamento da pesquisa contou com a participação de 77 pessoas de diferentes faixas etárias e geolocalização diversificada, para maior precisão dos resultados obtidos pelas análises dos dados. O número de entrevistados foi dividido entre as cinco maiores comunidades existentes no município: Comunidade Nova Descoberta, Comunidade Palmeira, Povoado Canto Grande, Povoado Vale Verde e Povoado Morro do Chupé. Os resultados obtidos nesta pesquisa mostraram indicativos para a existência de um uso muito alto e frequente das plantas medicinais como recurso terapêutico medicinal alternativo dentro das localidades afastadas do centro da cidade o que demonstra o quão grande é a riqueza de conhecimentos da população sobre as plantas medicinais, e suas aplicações terapêuticas na prevenção e cura de doenças. Por meio da aplicação dos questionários foi possível analisar o conhecimento empírico etnobotânico regional, que é transmitido através das gerações dentro da comunidade.

Palavras-chave: Fitoterápicos. Conhecimentos tradicionais. Conscientização agroecológica.

1 INTRODUÇÃO

A princípio é preciso entender que a etnobotânica compreende um conjunto de estudos sobre a ação direta do homem com a natureza, seja por meio de interações ecológicas, evolutivas, simbólicas, culturais ou genéticas. Esta ligação entre o homem e a natureza contribui para o conhecimento de várias plantas medicinais presentes na sociedade e tem ocorrido desde que o homem iniciou o uso dos vegetais para satisfazer suas necessidades de sobrevivência, seja com alimento, para produzir calor, para se abrigar, na construção, como ornamento ou para assegurar a sua saúde (LERY; AGUIRRE, 1999).

As plantas medicinais têm sido ricas fontes para obtenção de moléculas para serem exploradas terapeuticamente, aonde o interesse da pesquisa nesta área vem aumentando nos últimos anos, onde estão sendo instituídos projetos financiados por órgãos públicos e privados. É possível perceber que existe um amplo e importante conhecimento popular sobre o uso de plantas medicinais, sendo que há décadas utilizam-nas para fins medicinais, empregadas em preparações tradicionais de cura na comunidade rurais por diversas formas, seja através de chás, tinturas, banhos, cataplasma, compressas, xaropes, entre outros (LOPES, 2015).

Segundo Neto (2003), a quantidade de espécies medicinais em todo o bioma Cerrado é seguramente maior do que até o presente momento estabelecida, mas somente ao se compilar a flora medicinal do Cerrado em cada estado brasileiro, como é o caso do Maranhão, onde se encontra as comunidades rurais aqui citadas, de forma aprofundada é que se poderá avaliá-la como um todo. A revisão com base em alguns autores de cada estado não mostra e nem mostrará a real quantidade e diversidade de espécies medicinais do bioma de uma forma geral. Em vista disso, sugere-se que sejam feitas revisões bibliográficas aprofundadas em cada estado da área de abrangência do Cerrado. Desse modo, o uso dessas plantas é de suma importância em algumas comunidades mais distantes, visto que os moradores destas regiões recorrem primeiramente a estes tipos de plantas em busca de tratamento de algumas doenças.

É importante destacar também que, com o passar dos anos, os conhecimentos sobre as plantas medicinais está cada vez mais crescente devido diversas pesquisas e do compartilhamento de informações adquiridas de geração em geração, a chamada medicina popular. No mesmo sentido, os produtos naturais apresentam importância para os meios de cura empregados nas práticas medicinais populares. Desse modo, a medicina popular traz em sua essência, inúmeros estudos acerca das plantas medicinais, aumentando assim, em grande escala, quantidades significativas de informações para

serem explorados futuramente tanto pela comunidade acadêmica, quanto pela população em geral (FIRMO et al., 2011).

Os produtos naturais utilizados na medicina tradicional são provenientes das mais diversas fontes, podendo-se extrair matéria-prima das folhas, frutos e raízes. Esses produtos são oriundos das mais diversas famílias de plantas e consequentemente aplicadas no tratamento de várias enfermidades, seja na formade chá, pomadas, extrato, entre outras (CAVALCANTI et al., 2020).

A secretaria Especial do Desenvolvimento Social, vinculada atualmente ao Ministério da Cidadania conceitua Povos e Comunidades Tradicionais (PCTs) como grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição. Disto isso, é possível observar quão notória é a importância das plantas medicinais para as comunidades, principalmente as rurais, já que sem elas haverá dificuldade no tratamento de algumas enfermidades, haja vista que muitas pessoas recorrem a elas antes de procurar tratamento médico especializado.

Os estudos fitoterápicos são de grande importância para sociedade no mundo inteiro. O Brasil abriga uma das mais ricas floras do mundo devido a sua significativa extensão territorial. Em sua complexa biodiversidade, existe grande número de plantas que são utilizadas pelas populações para o tratamento de diversas enfermidades, tanto para seres humanos quanto para animais domésticos (MING, 1995). Por ter essa extensão territorial tão relevante, o país foi dividido em cinco áreas de grande abundância de plantas nativas, dentre elas se encontra o bioma Cerrado (RIBEIRO & WALTER, 1998).

O Cerrado é o maior em área do país, ocupando 23% do território nacional, sendo o mesmo possuidor de uma imensa diversidade. Dentro deste bioma brasileiro tão importante, encontra-se o município de São Raimundo das Mangabeiras, que possui cerca 3.524,501 km² de extensão, situado nas coordenadas geográficas: Latitude: 07° 01' 18" Sul, Longitude: 45° 28' 52" Oeste, localizando-se na região sul do estado do Maranhão, pertencente à mesorregião sul maranhense. Dentro deste município é possível notar grandes comunidades rurais que abrigam moradores com contado frequente relativo ao uso de plantas medicinais. São elas: Comunidade Nova Descoberta, Povoado Canto grande, Povoado Vale Verde, Comunidade Palmeira e Povoado Morro do Chupé. Tomando por base todos estes conceitos, é possível observar que vigora uma constate busca por conhecimentos acerca das plantas medicinais, mesmo após ter se passado vários períodos da história ou se tenha

uma dificuldade maior de acesso a uma determinada região do planeta. Nota-se ainda que esta busca tem se fortalecido cada vez mais, construindo-se assim, através dos produtos naturais, uma base muito sólida para o tratamento de diferentes doenças no mundo inteiro (PHILIPS; GENTRY, 1993). Neste aspecto, propósito desta pesquisa foi realizar um levantamento sobre o conhecimento e uso de plantas medicinais em comunidades rurais dentro destas importantes comunidades do município com o objetivo de se contribuir para uma melhor compreensão da variedade de plantas medicinais nas localidades a partir da categorização quanto ao uso e aplicabilidade dessas plantas medicinais.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado no município de São Raimundo das Mangabeiras que possui cerca 3.524,501 km² de extensão, situado na região sul do Estado do Maranhão, tendo como objeto do estudo as comunidades rurais: Comunidade Nova Descoberta, Povoado Canto grande, Povoado Vale Verde, Comunidade Palmeira e Povoado Morro do Chupé.

As informações sobre as plantas medicinais foram coletadas por meio de entrevistas semiestruturadas e listas livres (ALBUQUERQUE et al. 2016) (ANEXO A), através das quais foram obtidas informações sobre as espécies, suas indicações de uso, partes utilizadas e formas de preparo, tendo este processo de entrevistas realizadas entre os meses de janeiro a março de 2021, em que foram entrevistados 77 indivíduos escolhidos aleatoriamente. As entrevistadas eram compostas de indivíduos de diferentes faixas etárias sendo todos maiores que 18 anos.

Ao início das entrevistas foram expostos os principais aspectos e objetivos da pesquisa e por sua vez entregue aos entrevistados o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), também lido pelo entrevistador no momento da entrevista e qualquer dúvida por sua vez sendo esclarecida (ANEXO B). De posse da ciência, destinava-se a posse de uma das duas vias do TCLE ao entrevistado, assim dando início às respostas dos questionários. Foram verificadas quais as plantas e os órgãos vegetais mais conhecidas e utilizadas nas comunidades e as finalidades de uso, bem como a aplicabilidade das plantas medicinais identificadas, de tal modo a proporcionar um estudo do perfil dessas comunidades.

Após a coleta de dados, estes foram organizados em formulários digitais (banco de dados) para melhor tabulação dos dados. Os dados tabulados contidos na extração dos formulários foram obtidos por meio de questões referentes a utilização das plantas medicinais (plantas mais utilizadas, finalidade do uso, parte utilizada e forma de preparo).

Os dados tabulados foram analisados de forma qualitativa e quantitativa para a distribuição do conhecimento das espécies, frente à riqueza de plantas medicinais citadas, e calculada a frequência de citação para cada espécie, conforme Nascimento *et al.* (2013), por intermédio da proporção entre o número de informantes que mencionaram uma dada espécie e o número total de informantes. Realizou-se também o registro fotográfico das plantas citadas para que posteriormente fossem identificadas e possa vir a servir de acervo para pesquisas seguintes, para a comunidade geral e para o Instituto Federal do Maranhão - Campus São Raimundo das Mangabeiras. A classificação foi feita com o auxílio de literatura especializada, baseada principalmente nos métodos e técnicas de pesquisa etnobiológicas e etnoecológicas trazidas por Albuquerque *et al.* (2016).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados e avaliados nas cinco comunidades rurais (Nova Descoberta, Palmeira, Canto Grande, Morro do Chupé e Vale Verde) foram organizados em tabelas e gráficos para melhor visualização dos resultados alcançados pela pesquisa. Dentre os 77 entrevistados, analisou-se a frequência de gênero e verificou-se que 49 (64%) eram mulheres. Essa alta prevalência pode estar relacionada ao fato de que nas comunidades rurais, as mulheres permanecem em suas casas cuidando das atividades domésticas diurnas. As mulheres trazem consigo uma experiência de vida que aprenderam com a família, tornando-as a classe dominadora do saber em relação às plantas medicinais. Além disso, elas estão mais ligadas à família e a saúde e querem sempre ajudar de alguma forma, repassando seu conhecimento para os demais e são preocupadas com situações de saúde – doença e tentam ajudar de acordo com seus conhecimentos e experiências de vida (DIAS, 1991).

Os entrevistados de ambos os sexos que mais se destacaram por conhecer uma quantidade maior de plantas medicinais apresentam idade média entre 49 e 58 anos (24,67%) e baixo índice de escolaridade (66,24%), sendo em sua maioria semianalfabetos e ensino fundamental incompleto (66,24%). É possível perceber que o nível de pessoas não alfabetizadas e de ensino fundamental incompleto representam juntas cerca de (67%) do total da pesquisa. Tal resultado carência sobre os conhecimentos científicos das plantas medicinais às comunidades interioranas juntamente com a educação básica, principalmente pelo fato destes moradores entrevistados terem suas moradias mais afastadas do centro de ensino e desenvolveram tarefas na agricultura para garantir a própria sobrevivência, inviabilizando assim a continuidade dos estudos.

Segundo Lima *et al.* (2011), é possível observar que o conhecimento aplicado tradicionalmente acerca das plantas medicinais apresenta diminuição significativa conforme os níveis de escolaridade

aumentam. Dito isso, verifica-se que há uma tendência de se passar os conhecimentos sobre a etnobotânica cultural, sendo assim transmitido a cada geração pelos familiares com idade mais avançada e baixa escolaridade.

O uso das plantas medicinais pelos entrevistados mostra uma disparidade em relação aos que não usam e/ou usam as plantas medicinais com baixa frequência e os que utilizam frequentemente. Isso acontece por diversos fatores, um deles é a distância da localidade onde vivem estas pessoas aos grandes centros das cidades no qual estão os estabelecimentos fármacos comerciais. Além do fácil acesso dentro das comunidades tradicionais, este uso das plantas medicinais na atenção primária à saúde é considerado um recurso viável e barato, uma vez que o Brasil dispõe da maior biodiversidade de plantas do mundo e, em decorrência, uma rica diversidade cultural e étnica em suas regiões (VEIGA JÚNIOR, 2008). No que concerne a parte da planta utilizada será no preparo da medicação alimentar, é possível verificar que a escolha preferida pelos entrevistados são todas as partes das plantas seguida da preparação somente coma folhas (40,26%). Tal resultado demonstra que na maioria dos casos, as folhas estão presentes em grande peso seja isolada, seja acompanhada do restante das partes das plantas. Um fator que pode ser levado em consideração em relação a porcentagem considerável do uso da folha nas preparações domésticas é a sua disponibilidade durante todos os meses do ano (SPAGNUOLO, 2009).

Os cultivo de plantas medicinais e suas respectivas quantidades, mostrando através deste gráfico que a taxa percentual de quantidade de pessoas que cultivam até cinco plantas medicinais é a mesma da quantidade pessoas que não cultivam plantas de forma alguma em sua residência (44,16%). Deste modo, fica evidenciado claramente a importância da transmissão de conhecimentos através do conhecimento popular e cultura familiar.

Observou-se ainda que em casos de enfermidades, há uma recorrência significativa na escolha das plantas medicinais como primeira opção de cura e melhora por parte dos entrevistados. Segundo Tomazzoni et al. (2006), acredita-se que cerca de 80% da população global faça uso das plantas medicinais como principal ferramenta terapêutica no tratamento de doenças. Isso tende a ser muito perigoso, já que o uso indiscriminado de medicamentos fitoterápicos pode ser nocivo à saúde, como qualquer outro produto, se usado incorretamente, fazendo com que o organismo acabe assimilando também uma centena de outras substâncias químicas não conhecidas pelo usuário, que poderão ser tanto promotoras de ações benéficas como reações tóxicas (SILVA et al, 2010). E este uso de plantas medicinais se justifica, nas palavras de Devienne *et al.* (2004), pelo fato de serem alternativas de baixo

custo em relação aos medicamentos industrializados, mesmo com a alta produção e variedades de fármacos.

Outro fator que se deve levar em consideração, além do preço elevado dos medicamentos industrializados, é dificuldade do acesso à assistência médica pela comunidade (BADKE, 2012).

A pesquisa contou com a representação de 89 espécies de plantas medicinais citadas pelos entrevistados organizadas em suas respectivas quantidades de uso de forma absoluta relativa conforme mostra a Tabela 1 e as plantas medicinais mais utilizadas por estes moradores, juntamente com suas características.

Tabela 1. Listagem de plantas medicinais recolhidas nas comunidades em São Raimundo das Mangabeiras – MA.

<i>Família/Nome Científico</i>	<i>Nome Comum</i>	<i>Freq. Rel.</i>	<i>Forma de Uso</i>	<i>Indicação</i>
<i>Lauraceae/ Sin.Laurus Persea L.</i>	Abacateiro	0,38%	Chá de todas as partes ou <i>in natura</i>	Mal funcionamento dos rins
<i>Cucurbitaceae/ Cucurbita L.</i>	Abóbora	0,57%	Todas as partes	Vermifugo
<i>Iridaceae/ Curcuma longa L.</i>	Açafrão	0,76%	Chá das folhas	Anti-inflamatório
<i>Amaranthaceae/ Alternanthera brasiliana L.</i>	Açoita-cavalo	0,57%	Chá de todas as partes	Anti-inflamatória, analgésica e antiviral
<i>Fabaceae/ Glycyrrhiza glabra L.</i>	Alcaçuz	0,38%	Todas as partes <i>in natura</i>	Antioxidante e antimicrobiana
<i>Labiatae/ Salvia rosmarinus L.</i>	Alecrim	1,91%	Chá das folhas	Dores em geral
<i>Lamiaceae/ Ocimum basilicum L.</i>	Alfavaca	2,10%	Todas as partes <i>in natura</i>	Febre e tosse em geral
<i>Lamiaceae/ Lavandula latifolia L.</i>	Alfazema	0,57%	Chá das flores	Calmante
<i>Gossypium herbaceum L.</i>	Algodão	0,57%	Chá de todas as partes	Inflamação
<i>Moraceae/ Morus nigra L.</i>	Amora	0,38%	Chá das folhas	Dor de cabeça e cólicas
<i>Lamiaceae/ Coleus forskohlii (Willd.) Briq.</i>	Anador	0,38%	Chá de todas as partes	Dor de cabeça
<i>Leguminosae/ Anadenanthera colubrina (Vell) Brenan</i>	Angico	0,76%	Cascas <i>in natura</i>	Dor de cabeça e cólicas
<i>Anacardiaceae/ Pistacia lentiscus L.</i>	Aroeira	2,49%	Chá das folhas	Anti-inflamatório
<i>Rutaceae/ Ruta graveolens L.</i>	Arruda	0,57%	Chá das folhas	Dor de cabeça e cólicas
<i>Asteraceae/ Vernonia polysphaera Less</i>	Assa-peixe	0,38%	Chá das folhas	Gripe e dores nas costas
<i>Aphididae/ Annona squamosa L.</i>	Ata	0,38%	Chá das folhas	Má digestão

<i>Xanthorrhoeaceae/ Aloe vera L.</i>	Babosa	1,72%	Todas as partes <i>in natura</i> ou chá	Inflamações do fígado e tratamento capilar
<i>Leguminosae/ Stryphnodendron barbatiman (Mart.)</i>	Barbatimão	0,96%	Lambedor das folhas	Dor de cabeça e cólicas
<i>Lamiaceae/ Plectranthus Amboinicus Lyons</i>	Boldo-Chile	6,50%	Chá das folhas	Estômago e dor no corpo, febre e gripe
<i>Asteraceae/ Vernonia Condensata Baker</i>	Boldo-da-folha-grossa	0,76%	Chá das folhas	Anti-inflamatório
<i>Lamiaceae/ Plectranthus Barbatus Andrews</i>	Boldo-sete-dor	0,38%	Chá das folhas	Má digestão
<i>Cucurbitaceae/ Luffa operculata Cogn.</i>	Buchinha; Cabacinha	1,15%	Chá das folhas	Doenças Inflamatórias
<i>Arecaceae/ Mauritia flexuosa L.f.</i>	Buritizeiro	0,57%	Óleo do fruto	Queimaduras
<i>Anacardiaceae/ Anacardium Occidentale L.</i>	Cajuí	1,15%	Caule <i>in natura</i>	Má digestão
<i>Asteraceae/ Matriaca recutita L.</i>	Camomila	0,96%	Chá de todas as partes	Estresse
<i>Costaceae/ Costus spicatus (Jacq.) Sw</i>	Canela-de-macaco	0,38%	Lambedor de todas as partes	Rins
<i>Poaceae/ Cymbopogon citratus Benth</i>	Capim-Santo	3,06%	Chá das folhas	Pressão alta
<i>Leguminosae/ Caesalpinia pramidalis Tul.</i>	Catinga-de-porco	4,97%	Chá das folhas	Males do estômago
<i>Leguminosae/Bauhinia rutilans (Spruce ex Benth.)</i>	Cipó-de-escada	0,38%	Todas as partes <i>in natura</i>	Antissifilítica, antirreumática
<i>Coriandrum</i>	Coentro	0,57%	Chá de todas	Febre
<i>Lamiaceae / Ocimum basilicum L.</i>	Manjerição	1,34%	Chá das folhas	Dor de Barriga
<i>Passifloraceae/ Passiflora alata L.</i>	Maracujá	1,34%	Chá de todas as partes	Calmante
<i>Chenopodiaceae/ Chenopodium ambrosioides</i>	Mastruz	2,49%	Chá de todas as partes	Anti-inflamatório e cicatrizante
<i>Zea mays L.</i>	Milho	0,38%	Todas as partes	Dor de barriga
<i>Myristicaceae / Myristica fragrans Houtt.</i>	Nanuscada	0,96%	Chá das folhas	Dores abdominais
<i>Meliaceae/ Azadirachta indica A. Juss</i>	Ninho	0,38%	Cascas <i>in natura</i>	Abortivo
<i>Morinda citrifolia</i>	Noni	0,38%	Chá de todas as partes	Câncer.
<i>Violaceae/ Hybanthus calceolaria L.</i>	Papaconha	0,19%	Todas as partes	Diarreia
<i>Bignoniaceae/Arrabidaea chica Verlot</i>	Pariri	0,38%	Todas as partes	Colesterol
<i>Bignoniaceae/ Tabebuia SP</i>	Pau-d'arco Roxo	0,96%	Chá de todas as partes	Anemia, infecção Urinária
<i>Euphorbiaceae/ Sapium glandulosum L.</i>	Pau-de-leite	0,38%	Todas as partes <i>in natura</i>	Gripe

<i>Fabaceae/ Caesalpinia leiostachya Benth</i>	Pau-ferro	0,19%	Chá das cascas	Tratamento de feridas e contusões
<i>Nyctaginaceae/ Boerhavia diffusa L.</i>	Pega-pinto	0,38%	Todas as partes <i>in natura</i>	Próstata
<i>Rosaceae/ Pyrus communis L.</i>	Pereira	0,57%	Chá das cascas	Anti-inflamatório
<i>Amaranthaceae/ Gomphrena Globosa L.</i>	Perpetua Roxa	0,57%	Chá das folhas	Tosse
<i>Boerhaavia diffusa L.</i>	Pixurí	0,76%	Chá das folhas	Dores estomacais
<i>Hebanthe spicata Mart.</i>	Pustumeira	0,57%	Chá de todas as partes	Anti-inflamatório
<i>Phyllanthaceae/ Phyllanthus niruri Vahl.</i>	Quebra-pedra	1,34%	Chá de todas as partes	Problemas renais
<i>Rubiaceae/ Cinchona calisaya Wedd.</i>	Quina	2,10%	Todas as partes	Anti-inflamatório e gripe
<i>Punicaceae/ Punica Granatum L.</i>	Romã	1,15%	Cascas <i>in natura</i>	Resfriado e dor de garganta
<i>Dilleniaceae/ Curatella Americana</i>	Sambaíba	0,38%	Todas as partes <i>in natura</i>	Anti-inflamatório
<i>Pterodone marginatus Vogel</i>	Sucupira	0,96%	Chá de todas as partes	Anti-inflamatório
<i>Leguminosae/Tamarindus indica L.</i>	Tamarindo	0,57%	Chá de todas as partes ou <i>in natura</i>	Controle de pressão
<i>Zingiberaceae/Zingiber Officinale Roscoe</i>	Terramicina	0,38%	Chá de todas as partes	Febre e dor de cabeça
<i>Fitolacaceae/ Petiveria alliacea L.</i>	Tipi	0,76%	Chá das raízes	Dor de cabeça e cólicas
<i>Acanthaceae/Justicia pectoralis Jacq.</i>	Trevo	0,57%	Chá de todas as partes	Coração
<i>Bixa orellana L.</i>	Urucum	0,96%	Chá das folhas	Colesterol
NI*	Vereda	3,63%	Chá das folhas	Dores estomacais
<i>Labiatae / Mentha Arvensis L.</i>	Vick	0,96%	Folhas <i>in natura</i>	Dor de cabeça e cólicas
<i>Malvaceae/ Hibiscus sabdariffa DC.</i>	Vinagreira	0,19%	Chá de todas as partes	Tratamento gastrointestinal

*Não identificada. Fonte: Autora (2021).

Dentre estas 89 espécies, prevaleceu o cultivo de Erva Cidreira (*Melissa officinalis* L.) liderando o ranking da pesquisa com maior frequência relativa de 9,18%, em relação as outras espécies. Observou-se o Boldo-chile (*Plectranthus amboinicus* Lyons) e a Catinga-de-porco (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.) ocuparam a segunda e terceira maiores frequências relativas, com taxas de 6,50% e 4,17%, respectivamente. Os entrevistados desta pesquisa relataram que o uso de Erva Cidreira (*Melissa officinalis* L.) tem como uso e aplicação no processo de alívio dos sintomas de febre e também como um ótimo calmante.

O Boldo-chile (*Plectranthus amboinicus* Lyons) por parte dos entrevistados apresentou-se como alternativa no alívio de dores de estômago e má digestão. Por serem as duas plantas medicinais mais citadas na pesquisa é possível perceber que, embora muito presentes nestas cinco comunidades, as mesmas não são nativas do Cerrado. Quanto a forma de preparação de utilização destas duas plantas medicinais a forma de chás compostos pelas folhas foi a mais representativa. Destacou-se ainda na pesquisa outras espécies de plantas medicinais identificadas e presentes nas comunidades como: Hortelãzinha (*Mentha x Piperita* L.), Mangabeira-brava (*Hancornia* sp. 2), Vereda (NI*) Folha-santa (*Allium sativum* lam. Pers), Capim- Santo (*Cymbopogon citratus* Benth), Malva do Reino (*Malva sylvestris* L.), Mastruz ou erva-de-santa-maria (*Chenopodium Ambrosioides* L.), que juntas ocupam, respectivamente, as maiores posições no ranking das 10 plantas mais utilizadas pelos entrevistados.

Os dados extraídos desta pesquisa mostraram o uso medicinal das plantas nas comunidades ao redor e pertencentes ao município de São Raimundo das Mangabeiras – MA constituindo um arsenal de grande valor científico para a sociedade etnobotânica. Deste modo, estas plantas e seus preparados se apresentam como fontes medicamentosas alternativas para a obtenção de cura de algumas doenças, seja por meio de chás, xaropes, sucos, garrafadas, e outras variedades de métodos de preparação.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos estudos etnobotânicos no município de São Raimundo das Mangabeiras – MA ainda estarem em seus passos iniciais, é possível perceber que os resultados encontrados neste estudo são indicativos para a existência de um uso muito alto e frequente das plantas medicinais como recurso terapêutico medicinal alternativo dentro das localidades afastadas do centro da cidade. Além disso, este estudo reafirma a discussão sobre a importância de se harmonizar os saberes empíricos com os conhecimentos científicos para o desenvolvimento da sociedade.

No decorrer desta pesquisa foi observado que muitas pessoas possuem em nos quintais de suas casas alguns tipos de plantas medicinais. Por outro lado, analisando os dados das repostas dos entrevistados, obtidos através do preenchimento do formulário, observa-se também um número elevado de pessoas que possuem significativo conhecimento sobre a eficácia das plantas medicinais e não pratica o cultivo das mesmas.

Esta abordagem etnobotânica dentro destas cinco comunidades do município de São Raimundo das Mangabeiras também mostraram a importância de cada espécie, bem como o seu percentual de uso.

No entanto, deve-se atentar aos cuidados na utilização desses tipos de ervas, haja vista que os conhecedores dessas plantas medicinais sabem que elas também trazem risco para a saúde quando manejadas e/ou preparadas de maneira incorreta.

Fica evidenciado também, a importância da preservação da valorização cultural das comunidades tradicionais no que concerne a transmissão dos conhecimentos recebidos sobre o uso e consumo das ervas medicinais dos antepassados para as gerações futuras.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, U. P. et al. Métodos e técnicas na pesquisa etnobiológica e etnoecológica. 1.ed, Nupeea, Recife - PE, 2016.
- ALVES, G. S. P.; POVH, J. A. Estudo etnobotânico de plantas medicinais na comunidade de Santa Rita. Revista Biotemas, v. 26, n. 3, p. 232-242. Ituiutaba, MG. 2013. ISSN 2175-7925.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDCnº 10, de 9 de março de 2010. Disponível em: <http://189.28.128.100/dab/docs/legislacao/resolucao10_09_03_10.pdf>. Acesso em: 26 de abril de 2021.
- BADKE, M. R. et al. Saberes e práticas populares de cuidado em saúde com o uso de plantas medicinais. Texto & Contexto Enfermagem. Florianópolis, Brasil. v.21, n. 2, p.363-70, abr/jun, 2012.
- BORGES, R.; PEIXOTO, A. L. Conhecimento e uso de plantas em uma comunidade caiçara do litoral sul do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Acta Botanica Brasilica, v. 23, n. 3, p. 769-779, 2009.
- CAVALCANTI, C. A., ANDRADE, Y. V. S. & LIMA, C. G. (2020). Estudo Etnobotânico sobre a contribuição do uso de plantas medicinais utilizadas no Sítio Frexeira Velha, pertencente ao Município de Pesqueira – PE. Brazilian Journal of Development, 6 (12), 94929–94940.
- COTTON, C.M. Ethnobotany: principles and applications. New York: J. Wiley, 1996. 320p.
- DEVIENCE, K. F.; RADDI, M. S. G.; POZETTI, G. L. Das plantas medicinais aos fitofármacos. Revista Brasileira de Plantas Medicinais. Botucatu, Brasil. v.6, n.3, p.11-14, 2004.
- DI STASI, L. C. Plantas medicinais: arte e ciência. Um guia de estudo interdisciplinar. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1996, 30p.
- DIAS, N. M. Mulheres: sanitaristas de pés descalços. São Paulo:Hucitec; 1991.
- FIRMO, W. C. A. et al. Contexto histórico, uso popular e concepção científica sobre plantas medicinais. Cadernos de Pesquisa, São Luís, v.18, n. especial, 2011.
- FOGLIO, M. A. et al. Plantas medicinais como fonte de recursos terapêuticos: um modelo multidisciplinar. Construindo a história dos produtos naturais, 2006.
- FRANCO, E.A.P. A diversidade etnobotânica no quilombo Olho d'água dos Pires, Esperantina, Piauí, Brasil. 2005. 104p. Dissertação (Mestrado – Área deconcentração em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - PRODEMA, Universidade Federal de Piauí, Teresina.
- GONÇALVES, M. I. A.; Martins, D. T. O. Plantas medicinais usadas pela população do município de Santo Antônio de Leverger, Mato Grosso, Brasil. 1998. Revista Brasileira de Farmácia, 79 (3/4): 56-61.
- GOTTLIEB, O.R.; KAPLAN, M.A.C.; BORIM, M.R.M.B. Biodiversidade. Um enfoquequímico - biológico. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 1996. 267p.
- HOAREAU, Lucy; SILVA, Edgar da. Medicinal Plants: A Re-emerging Health Aid.

Electronic Journal of Biotechnology, v. 2, n. 2, p. 1-6,1999.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. São Raimundo das Mangabeiras. IBGE. 2010. Disponível em:

<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/sao-raimundo-dasmangabeiras/panorama>>. Consultado em 10 de maio de 2021.

LEVY, T.S. AND AGUIRRE, J.R. (1999). Ethnobotanical conception a workshop experience in it Lacandona. Journal of Agricultural Geography, 29, 83-114.

LIMA, R.A.; MAGALHÃES, S.A, SANTOS, M.R.A.; Levantamento etnobotânico de plantas medicinais utilizadas na cidade de Vilhena, Rondônia. Revista Pesquisa & Criação, v.10, n.2, p.165-179, 2011.

LOPES, MARIA DE JESUS MARTINS. Conhecimento Popular de Plantas Medicinais no Município de São Raimundo Das Mangabeiras – MA. Tese. 2015. 43p. (Monografia em Ciências Biológicas) – Instituto Federal do Maranhão – IFMA, São Raimundo das Mangabeiras. 2015.

MACIEL, M.A.M. et al. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. Química Nova, v.25, n.3, p.429-38, 2002.

MARTINS, M. C.; GARLET, T. M. B. Desenvolvendo e divulgando o conhecimento sobre plantas medicinais. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 20, n. 01, p. 438–448, 2016.

MING, L.C. Levantamento das plantas medicinais na Reserva Extrativista Chico Mendes. 1995. 175p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 1995.

MINISTÉRIO DA CIDADANIA. POVOS E COMUNIDADES. 2017. Disponível em: <<http://mds.gov.br/assuntos/seguranca-alimentar/direito-a-alimentacao/povos-e-comunidades-tradicionais>>. Acesso em: 26 de junho de 2021.

NASCIMENTO, V. T. et al. Knowledge and use of wild food plants in areas of dry seasonal forests in Brazil. Ecology of Food and Nutrition, v. 52, p. 317-343, 2013.

NETO, G. G.; MORAIS, R.G.: Recursos medicinais de espécies do cerrado de Mato Grosso: Um estudo bibliográfico. Prêmio Jovem Pesquisador - UFMT (PIBIC – 2000). Departamento de Botânica e Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT. 2003. 581p.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. G. et al. Plantas medicinais utilizadas por um grupo de idosos do município de Petrolina, Pernambuco. Revista Eletrônica de Farmácia, 9(3):16-28, 2012.

OLIVEIRA, MIRIAM DUARTE. A Religiosidade Popular Interligada com o Poder curativo das Plantas. 2018. Revista FASEM. Disponível em: <<https://www.revista.fasem.edu.br/index.php/fasem/article/view/180>>. Pág 36.

OLIVEIRA SOBRINHO, M.F.; CORTE, A. P. D.; VASCONCELLOS, B.N.; SANQUETTA, C.R.; REX, F.E. Uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) para mensuração de processos florestais. Centro BIOFIX de Pesquisa em Biomassa e Sequestro de Carbono Universidade Federal do Paraná – UFPR. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.15 n.27; p.117,126, jun. 2018.

PASA, M. C.; SOARES, J.J.; NETO, G.G. Estudo etnobotânico na comunidade de ConceiçãoAçu (alto da bacia do rio Aricá Açu, MT, Brasil). *Acta Botânica Brasílica*. v.19, n.2, p. 195-207. 2005.

PHILLIPS, O.L., & GENTRY, A.H. 1993. The useful plants of Tambopata, Peru. II: Additional hypothesis testing in quantitative ethnobotany. *Economic Botany*, 47: 33- 43.

PIRES, J. M. R.; RODRIGUES, M. A. F.; SANTOS, F. X. A.; VASCONCELOS, M. G. S.; OLIVEIRA, A. P. S.: Plantas utilizadas como medicinais por moradores emum bairro de Itapipoca – CE. III Congresso Nacional de Educação – CONEDU. 2016. Pág: 02.

RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. Pp. 87-166. In: S. M. Sano & S. P. Almeida (eds.). *Cerrado: ambiente e flora*. Embrapa Cerrados, Planaltina.

SANTOS, B.S. A crítica da razão indolente: contra o desperdício da experiência. 1 ed. São Paulo: Cortez, 2000.

SILVA, R. P.; ALMEIDA, A. K. P.; ROCHA, F. A. G. Os riscos em potencial do uso indiscriminado de plantas medicinais. UNP – Campus Mossoró, av. João da Escóssia, nº 1561, Bairro Nova Betânia, Mossoró / RN.

SOUSA, SALVIANA RIBEIRO DE. Etnobotânica em quintais urbanos do bairro Vila Ceci, município de São Raimundo das Mangabeiras, Maranhão, Brasil. Tese. 2019. 25p. (TCC em Ciências Biológicas) – Instituto Federal do Maranhão - IFMA, São Raimundo das Mangabeiras. 2019.

SPAGNUOLO, R. S.; BALDO, R. C. S. Plantas Medicinais e Seu Uso Caseiro: o Conhecimento Popular. *Científica Ciências Biológicase da Saúde*, [S.l], v.11, n 1, p. 31-34, 2009.

STERN, M. Conheça a Fitoterapia. 2013. Disponível

em:<http://www.saudenainternet.com.br/portal_saude/conheca-a-fitoterapia.php>. Acesso em: 05 junho 2021.

TOMAZZONI, M. I.; NEGRELLE, R. R. B.; CENTA, M. de L. Fitoterapia popular: a busca instrumental enquanto prática terapêutica. *Texto & Contexto Enfermagem*. Florianópolis, Brasil. v.15 n1, p.115-121; 2006.

VEIGA JÚNIOR, V. F. Estudo do consumo de plantas medicinais na Região Centro- Norte do Estado do Rio de Janeiro: aceitação pelos profissionais de saúde e modo de uso pela população. *Rev. Bras. Farmacogn*, 18(2):308-313, 2008.

Capítulo 3



10.37423/230808079

QUANTIFICAÇÃO DE OSMOLITOS ORGÂNICOS EM FOLHAS DE PINHÃO MANSO SUBMETIDAS À DEFICIÊNCIA HÍDRICA NO SOLO

Leandro Dias da Silva

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

João Victor Martins de Araújo Almeida

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Laércio Novato Ribeiro Filho

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Marcos Ferreira Almeida

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Milton Carriço Sá

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Raul Antônio Araújo do Bonfim

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Vinícius Alves Rodrigues

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Paulo Araquém Ramos Cairo

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Fábio Pinto Gomes

Universidade Estadual de Santa Cruz



Resumo: Espécies com diferentes graus de tolerância hídrica têm sido utilizadas como alternativas na produção agrícola no semiárido brasileiro. O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), é uma das espécies exóticas tolerante a deficiência hídrica, sendo exigente em insolação, além de ter importância na cadeia produtiva pela extração de óleo para a produção de biodiesel. Objetivou-se com a pesquisa avaliar os teores de osmolitos orgânicos em folhas de pinhão manso sob diferentes regimes hídricos. Para isso, as plantas foram conduzidas em casa de vegetação na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, constituindo três tratamentos hídricos: 90% do regime de irrigação medidos em capacidade de campo (CC), e os demais com 70% e 50% da CC. Foram avaliados os teores de açúcares solúveis e de prolina aos 8 e 48 dias após o tratamento (DAT). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3×2 (três regimes hídricos x dois períodos), com quatro repetições. Não houve diferença significativa para os açúcares solúveis entre os períodos. No entanto, o tratamento controle diferiu entre os regimes hídricos. Ao analisar o teor de prolina, verificou-se diferenças entre os períodos de coletas, onde aos 48 DAT revelou maiores valores, quando comparados aos 8 DAT. O aumento dos osmólitos orgânicos (açúcares solúveis e prolina) em pinhão manso demonstraram que a espécie consegue tolerar a deficiência hídrica no solo, além disso, esse eles podem revelar a função de osmorreguladores frente ao estresse.

Palavras-chave: açúcares solúveis, *Jatropha curcas*, prolina.

1. INTRODUÇÃO

Jatropha curcas L., pertencente à família Euphorbiaceae, é nativa das Américas e está disseminada em regiões tropicais e subtropicais do globo, como Ásia, África e Índia (Divakara et al., 2010). Embora seja considerada uma planta com potencial para fornecer matéria-prima para combustível, esta espécie de oleaginosa ainda se encontra em fase de domesticação (Laviola et al., 2011). *J. curcas* é perene, não compete diretamente com culturas alimentares e tem sido usado para mitigação da degradação do solo e para recuperar terras marginais ou terras agrícolas abandonadas (Abobatta, 2019; Bekalu e Fekad, 2020). No entanto, as más condições do solo reduzem a taxa de crescimento de mudas e o conteúdo de óleo da semente de *J. curcas* (Achten et al., 2010), e melhorar a tolerância ao estresse dessa espécie ajudará a expandir as áreas de plantio e aumentar a produtividade em terras pobres.

A espécie tem sido caracterizada como tolerante à seca, apresentando inclusive respostas negativas ao déficit hídrico, pois é capaz de sobreviver e apresentar boa capacidade de recuperação (Fini et al., 2013). Apesar desta espécie ser supostamente tolerante à seca, estudos recentes mostraram efeitos negativos do déficit hídrico sobre as características bioquímicas (Silva et al., 2016; 2019, 2022). As plantas podem sentir a seca rapidamente e responder a ela regulando vários mecanismos bioquímicos, como os açúcares solúveis e o teor de prolina.

O acúmulo ativo de osmólitos compatíveis em resposta à seca tem sido relatado como um importante mecanismo de adaptação à seca em várias plantas (Silva et al., 2010). No entanto, a ocorrência ativa de ajuste osmótico pode ser estabelecida se houver um aumento significativo nas concentrações de solutos compatíveis (Silveira et al., 2009). Respostas bioquímicas já relatadas em estudos com *J. curcas* como o aumento no conteúdo de açúcares solúveis e prolina (Silva et al., 2016, 2022) devido à deficiência hídrica no solo, auxiliando na indução ao ajustamento osmótico das células resultando na manutenção do nível de água na folha.

Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar os teores de açúcares solúveis e prolina em folhas de pinhão manso sob diferentes regimes hídricos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) Campus de Vitória da Conquista-BA, com coordenadas 14 ° 53 '17' 'e 40 ° 48' 9 " e altitude de 875 m. Segundo Köppen, o município apresenta um clima tropical de altitude com chuvas de verão e seca de inverno, com temperatura média anual de 20 °C, sendo classificado como *Cwb*.

Sementes de *Jatropha curcas* do genótipo 557, pertencente ao banco de germoplasma da Embrapa Agroenergia-DF, foram colocadas para germinar em vasos (cinco por vaso) contendo 15 dm³ de solo, classificado como latossolo amarelo distrófico previamente preparado por análise química do solo. Após 20 dias foi realizado o desbaste, deixando-se apenas uma planta por vaso, iniciando-se os tratamentos de deficiência hídrica, sendo mantidos por um período de 48 dias de experimento.

Os tratamentos consistiram em três regimes hídricos medidos em porcentagem da capacidade de campo (CC): controle plantas (90% do CC), 70% da CC e 50% da CC e dois tempos de amostragem (8 e 48 dias após o tratamento, DAT).

Foram analisados, nos tecidos foliares, os teores de açúcares solúveis de acordo com Yemm e Willis (1954). Para a obtenção do extrato, foi utilizado, como extrator, 15 mL de solução tampão fosfato de potássio 0,1 M, adicionados a 200 mg de material vegetal seco, homogeneizado e triturado. O volume total do extrator foi dividido em três volumes iguais, para a realização de três centrifugações de 45 minutos, a 2.500 x g. Foi adicionada uma alíquota do extrato a 2 mL de antrona, completando com água deionizada até atingir o volume reacional de 3 mL, em recipiente mantido sob resfriamento. O volume reacional foi colocado em banho-maria, a 100 °C, por 3 minutos, com posterior resfriamento, para a realização das leituras espectrofotométricas a 620 nm. Os resultados foram expressos em mg de açúcares solúveis g⁻¹ massa seca.

O teor de prolina foi determinado pelo método da ninhidrina ácida (Bates et al., 1973). Aproximadamente 100 mg de tecido foliar previamente macerados em nitrogênio líquido foram homogeneizados em 6 mL de ácido sulfossalicílico 3 % (p/v). Após centrifugação a 8.000 g por 10 min, coletou-se 2 mL do extrato, nos quais se adicionou mais 2 mL de solução ácida de ninhidrina (1,25 g de ninhidrina; 30 mL de ácido acético glacial; 20 mL de ácido fosfórico 6 M) e 2 mL de ácido acético glacial. As amostras foram incubadas a 100 °C por 1 h e em seguida colocadas em gelo para finalizar a reação. Foram adicionados na solução 2 mL de tolueno, seguindo de agitação para a completa extração da prolina. Após o repouso, o cromóforo foi aspirado com uma pipeta Pasteur para a leitura em espectrofotômetro a 520 nm, utilizando-se o tolueno como branco.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 × 2, constituído de três níveis de disponibilidade hídrica e dois tempos de coleta, com quatro repetições por tratamento. Os resultados foram submetidos ao teste F a 5% de significância, por ANOVA fatorial e, quando indicado, ao teste de Tukey no mesmo nível de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de açúcar solúvel para o tratamento controle diferiu significativamente ($p < 0,05$) para ambos os períodos (Figura 1). Observa-se que para os demais regimes hídricos, independente da época de coleta, eles não foram diferentes entre si. No entanto, Silva et al. (2016) ao avaliarem os açúcares solúveis em três genótipos de *J. curcas*, mostraram que apenas o genótipo CNPAE-126 demonstrou aumento nas plantas controle, em relação ao tratamento do déficit hídrico (70% da CC) aos 66 dias de tratamento.

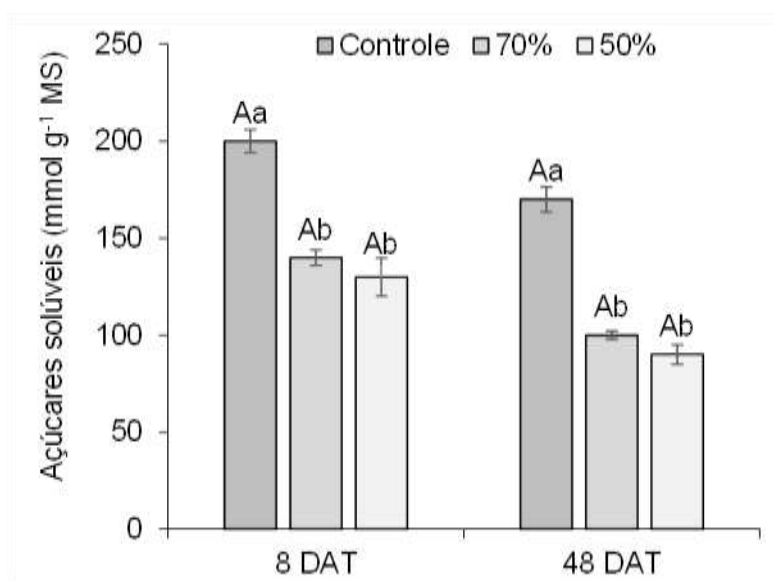


Figura 1: Teor de açúcar solúvel em folhas de pinhão manso sob deficiência hídrica no solo em dois períodos. As colunas são médias de 4 repetições e as barras representam o erro padrão da média. Letras maiúsculas indicam comparação entre dois períodos e letras minúsculas comparando regimes hídricos (controle, 70% e 50%) pelo teste F ($p < 0,05$).

Aos 48 DAT, o teor de prolina diferiu significativamente ($p < 0,05$) quando comparado aos 8 DAT para os regimes hídricos (Figura 2). O tratamento de 50% da CC diferiu em relação às plantas controle aos 8 DAT. Porém, aos 48 DAT, as plantas submetidas a 50% da CC, revelaram aumento de 53,3% e 190% para as plantas controle e 70% da CC, respectivamente. Contudo, Silva et al. (2016) observaram aumentos de 111%, 60% e 10% para os genótipos CNPAE-126, 137 e 139, respectivamente, corroborando, com os valores encontrados nesta pesquisa. Aumento no teor de prolina foliar foram observados em diferentes genótipos (CNPAE-222 e 226) de *J. curcas* por Silva et al. (2022), sugerindo que mais do que atuar como osmólito, a prolina tem um papel protetor na espécie sob estresse hídrico. Assim, a prolina tem um papel fundamental para as plantas de *J. curcas* quando submetidas à

deficiência hídrica, o que foi verificado por Silva et al. (2020) demonstrando uma alta diversidade genética entre os genótipos, apesar de revelar uma baixa similaridade para essa variável.

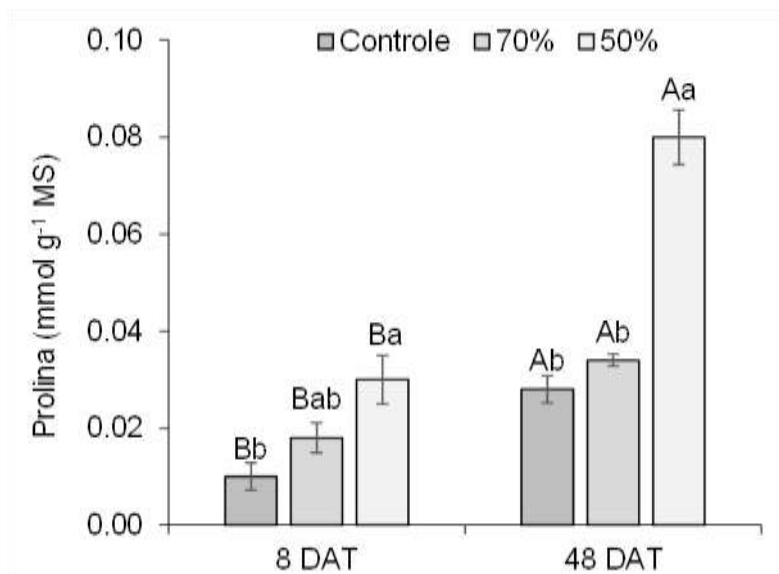


Figura 2: Teor de prolina nas folhas de pinhão manso sob deficiência hídrica no solo em dois períodos. As colunas são médias de 4 repetições e as barras representam o erro padrão da média. Letras maiúsculas indicam comparação entre duas estações e letras minúsculas comparando regimes hídricos (controle, 70% e 50%) pelo teste F ($p < 0,05$).

4. CONCLUSÕES

O aumento dos osmólitos orgânicos (açúcares e prolina) em pinhão manso demonstra que a espécie pode tolerar a deficiência hídrica no solo, além disso, esses osmólitos revelam o papel de osmorreguladores contra o estresse.

5. REFERÊNCIAS

- ACHTEN, W.M.J.; MAES, W.H.; REUBENS, B.; MATHIJS, E.; SINGH, V.P.; VERCHOT, L.; MUYS, B. Biomass production and allocation in *Jatropha curcas* L. seedlings under different levels of drought stress. *Biomass & Bioenergy* 34:667–676, 2010.
- ABOBATTA, W. *Jatropha curcas*: an overview. *Journal of Advances in Agriculture* 10:1650–1656, 2019.
- BATES, L.; WALDREN, R.; TEARE, I.D. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, 39:205–207, 1973.
- BEKALU, Y.; FEKAD, M. Review on economic importance of *Jatropha* apart from its use as a biofuel. *EPRA International Journal of Research and Development* 5(1):24–33, 2020.
- DIVAKARA, B.N.; UPADHYAYA, H.D.; WANI, S.P.; LAXMIPATHI GOWDA, C.L. Biology and genetic improvement of *Jatropha curcas* L.: A review. *Applied Energy* 87:732–742, 2010.
- FINI, A.; BELLASIO, C.; POLLASTRI, S.; TATTINI, M.; FERRINI, F. Water relations, growth, and leaf gas exchange as affected by water stress in *Jatropha curcas*. *Journal of Arid Environmental* 89:21–29, 2013.
- LAVIOLA, B.G.; BHERING, L.L.; MENDONÇA, S.; ROSADO, T.B.; ALBRECHT, J.C. Caracterização morfo-agronômica do banco de germoplasma de pinhão-manso na fase jovem. *Bioscience Journal* 27:371–379, 2011.
- SILVA, E.N.; FERREIRA-SILVA, S.L.; VIEGAS, R.A.; SILVEIRA, J.A.G. The role of organic and inorganic solutes in the osmotic adjustment of drought-stressed *Jatropha curcas* plants. *Environmental and Experimental Botany* 69:279–285, 2010.
- SILVA, L.D.; SANTANA, T.A.; OLIVEIRA, P.S.; LAVIOLA, B.G.; COSTA, M.G.C.; ALMEIDA, A-AF.; GOMES, F.P. Abscissic acid-mediated stomatal closure and antioxidant defenses in *Jatropha curcas* L. seedlings submitted to moderate water deficit. *African Journal of Agricultural Research* 11(30): 2806–2816, 2016.
- SILVA, L.D.; GOMES, F.P.; BARBOSA, M.P.; BONFIM, R.A.A.; SOUZA, M.O.; CAIRO, P.A.R. Morphophysiological traits as indicators of genetic diversity in Brazilian populations of *Jatropha curcas* L. grown under water deficit. *Journal Agricultural Studies* 8:527–545, 2020.
- SILVA, L.D.; GOMES, F.P.; ARAÚJO, R.P.; PEREIRA, L.S.; DALMOLIN, A.C.; AMARAL, J.F.T. Antioxidative and osmoregulatory responses of *Jatropha curcas* to water stress are genotype dependent. *Australian Journal of Crop Science* 16(02):192–200, 2022.
- SILVEIRA, J.A.G.; ARAÚJO, S.A.M.; LIMA, J.P.M.S.; VIEGAS, R.A. Roots and leaves display contrasting osmotic adjustment mechanisms in response to NaCl-salinity in *Atriplex nummularia*. *Environmental and Experimental Botany* 66:1–8, 2009.
- YEMM, E.W.; WILLIS, A.J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. *Biochemical Journal*, 57(3):508–514, 1954.

Capítulo 4



10.37423/230808120

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DA COLETA SELETIVA NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS – CAMPUS PROF. DARCY RIBEIRO

Rayane Dias da Silva

*Universidade Estadual de Montes Claros -
UNIMONTES*

Sheila Cristina Martins Pereira

*Universidade Estadual de Montes Claros -
UNIMONTES*



Resumo: A coleta seletiva é um importante instrumento do gerenciamento de resíduos e sua implantação tem sido amplamente solicitada considerando as boas práticas para a sustentabilidade. Assim, o objetivo do presente trabalho consiste em propor um plano de ação para a implementação da coleta seletiva na Universidade Estadual de Montes Claros - *Campus* Prof. Darcy Ribeiro. Em termos metodológicos, a pesquisa fundamentou-se em três fases: na determinação da área de estudo, na coleta de dados e na elaboração do plano de ação utilizando a ferramenta 5W2H. Para a coleta de dados, foram realizadas visitas no *campus* analisado e pesquisas bibliográficas sobre o gerenciamento de resíduos e sobre experiências de coleta seletiva em demais instituições de ensino, que pudessem ser aplicadas na Unimontes. Como resultados, o estudo permitiu verificar a falta de um gerenciamento adequado para os resíduos da Universidade. Além disso, mostrou que devido à inexistência de um programa de coleta seletiva os resíduos eram encaminhados ao aterro sanitário, sem perspectiva de aproveitamento. A partir dessas informações e da pesquisa sobre a coleta seletiva em outras universidades, foi elaborado um plano de ação para implantar a coleta seletiva na Unimontes, que foi dividido em seis etapas. Ao fim, concluiu-se que a concretização do programa de coleta seletiva contribuirá significativamente no gerenciamento dos resíduos do *Campus* Prof. Darcy Ribeiro e que o modelo implantado poderá ser exemplo para introduzir a coleta seletiva nos demais *campi* da Instituição.

Palavras-chave: Resíduos sólidos. Coleta seletiva. Plano de ação. 5W2H.

1 INTRODUÇÃO

A temática da gestão de resíduos sólidos é um grande desafio da sociedade moderna, visto que sua geração ao longo dos anos tem aumentado consideravelmente. De acordo Calderoni (2003), a grande produção desses resíduos pode ocasionar em diversos problemas, como a exaustão de matéria prima, indisponibilidade e custo crescente de aterros sanitários, despesas com transporte e, quando dispostos de maneira inadequada, poluição ambiental e riscos à saúde pública.

Machado et al. (2013), ao estudar as práticas de gestão ambiental nas universidades brasileiras, notou que grande parte das instituições já adota algum tipo de medida, principalmente aquelas que requerem menor investimento. Essas iniciativas foram motivadas pela preocupação com o meio ambiente e a conscientização da sociedade através de projetos de educação, o que mostra que apesar das dificuldades, estão empenhadas em cumprir seu papel social.

Sobre essa questão, uma importante lei foi instituída no Brasil, a Lei Federal nº 12.305 de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Conforme a lei, entre os instrumentos para consolidação da PNRS está a coleta seletiva, ou seja, a coleta dos resíduos sólidos preliminarmente segregados de acordo sua constituição ou composição, que tem por objetivo substituir o ciclo tradicional de manejo, evitando a mistura entre resíduos de diferentes características (BRASIL, 2010).

No âmbito estadual, desde 11 de janeiro de 2007, foi instaurada a Lei Estadual nº 16.689, na qual torna obrigatório que todos os prédios públicos ligados direta ou indiretamente ao Estado devam implantar a coleta seletiva em suas dependências administrativas (MINAS GERAIS, 2007). O município de Montes Claros também tem buscado incentivar a reciclagem e os trabalhadores envolvidos nessa função, instituindo o Programa Municipal de Coleta Seletiva Solidária (MONTES CLAROS, 2019).

Para Santana (2018), além de servir como instrumento para redução do número de resíduos levados aos aterros, a coleta seletiva funciona também como agente social, capaz de integrar os catadores desses materiais, proporcionando trabalho e renda através da reciclagem.

Besen (2006) declara que a conscientização dos cidadãos é fundamental para a redução dos impactos que os resíduos ocasionam, tanto no ambiente quanto na saúde e bem-estar da população. Este é o primeiro passo para a implantação de um sistema de coleta seletiva eficiente. Cantóia (2012) corrobora essa ideia ao afirmar que a educação ambiental proporciona a colaboração de maneira mais efetiva do público no processo de implantação de ações que visem contribuir com a gestão de resíduos.

Perante esse cenário, as instituições de ensino superior (IES) possuem um papel significativo dentro do âmbito da educação ambiental, visto sua importância na preparação de estudantes, atuando na qualificação e conscientização de cidadãos formadores de opinião. Em face dessa influência, as universidades se tornam um meio ideal na busca pelo desenvolvimento de uma sociedade sustentável. Para tanto, é imprescindível que essas organizações comecem a incorporar princípios e práticas de sustentabilidade, concebendo um processo de conscientização que atinja todos os seus níveis, incluindo professores, funcionários, alunos e demais pessoas que possuam vínculo com esses locais.

Dessa forma, é importante que a Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), assuma uma posição quanto à questão dos resíduos recicláveis em seus campi. Deve-se preocupar em adotar alternativas com vistas à implementação de medidas mitigadoras como a coleta seletiva e reciclagem desses resíduos, uma vez que no exercício de suas funções e atividades é uma importante consumidora de bens e serviços e, conseqüentemente, geradora de resíduos. Através de suas atitudes a Universidade torna-se modelo a ser seguido, contribuindo com a disseminação da conscientização ambiental.

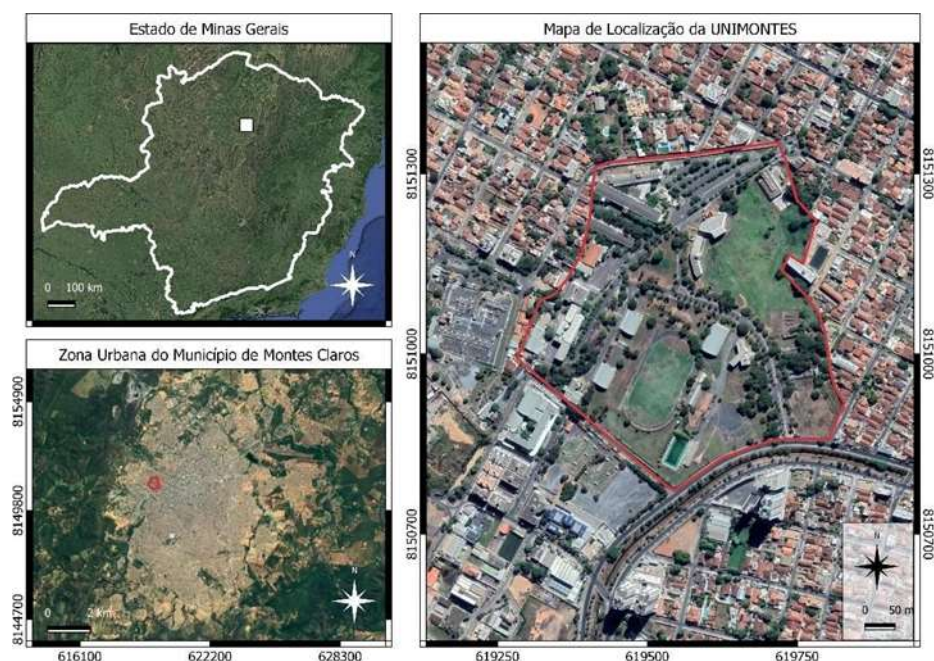
Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo propor um plano de ação a fim de implementar a coleta seletiva na Unimontes, Campus Prof. Darcy Ribeiro, contribuindo para o gerenciamento mais adequado de seus resíduos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A Universidade Estadual de Montes Claros - Campus Prof. Darcy Ribeiro, está localizada na Avenida Dr. Ruy Braga, S/N – Vila Mauricéia, em Montes Claros. Localizada ao norte de Minas Gerais, a cidade é um importante polo universitário na região, com uma população estimada em 417.478 habitantes (IBGE, 2021). A Figura 1 mostra a localização do Campus Prof. Darcy Ribeiro em relação ao município de Montes Claros.

A Instituição conta com mais outros 10 campi, totalizando cerca de 11.413 alunos, entretanto é o campus sede que apresenta maior extensão territorial e fluxo de pessoas (UNIMONTES, 2021). Nele são oferecidos 27 cursos de graduação e, além dos discentes, o local apresenta um número considerável de servidores e demais funcionários, além de visitantes.

Figura 1 - Mapa da localização da Unimontes na cidade de Montes Claros

Fonte: Mapa elaborado no ArqGIS com dados do Google Earth (2021)

2.2 COLETA DE DADOS

Para a realização dessa pesquisa primeiramente buscou-se conhecer a situação atual da gestão dos resíduos recicláveis do local estudado. Sendo assim, foram realizadas visitas in loco no intuito de levantar informações, que foram obtidas com o gerente do Setor de Manutenção e Conservação da Universidade, responsável pela coleta, manejo e transporte dos resíduos dentro da instituição e com Chefe do Setor de Engenharia e Arquitetura, que disponibilizou as plantas do local. Para conhecimento sobre as características quali-quantitativas dos resíduos gerados no campus, foi utilizada a revisão bibliográfica de trabalhos acadêmicos realizados sobre o tema “Gerenciamento de resíduos sólidos na Universidade Estadual de Montes Claros” como ferramenta de coleta das informações sobre os resíduos produzidos no local. Além disso, a fim de identificar alternativas aplicáveis à Unimontes – Campus Prof. Darcy Ribeiro, também foram pesquisadas experiências de implantação de programas de coleta seletiva em outras instituições de ensino superior.

2.3 ELABORAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO

Como proposta para implementação de um programa de coleta seletiva eficiente para o Campus Prof. Darcy Ribeiro, foi elaborado um plano de ação empregando a metodologia de gerenciamento de projetos 5W2H. Essa ferramenta consiste em organizar e sintetizar as ideias inerentes às etapas do

plano de ação com base em sete perguntas. O acrônimo, vindo do inglês, é definido por cinco perguntas W e duas perguntas H. São elas:

- What – O que? (Etapas)
- Why – Por que? (Justificativa)
- Where – Onde? (Local)
- When – Quando? (Tempo)
- Who – Por quem? (Responsabilidade)
- How – Como? (Método)
- How much – Quanto? (Custo)

Segundo Veiga et al. (2013), essa ferramenta é útil para atividades pré- estabelecidas que carecem de serem desenvolvidas com a maior clareza possível, além de atuar como um mapeamento dessas atividades. Assim, os dados do plano de ação para implementação da coleta seletiva foram organizados e apresentados em tabela.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS NA UNIMONTES - CAMPUS PROF. DARCY RIBEIRO

A geração de resíduos sólidos da Unimontes no campus de Montes Claros acompanha os diferentes tipos de atividades desenvolvidas na Instituição. De acordo com as informações obtidas com o gerente do Setor de Manutenção e Conservação do local, foi possível constatar que os resíduos oriundos do Restaurante Universitário, bem como os de serviço de saúde provenientes dos laboratórios, clínicas, Ponto de Atendimento e Instituto Médico Legal foram repassados à empresas terceirizadas. Os resíduos comuns, no entanto, são de responsabilidade da própria Unimontes, sendo que a mesma não adota nenhuma medida especial em relação ao seu gerenciamento: não há segregação e coleta seletiva dos resíduos, além disso a destinação dos resíduos dentro do campus é feita no aterro sanitário, não tendo aproveitamento dos resíduos potencialmente recicláveis.

Embora existam lixeiras do tipo coleta seletiva distribuídas pela área externa do campus (Figura 2), a segregação na fonte não é efetiva, pois o descarte feito pela comunidade acadêmica não respeita a diferenciação de cores estabelecidas para cada tipo de material, indicando um dos desafios a serem solucionados pela proposta de implementação do programa de coleta seletiva.

Figura 2 - Lixeiras do tipo coleta seletiva na área externa do *Campus*



Fonte: Autora (2021)

Foi possível observar que grande parte das lixeiras existentes apresentam avarias que dificultam o descarte adequado dos resíduos, uma vez que alguns coletores estão faltantes, quebrados ou até mesmo porque perderem sua identificação e cor. De acordo o responsável do Setor de Engenharia e Arquitetura do campus, a Unimontes planeja fazer a troca desses coletores. O ANEXO A indica em azul os pontos propostos para serem instaladas as lixeiras.

Atualmente, a coleta é feita sem a separação dos resíduos, no qual aqueles coletados das lixeiras e os provenientes dos serviços de varrição são acondicionados pelos funcionários da limpeza em sacos plásticos e depositados de forma conjunta em lixeiras do tipo contêiner, que estão dispostas entres os prédios da instituição. Posteriormente, estes são levados para quatro caçambas estacionárias que estão alocadas próximo à entrada da Av. José Correia Machado, onde ficam posicionadas. Esse transporte interno dos resíduos é de responsabilidade do setor de Manutenção e Conservação, feito com ajuda de um reboque preso a um carro popular.

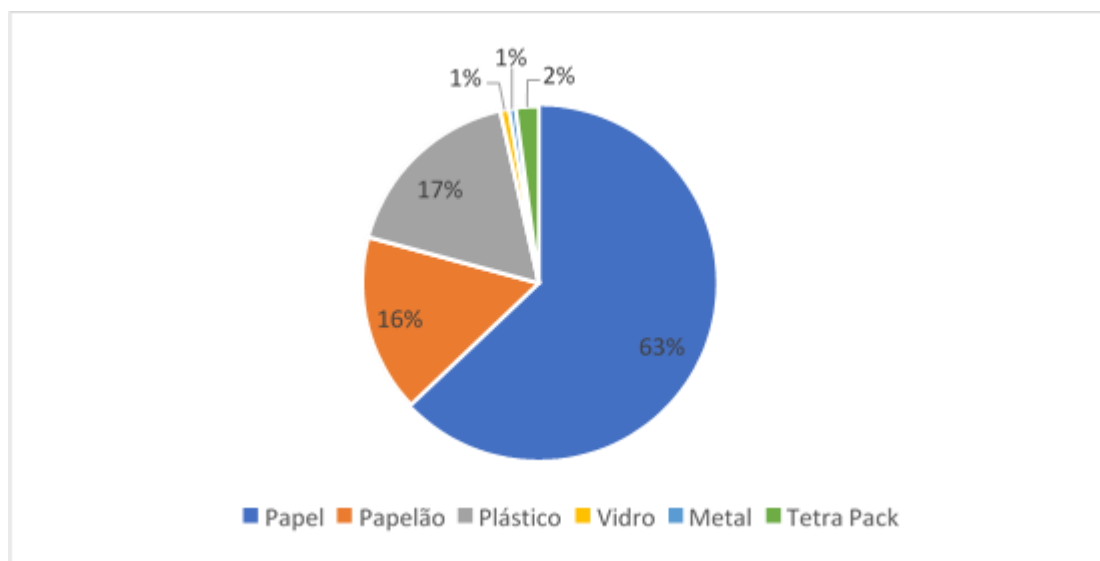
As caçambas que funcionam como depósito são propriedade de uma empresa terceirizada, que fora contratada para realizar o transporte até a destinação final desses resíduos. Quando estão no seu limite de capacidade, a Unimontes entra em contado com a locadora que vem realizar a troca de caçambas. As cheias são então encaminhadas ao aterro sanitário, onde a totalidade desses resíduos são destinados. Como não existe um Programa de Gestão de Resíduos Sólidos na Universidade, os resíduos que eram passíveis de reciclagem são perdidos nesse processo.

Ao estudar os resíduos oriundos do Restaurante Universitário da Unimontes, Duarte (2016) verificou que diariamente eram descartados, em média, 13,22 kg de materiais potencialmente recicláveis nas dependências do local, sendo em sua maioria papel e plástico. Sobre os resíduos orgânicos, estes são gerados principalmente no restaurante universitário (RU). De acordo com o site da Instituição, eram servidas em média 1.900 refeições por dia, em dias típicos com aulas presenciais (UNIMONTES, 2021).

Silva Neto (2018) realizou em sua pesquisa a composição gravimétrica dos resíduos sólidos da Universidade Estadual de Montes Claros – Campus Professor Darcy Ribeiro, no qual identificou que 79,71% dos resíduos da amostra analisada eram constituídos de materiais potencialmente recicláveis. O autor fez a classificação dos resíduos recicláveis como o papel, papelão, plástico, vidro, metais e embalagens tetra pack. As amostras foram coletadas do local onde os resíduos eram armazenados antes de serem levados ao aterro sanitário.

Ainda sobre o estudo de Silva Neto (2018), foi possível notar a predominância do papel, que constituía mais da metade da amostra. Em seguida vieram o plástico e papelão, respectivamente. A composição gravimétrica dos resíduos recicláveis foi representada no Gráfico 1.

Gráfico 1: Composição Gravimétrica dos Resíduos Recicláveis



Fonte: Adaptado de Silva Neto (2018)

Na amostra analisada foram encontrados também pilhas, baterias e lâmpadas em meio aos resíduos comuns. Segundo a ABNT NBR 10.004:2004, esses são considerados resíduos Classe I – perigosos, que necessitam de descarte adequado.

Dessa forma, é possível afirmar que o campus possui um grande potencial de geração de recicláveis que não estão recebendo o tratamento e destinação adequados, reafirmando a necessidade de se implantar um programa de coleta seletiva eficiente na Universidade.

É válido salientar que de acordo com a Lei Municipal nº 5.080/2018, o Campus Prof. Darcy Ribeiro é considerado um grande gerador de resíduos, visto que o volume de resíduos sólidos gerados na Instituição é superior a 200 litros/dia (MONTES CLAROS, 2018). Por isso, os custos com aterramento desses resíduos são de inteira responsabilidade da Universidade, o que indica um custo adicional que poderia ser evitado com ações e medidas de reciclagem, refletindo diretamente na economia do campus.

3.1.1 A PARCERIA COM O PROJETO RECICLA AOS MONTES

O Projeto “Recicla aos Montes” se refere à coleta seletiva solidária e é desenvolvido pela Prefeitura Municipal de Montes Claros, por meio da Secretaria de Serviços Urbanos e da Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, que visa abranger as vertentes ambiental, econômica e social.

Em síntese, acontece da seguinte forma: Nos pontos de coleta a Prefeitura disponibiliza lixeiras para coleta do papel, metal e plástico. Nesses pontos são realizadas capacitações das equipes de limpeza e população interna geradora, a fim de se incentivar a participação coletiva para o êxito do projeto. Os resíduos coletados são recolhidos e encaminhados para uma das associações de catadores de materiais recicláveis parceiras, onde posteriormente serão vendidos para empresas de reciclagem.

No site da Unimontes foi divulgada a parceria firmada entre a instituição e o Projeto. De acordo com a publicação, o campus sede receberá uma base para recolhimento de materiais recicláveis. Entretanto, não foi obtida nenhuma informação sobre a continuidade e andamento para efetivação do projeto no local.

A coleta do vidro não foi contemplada pelo Recicla aos Montes, uma vez que o município de Montes Claros apresenta uma legislação específica para recolhimento desse material. Entretanto, a Prefeitura Municipal em parceria com o Tribunal de Justiça de Minas Gerais, Ministério Público de Minas Gerais, associações de catadores e Associação de Proteção e assistência aos condenados (APAC), vem desenvolvendo um outro projeto, intitulado "Projeto Reviver: Transformando vidas através da reciclagem do vidro", que tem a pretensão de efetivar a cadeia de reciclagem do vidro na cidade.

Nesse projeto, todo vidro coletado pelas associações de catadores será comercializado para Associação de Proteção e Assistência aos Condenados de Montes Claros, sendo que seu transporte será feito em parceria com a prefeitura. Através da APAC, os resíduos serão encaminhados para fábrica de blocos ecológicos, que serão produzidos pelos recuperandos da associação a partir do agregado reciclável.

3.2 EXPERIÊNCIAS DE OUTRAS UNIVERSIDADES NA IMPLANTAÇÃO DA COLETA SELETIVA

A implantação de um programa de coleta seletiva necessita ir além da instalação de coletores coloridos. É preciso assegurar uma destinação adequada para esses resíduos e planejar a logística de gerenciamento para garantir que o processo se torne eficiente. Diante disso, algumas instituições de ensino possuem seus próprios programas de coleta seletiva, atendendo às suas individualidades.

A Universidade Federal de Viçosa adota desde a década de 70 a coleta seletiva de materiais recicláveis. Até o ano de 2017 a coleta era realizada nos dias entre segunda a sexta- feira, em todo o Campus de Viçosa. Para a separação interna dos resíduos, a instituição adota duas cores de sacola: azul para resíduos recicláveis e preto para rejeitos e orgânicos. Os resíduos recicláveis são coletados, separados e doados para a Associação dos Trabalhadores da Usina de Triagem e Reciclagem de Viçosa, que efetua a triagem e comercializa os resíduos de maneira independente. Os demais são encaminhados ao aterro sanitário (UFV, 2017). Pode-se adotar na Unimontes, esta forma de gestão dos resíduos.

Outra forma para gerenciar a coleta seletiva seria conforme consta no trabalho de Arana e Esturaro (2016). Segundo os autores, a Universidade Católica de Brasília (UCB) foi a primeira universidade privada do país a possuir um Projeto de Educação Ambiental, motivado inicialmente pelos próprios acadêmicos dos cursos da área ambiental, que questionavam o modo de operação da universidade em relação ao desperdício poluição e questões relacionadas aos procedimentos internos inadequados.

A coleta seletiva foi uma das últimas etapas a serem acrescentadas no Projeto de Educação da UCB. O método aplicado é a coleta seletiva simplificada, utilizando apenas três coletores: o escuro para resíduos não recicláveis, o azul para papéis e o vermelho para metais, plásticos e vidros. A instituição estabeleceu também parceria com associações de catadores para doação dos recicláveis coletados a fim de viabilizar o processo.

Para se verificar a melhor implantação da coleta seletiva na Unimontes, fez-se um estudo sobre o método adotado pela Universidade Federal da Bahia. Intitulado “Recicle UFBA”, o programa de coleta seletiva utiliza um padrão de três cores para separação dos resíduos nas áreas internas da universidade

e duas cores nas áreas externas. Na parte interna foi empregue a cor azul para os coletores do papel e papelão, cinza para os não recicláveis e o amarelo para plásticos, metais e vidros. Para a área externa foram utilizados somente os coletores amarelo e cinza, pois optou-se por não fazer a coleta de papeis e papelões dessas regiões, uma vez que foi identificado que esses materiais chegavam sujos e/ou molhados no centro de triagem, impossibilitando sua reciclagem.

Os resíduos gerados são coletados e armazenados separadamente em containers pela equipe de limpeza. Semanalmente uma equipe terceirizada realiza a coleta e transporte desses materiais, que são levados para um galpão de armazenamento onde são pesados, organizados e entregues para uma cooperativa (UFBA, 2019).

Foi analisado ainda o modelo de gestão de coleta da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Campus Mossoró. Segundo Lunardi (2016), a separação é feita entre recicláveis e não recicláveis e a instituição não adotou um padrão de cores para os coletores. As lixeiras são dispostas sempre em duplas; a identificação do tipo de resíduos que devem ser depositados em cada uma está sinalizada no corpo e/ou tampa das lixeiras. A universidade conta ainda com dois pontos exclusivos para coleta de pilhas e baterias. Além disso, construiu um abrigo para armazenamento temporário dos resíduos recolhidos no campus. Os recicláveis são doados a uma associação de catadores, os não recicláveis são destinados ao aterro sanitário da cidade e as pilhas e baterias, juntamente com as lâmpadas e resíduos químicos laboratoriais descartados pela instituição, são encaminhados para uma empresa licenciada, contratada via licitação, para coleta e destinação final ambientalmente adequada.

3.3 PLANO DE AÇÃO

Com vistas à implementação de um programa de coleta seletiva no campus sede da Universidade Estadual de Montes Claros, foi criado um plano de ação a ser aplicado, baseado na metodologia 5W2H. O plano para consolidação do programa foi dividido em seis etapas, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1: 5W2H – Plano de Ação para Implementação da Coleta Seletiva no *Campus* Prof. Darcy Ribeiro

5W					2H	
What? (O que?)	Why? (Porque?)	Where? (Onde?)	Who? (Quem?)	When? (Quando?)	How? (Como?)	How Much? (Quanto?)

Planejamento da operação de coleta e Identificação das parcerias	Organizar as ações e medidas para implementação da coleta seletiva	Reitoria	Diretoria de Gestão de <i>Campi</i>	1 ano	Reunião da equipe de planejamento	-
Adequação da infraestrutura	Garantir a viabilidade física para execução do programa	Em todo o <i>Campus</i>	Setor de Engenharia e Arquitetura	1 ano e meio	Construção do galpão de recicláveis, aquisição de EPI's e substituição dos coletores	R\$ 56.000,58
Capacitação dos profissionais envolvidos	Oferecer treinamento para manejo dos resíduos	Auditório do Prédio 6	Setor de Manutenção e Conservação	1 ano	Treinamento	-
Implantação Efetiva da Coleta Seletiva no <i>Campus</i>	Aplicar o modelo de Coleta Seletiva	Em todo o <i>Campus</i>	Setor de Manutenção e Conservação	1 ano	Executar o programa de coleta seletiva	-
Mobilização social	Garantir a colaboração da população no programa	Em todo o <i>Campus</i>	Diretoria de Gestão de <i>Campi</i> / Comissão de Coleta Seletiva	Contínuo	Reunião com servidores, visitas nas salas de aula, divulgação nas mídias sociais	-
Monitoramento	Corrigir problemas e Identificar melhorias	Em todo o <i>Campus</i>	Comissão de Coleta Seletiva	Contínuo	Acompanhar e supervisionar o manejo dos resíduos	-

Fonte: Autora (2021)

Dessa forma foi possível organizar as ações necessárias para se atingir o objetivo final de Implementação da Coleta Seletiva na Unimontes – Campus Prof. Darcy Ribeiro. As etapas foram discutidas a seguir.

3.3.1 PLANEJAMENTO DA OPERAÇÃO DE COLETA E IDENTIFICAÇÃO DAS PARCERIAS

O primeiro passo para se implementar um novo programa de coleta no campus é o planejamento. Inicialmente sob responsabilidade da Diretoria de Gestão de *Campi*, nesta etapa serão organizadas todas as ações e medidas que deverão ser praticadas até a conclusão do plano de ação. Para isso, recomenda-se a criação de uma Comissão de Coleta Seletiva, composta por uma equipe multidisciplinar representada por alunos, servidores e professores, que será responsável por auxiliar

nos processos de implantação do programa no campus e, depois de estabelecido, acompanhar o programa e supervisionar as operações de coleta.

Aliado ao planejamento, a identificação de parcerias é de suma importância para viabilidade do programa. A Unimontes já possui parceria firmada com o Projeto Recicla aos Montes, que recebe plásticos, metais e papeis. No entanto, outros materiais como o vidro, lâmpadas e os resíduos eletroeletrônicos ainda não possuem destinação ambientalmente adequada, portanto, cabe à equipe de planejamento buscar novas parcerias para proporcionar um melhor gerenciamento desses resíduos.

Como sugestão, embora o vidro não seja contemplado pelo Projeto Recicla aos Montes, o material ainda pode ser doado para coleta das associações de catadores, que encaminham o material para reciclagem. Quanto à questão das lâmpadas e resíduos eletroeletrônicos, a cidade dispõe de empresas especializadas na coleta, destinação e tratamento desses materiais, no qual a Universidade também pode estabelecer parceria.

Após a definição das parcerias e dos demais aspectos necessários à implantação do programa de coleta seletiva, cabe à equipe de planejamento a elaboração de um Manual da Coleta Seletiva do campus, com o objetivo de descrever e documentar os procedimentos e ações que serão adotados em todo processo. As reuniões da equipe acontecerão no Prédio da Reitoria e o prazo estipulado para essa etapa é de um ano, a contar da data da constituição da Comissão de Coleta Seletiva.

3.3.2 ADEQUAÇÃO DA INFRAESTRUTURA

Para viabilidade física da implantação do programa de coleta seletiva é necessário garantir uma infraestrutura adequada. Nessa etapa deve ser realizada a troca dos atuais conjuntos de coletores das áreas externas por novos. Agora serão instalados em cada ponto de coleta apenas dois recipientes, sendo um azul e o outro preto. A localização desses coletores pode seguir a disposição indicada pelo Setor de Engenharia e Arquitetura (ANEXO A), tendo em vista que a Universidade já havia planejado a troca dessas lixeiras.

Outra questão a ser levantada é a falta de um espaço destinado à triagem e armazenamento dos resíduos até que estes sejam liberados aos parceiros. Portanto, faz-se necessário a construção de um galpão que suporte essa demanda. A recomendação é que o

mesmo seja construído próximo à entrada da Avenida José Correia Machado. Essa localização foi indicada em vermelho na Figura 3.

Figura 3 - Localização sugerida para construção do Galpão de Recicláveis

Fonte: Google Earth (2021)

A escolha desse local se deu, pois, a região apresenta um baixo fluxo de pessoas, possui disponibilidade de espaço e o acesso é facilitado. Além disso, atualmente as caçambas de resíduos já se encontram posicionadas próximo a essa região.

Vinculado à construção do galpão, a Instituição precisa também providenciar aos funcionários do local os equipamentos de proteção individual necessários para manuseio dos resíduos de forma segura, como luvas de proteção e botinas de segurança. Na Tabela 1 apresenta-se a estimativa dos custos inerentes à essa etapa do plano de ação.

Tabela 1: Custos com a adequação da infraestrutura do *Campus*

Insumo	Valor unitário (R\$)	Quantidade	Valor Total (R\$)
Conjunto de coletores	832,64	67	55.780,18
Luvas de proteção	10,37	5	51,85
Botina de segurança	33,71	5	168,55
Total			56.000,58

Fonte: Autora (2021)

A construção do galpão não foi incluída na tabela, pois a obra necessitaria de uma composição de custos mais detalhada, sendo que, por se tratar de uma Instituição Pública do Estado de Minas Gerais, sua execução será feita por uma empresa contratada via licitação. Sendo assim, fica a cargo do Setor de Engenharia e Arquitetura planejar, supervisionar e garantir que todas as ações vinculadas à infraestrutura do programa sejam executadas. Em decorrência dos processos burocráticos envolvidos nessa fase, foi estipulado um prazo de 1 ano e meio para sua conclusão.

3.3.3 CAPACITAÇÃO DOS PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS

Esta etapa tem por objetivo oferecer o treinamento necessário aos profissionais envolvidos na operação de coleta, manejo, transporte e armazenamento dos resíduos sólidos da Universidade. A habilitação dessas equipes fica sob os cuidados do setor de Manutenção e Conservação do Campus, atual encarregado dessa demanda. Para tanto, o setor pode contar com a orientação da Comissão de coleta Seletiva, bem como com a equipe de Educação Ambiental da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e com os parceiros identificados na etapa de planejamento.

As reuniões de capacitação desses profissionais serão realizadas no auditório Mário Ribeiro da Silveira, localizado no prédio 6 da Universidade. Nesse momento, o Manual de Coleta Seletiva elaborado na primeira etapa do presente plano de ação pode funcionar como ferramenta na transmissão de informações sobre o novo programa de coleta seletiva a ser implantado no campus. Assim, o treinamento pode ser inicializado depois da publicação desse documento e de finalizadas todas as adequações na infraestrutura da Universidade. O prazo estabelecido para cumprimento desta fase do plano de ação é de um ano.

3.3.4 IMPLANTAÇÃO EFETIVA DA COLETA SELETIVA NO CAMPUS

Após a realização das etapas preliminares, tem-se a execução do Programa de Coleta Seletiva na Unimontes, que deverá ser aplicado em todo Campus Prof. Darcy Ribeiro. Para essa tarefa, o Setor de Manutenção e Conservação da Universidade seria o responsável por assegurar o andamento do processo desde a coleta até destinação final dos resíduos. O prazo para assimilação desses estágios é de um ano.

Com base nos modelos adotados em outras universidades, para as áreas internas dos prédios da Unimontes o modelo sugerido é o da coleta seletiva simplificada. Nesse ambiente, as lixeiras pré-existentes continuam a ser utilizadas, porém, agora devem ser dispostas sempre em pares, na qual uma receberá um saco de lixo preto, onde serão depositados os resíduos não recicláveis e a outra receberá o saco azul, para os recicláveis, seguindo o padrão que deverá ser utilizado por todo o campus.

Na área externa, os coletores seguirão o padrão de cores estabelecido pela Resolução CONAMA nº 275/2001, no qual deverá ser instalado um conjunto de lixeiras para coleta do papel (azul), plástico (vermelho) e não recicláveis (cinza). De acordo com os estudos citados sobre as características quali-

quantitativas do campus, optou-se pela adoção de apenas essas três lixeiras nos ambientes externos por conta da predominância desses resíduos.

Por outro lado, em virtude da sua pequena geração, as lixeiras para coleta do metal (amarelo) e vidro (verde) serão instalados em menor quantidade. Para isso, das lixeiras externas que foram substituídas, aquelas que estiverem em bom estado de uso serão reutilizadas para coleta desses materiais no campus. Sendo assim, os coletores em bom estado de conservação com cores diferentes das estabelecidas deverão ser repintados. Essas lixeiras ficarão dispostas nos halls de cada prédio e em pontos estratégicos do campus, de acordo com as individualidades de geração da Universidade. Esses pontos deverão ser indicados na etapa de planejamento.

Para garantir a segregação dos resíduos, no momento da coleta dos materiais das lixeiras, os mesmos devem ser recolhidos um de cada vez, sendo que os recicláveis deverão ser armazenados nos sacos azuis e os não recicláveis nos sacos pretos. Vale ressaltar que a matéria orgânica será descartada juntamente aos rejeitos, até que se tenha um programa para seu aproveitamento.

É impreterível que todas as lixeiras, tanto da área externa como da área interna, sejam sinalizadas com o tipo de resíduo que cada uma deve comportar. Essa medida objetiva reafirmar a política de coleta seletiva adotada na Instituição e garantir a segregação dos resíduos na fonte. A coleta interna deve ser realizada diariamente, enquanto a externa pode ser feita duas vezes por semana. Todo resíduo recolhido será armazenado temporariamente nos containers, localizados ao fundo dos prédios. É imprescindível que todos os resíduos estejam acondicionados nos sacos plásticos e a coleta nesses pontos deverá ser feita semanalmente.

Para o descarte dos resíduos eletroeletrônicos (REE) será instalado uma base de coleta desses materiais na Biblioteca Central da Universidade (Prédio 4). Os coletores podem ser confeccionados através da reutilização de caixas de papelão, devidamente sinalizadas com as informações de descarte dos REE. A coleta desses resíduos deverá ser realizada semanalmente ou de acordo sua demanda de descarte. Os resíduos coletados deverão ser levados diretamente ao galpão.

Os resíduos coletados serão levados ao galpão de recicláveis, onde será feita a primeira triagem e os resíduos provenientes dos sacos azuis, devidamente separados, serão coletados pelas entidades parceiras, que farão sua destinação adequada. Os sacos pretos serão encaminhados ao aterro sanitário, sua condução segue o mesmo protocolo que a Universidade já adotava antes da elaboração do plano de coleta seletiva.

Para executar as funções inerentes às atividades do galpão, a Unimontes contará com auxílio dos catadores das associações parceiras. Além disso, é preciso que a Universidade disponibilize ao menos um funcionário para realizar o controle dessas atividades. O galpão pode contar ainda com ajuda de acadêmicos voluntários interessados em ajudar na manutenção do local. Como forma de retribuir os esforços prestados e ferramenta para atrair voluntários, a Instituição poderá oferecer certificados de atividade voluntária a esses alunos, que poderão ser utilizados para abatimento de horas das Atividades Acadêmico-Científico-Culturais dos seus respectivos cursos de graduação.

3.3.5 MOBILIZAÇÃO SOCIAL

A mobilização social tem por finalidade atrair a participação da população, certificando a efetividade do programa de coleta seletiva. Será competência da Diretoria de Gestão de Campi, juntamente com a Comissão de Coleta Seletiva, promover ações que visem a divulgação das novas medidas adotadas na Instituição.

No âmbito administrativo será realizada uma reunião no auditório Mário Ribeiro da Silveira (Prédio 6) com todos os funcionários do campus, onde serão apresentadas as informações referentes ao projeto, seus objetivos, relevância e logística de execução.

Para comunidade acadêmica, a divulgação ocorrerá em dois lances. Aos docentes poderá ser feita por meio de reunião, assim como foi realizada com os funcionários dos setores administrativos. Aos discentes a promoção será feita por meio de visitas às salas de aula. Em cada sala, dois representantes da Comissão de Coleta Seletiva farão a apresentação do projeto. Neste momento é importante ressaltar a importância da colaboração de toda comunidade para o sucesso do programa; recomenda-se a elaboração de cartazes/banners informativos para melhor assimilação dos ouvintes, que posteriormente poderão ser afixados nos halls de cada prédio. As informações quanto às políticas de coleta adotadas no campus devem ser inseridas no site da Universidade. Com a renovação dos semestres, surge a necessidade de novas visitas às turmas calouras, sustentando a continuidade da participação desses alunos.

É importante que as informações do programa de coleta seletiva sejam repassadas também aos funcionários das cantinas e do Restaurante Universitário, pois esses locais são importantes pontos geradores de resíduos dentro da Universidade.

Outra medida de sensibilização que a Instituição deve adotar é a divulgação do programa nas mídias sociais, importante veículo de comunicação da atualidade. Durante toda etapa de mobilização a Universidade deve se empenhar na busca da conscientização de seus funcionários e alunos quanto a importância ambiental, social e econômica do projeto.

3.3.6 MONITORAMENTO

Depois de inaugurado o novo programa no campus, o acompanhamento contínuo das suas operações deverá ser feito pela Comissão de Coleta Seletiva, buscando a manutenção das atividades e identificação dos aspectos que podem ser aperfeiçoados.

4 CONCLUSÃO

Os estudos quali-quantitativos a respeito dos resíduos sólidos gerados na Unimontes – Campus Prof. Darcy Ribeiro mostraram que a maioria dos resíduos produzidos no local é composta por materiais recicláveis. Entretanto, de acordo com as informações levantadas, foi possível constatar a inexistência de um programa de coleta seletiva para esses materiais, evidenciando um impasse no gerenciamento de resíduos sólidos da Instituição.

Perante a essa situação, propôs-se um plano de ação para implementação da coleta seletiva no campus que atentasse não só às questões ambientais, mas também à econômica, social e legal. Tal plano atendeu desde as ações inerentes ao planejamento de toda operação até as práticas de implementação da coleta e seu acompanhamento. Em suma, a concretização do programa constitui uma importante ferramenta no gerenciamento dos resíduos da Instituição, afirmando seu compromisso com a sustentabilidade.

Espera-se ainda que a presente proposta possa ser utilizada como base para implantação da coleta seletiva nos demais campi da Universidade.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR. 10.004 – Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ARANA, Alba Regina Azevedo; ESTURARO, Leila Maria Couto. Política Ambiental Integrada: Um estudo sobre gestão ambiental em Universidades. Curitiba: Appris, 2016.

BESEN, Gina Rizpah. Programas municipais de coleta seletiva em parceria com organizações de catadores na Região Metropolitana de São Paulo: desafios e perspectivas. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

CALDERONI, Sabetai. Os bilhões perdidos no lixo. 4. ed. São Paulo: Humanitas, 2003.

CANTÓIA, Sílvia Fernanda. Coleta Seletiva Municipal, Educação Ambiental e Organizações de Catadores de Materiais Recicláveis na Vertente Paulista da Bacia do Rio Paranapanema. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – Resolução nº 275, de 25

de abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.

DUARTE, Danilo Fonseca. Análise do gerenciamento dos resíduos sólidos com características domiciliares gerados na Universidade Estadual de Montes Claros -

Campus Montes Claros. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Montes Claros – MG. Censo Demográfico. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/montes-claros/panorama>. Acesso em: 8 set. 2021.

LUNARDI, Vitor de Oliveira. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos em uma Instituição Pública de Ensino Superior no Semiárido Brasileiro. Anais I CONIDIS - Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. Campina Grande: Realize Editora, 2016.

Disponível em <http://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/23868>. Acesso em: 8 set. 2021.

MACHADO, Raquel Engelman et al. Práticas de Gestão ambiental em Universidades Brasileiras. Revista de Gestão Social e Ambiental, São Paulo, 2013.

MINAS GERAIS. Lei Estadual n. 16.689, de 11 de janeiro de 2007. Acrescenta dispositivos à Lei nº 13.766, de 30 de novembro de 2000, que dispõe sobre a política estadual de apoio e incentivo à coleta de lixo, e à Lei nº 15.441, de 11 de janeiro de 2005, que regulamenta o inciso I do 1º do art. 214 da Constituição do Estado. Belo horizonte, 2007.

MONTES CLAROS. Lei Municipal n. 5.080, de 10 de setembro de 2018. Dispõe sobre a limpeza urbana, seus serviços e o manejo de resíduos sólidos urbanos no município e dá outras providências. Montes Claros, 2018.

MONTES CLAROS. Lei Municipal n. 5.182, de 20 de setembro de 2019. Institui o Programa Municipal de Coleta Seletiva Solidária e assistência aos catadores de materiais recicláveis e dá outras providências. Montes Claros, 2019.

SANTANA, Karine de Jesus Rodrigues. Análise gravimétrica da viabilidade da implantação da coleta seletiva na UFCAT. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2018.

SILVA NETO, Alfredo Dias da. Análise do gerenciamento de resíduos sólidos da Universidade Estadual de Montes Claros - Campus Darcy Ribeiro. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2018.

UFBA – Universidade Federal da Bahia. Recicle UFBA - Programa de coleta seletiva solidária da Universidade Federal da Bahia. Disponível em <http://www.eng.ufba.br/recicle-ufba-programa-de-coleta-seletiva-solidaria-da-universidade-federal-da-bahia>. Acesso em: 8 out. 2021.

UFV – Universidade Federal de Viçosa. Guia da Coleta Seletiva Solidária. Disponível em <https://www.residuos.ufv.br/?informativos=coleta-seletiva-solidaria-ufv>. Acesso em: 7 out. 2021.

UNIMONTES – Universidade Estadual de Montes Claros. A Unimontes. Disponível em <https://unimontes.br/apresentacao/>. Acesso em: 8 set. 2021.

UNIMONTES – Universidade Estadual de Montes Claros. Restaurante Universitário. Disponível em <https://unimontes.br/restaurante-universitario/>. Acesso em: 26 set. 2021.

VEIGA, Raquel Sassaro et al. Implantação dos 5Ss e proposição de um SGQ para uma indústria de ervamate. Revista ADMPG Gestão Estratégica, Ponta Grossa, 2013.

ANEXO A – DISPOSIÇÃO DAS LIXEIRAS A SEREM INSTALADAS NO *CAMPUS* PROF. DARCY RIBEIRO

Capítulo 5



10.37423/230808128

PADRONIZAÇÃO DOS ENSAIOS DE ADESÃO E INIBIÇÃO DA ADESÃO EM CEPAS DE ACINETOBACTER BAUMANNII UTILIZANDO DETROIT 562

Barbara Araujo Nogueira

Fundação Oswaldo Cruz

Ellen Jessouron

Fundação Oswaldo Cruz

Cláudio Marcos Rocha de Souza

Fundação Oswaldo Cruz

Prescila Emy Nagao Ferreira

Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Gabriela Santos Jonathan

Universidade do Estado do Rio de Janeiro



Resumo: A Organização Mundial da Saúde (OMS) destacou a *Acinetobacter baumannii* como um dos patógenos multirresistentes mais graves em infecções relacionadas à assistência à saúde (IRAS) sendo isolado principalmente em secreções respiratórias e de orofaringe. A presença de cepas multirresistentes albergando fatores de virulência como a capacidade de adesão e invasão bacteriana torna a infecção cada vez mais difícil de ser controlada. O presente estudo visa padronizar os ensaios de adesão e inibição da adesão de cepas de *A. baumannii* na presença de soro humano. As cepas foram cedidas da subcoleção de bactérias do Instituto Oswaldo Cruz (IOC/FIOCRUZ). Os soros de pacientes infectados foram coletados, registrados (SISNEP - Sistema Nacional de Ética e Pesquisa FR-313927 de 12/01/2010) e mantidos em sigilo. Os ensaios foram realizados utilizando célula epitelial humana de linhagem DETROIT-562 (5×10^6 células/ml) em microplacas de 96 orifícios. O inóculo bacteriano foi ajustado para 10^8 UFC/ml, equivalente à DO 0,2 de absorbância ($\lambda = 570\text{nm}$). Durante o experimento, as monocamadas foram infectadas com 10^7 UFC/ml e 10^8 UFC/ml e com o soro humano na diluição 1:100. O estudo foi realizado com tempo de infecção de 1h. As contagens de UFC/ml das suspensões foram realizadas por diluição seriada e cultivo em placas. Resultados preliminares demonstraram após a adição do soro humano, foi possível observar uma redução significativa na capacidade de adesão, invasão e persistência bacteriana. Estudos complementares estão sendo realizados para aprofundar o conhecimento sobre a ação de soros em cepas de *A. baumannii* e, posteriormente, auxiliar no desenvolvimento de vacinas como opção para o tratamento de infecções causadas por cepas de *A. baumannii* multirresistentes.

Palavras chaves: *Acinetobacter baumannii*; adesão bacteriana; infecção hospitalar; multirresistência; vacinas.

1. INTRODUÇÃO

Acinetobacter baumannii é um coco-bacilo gram-negativo considerado oportunista, ele é conhecido por apresentar uma excelente taxa de sobrevivência em diversos ambientes diferentes, além de apresentar resistência intrínseca a diversos grupos de agentes antimicrobianos prescritos no ambiente hospitalar (Ma; McClean, 2021). Essa espécie é classificada como patógeno do grupo ESKAPE (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Enterobacter spp.*), bactérias nosocomiais reconhecidas como alto potencial para exibir multirresistência e virulência (Al-Hassan; Al-Madboly, 2020).

Nos últimos anos houve uma mudança significativa na epidemiologia global das infecções causadas por *Acinetobacter baumannii*, principalmente em ambientes de Unidade de Terapia Intensiva (UTI). De acordo com a literatura, infecções causadas por essa espécie estão relacionadas com (i) infecções adquiridas por pacientes internados em UTIs; (ii) infecções relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS); (iii) infecções causadas devido a traumas de pacientes relacionados a desastres naturais e (iv) infecções nosocomiais como pneumonia, bacteremias e meningites que acometem pacientes imunocomprometidos (Ma; McClean, 2021; Falagas, Karveli; 2007; Garnacho-Montero, Timsit; 2019).

Cepas de isolados clínicos vem sendo frequentemente reladas apresentando resistência a diversos grupos de agentes antimicrobianos utilizados rotineiramente na prática clínica, incluindo carbapenêmicos como imipenem e meropenem. A resistência aos carbapenêmicos é considerado um marcador para bactérias multirresistentes pois envolve uma ampla gama de co-resistência a diversas classes de antibióticos (Falagas; Karveli; 2007; Romanin, et al., 2019). Em 2017, a Organização Mundial da Saúde (OMS) listou *A. baumannii* resistente a carbapenêmicos como uma prioridade crítica, para a qual novos agentes antimicrobianos são urgentemente necessários. Cepas de *A. baumannii* multirresistentes são prevalentes no mundo todo, além de apresentar resistência a carbapenêmicos em mais de 90% dos casos, principalmente na região do mediterrâneo. No Brasil o Programa SENTRY coletou 3.728 cepas de *A. baumannii* provenientes de quatro estados (São Paulo, Rio de Janeiro, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) no período de 1997 a 1999. A resistência aos carbapenêmicos foi aproximadamente de 10%, à tetraciclina de 35%, à aminoglicosídeos 50% e cefalosporinas de terceira geração etam ativas contra menos de 40% das cepas. Atualmente, a taxa de mortalidade de pacientes infectados por *A. baumannii* multirresistente varia entre 43,7% e 81%. Essa mortalidade é associada a sepse, infecções respiratórias e choque séptico (Silva, et al., 2022).

Atualmente, para o tratamento de infecções relacionadas com *A. baumannii* multirresistentes, geralmente está relacionada com a adoção de agentes antimicrobianos de último recurso como a colistina, quando essencialmente não há outras opções disponíveis. Entretanto, a quantidade de crescente de casos recentes relatando surgimento de cepas pan-resistentes a medicamentos diminuiu a eficácia dos agentes antimicrobianos de último recurso (Quinones, et al., 2015; Boluki et al., 2017; Goic-Barisic et al., 2017; Nowak et al., 2017; Al-Kadmy et al., 2020).

Associado a presença de perfis de multirresistência, cepas de *A. baumannii* apresentam inúmeros fatores de virulência que podem tornar essa espécie ainda mais patogênica. Entre os vários fatores que podem tornar um microrganismo patogênico, está a capacidade de aderir, invadir e se manter viável por longos períodos devido a sua capacidade de adquirir nutrientes essenciais. A adesão bacteriana às células epiteliais é um passo essencial para a colonização de infecção. Estudos demonstraram que as células epiteliais respiratórias são mais facilmente invadidas por *A. baumannii* do que células epiteliais não respiratórias, o que provavelmente contribui para a alta taxa de mortalidade de pneumonias relacionadas a infecção por essa espécie. A adesão bacteriana é mediada por fímbrias e outros componentes de membrana. Além disso, cepas de *A. baumannii* são capazes de invadir células humanas e evoluem para sobreviver dentro da célula hospedeira. A invasão celular contribui para a evasão da imunidade humoral, persistência no hospedeiro e penetração em tecidos profundos. Além disso, a persistência sérica também afeta o processo de infecção, o exopolissacarídeo capsular (CPS) é um componente que medeia a persistência bacteriana, permitindo que os organismos sobrevivam melhor em condições desfavoráveis. Estudos anteriores demonstraram que a adesão de *A. baumannii* às células epiteliais humanas foi mediada por estruturas fimbriais, no entanto, os mecanismos subjacentes à invasão permanecem desconhecidos (Bannister et al., 2000; Choi et al., 2008; Rahim et al., 2021).

Diversas vacinas eficazes contra outros patógenos foram desenvolvidas com base em fatores de virulência. Alguns estudos vêm relatando o potencial de vacinas contra *A. baumannii* e diversos tipos de vacinas estão sendo avaliados. Um dos tipos vacinais que vem sendo avaliados, são as vacinas baseadas em células inteiras (IWC) seguidas por inativação. Foi observado que esse tipo de vacina induz respostas específicas de anticorpos contra *A. baumannii* e conferem proteção contra subsequentes desafios de sepse com a bactéria viva. Além disso, o baixo custo de produção aumenta o atrativo dessa abordagem vacinal (Mc Connell et al., 2010; Bentancor et al., 2012; Shu et al., 2016).

Devido a sua importância na prática clínica, as cepas de *A. baumannii* vem sendo cada vez mais estudadas, principalmente quando relacionadas à sua capacidade de causar infecções em pacientes hospitalizados. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi realizar a padronização de quatro cepas de *A. baumannii* com o intuito de avaliar a sua capacidade de adesão, viabilidade intracelular e persistência na presença de agente antimicrobiano e seu comportamento perante a presença de soros de animais imunizados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Isolamento das cepas e confirmação da espécie: As quatro cepas de *A. baumannii* foram cedidas pelo Laboratório de Pesquisa e Infecção Hospitalar da Fundação Oswaldo Cruz – LAPIH/FIOCRUZ: CCBH305, CCBH356, CCBH539, CCBH549. Todas as cepas foram confirmadas através da técnica de Reação em Cadeira de Polimerase (PCR) para confirmação dos genes *blaOXA-51* e *blaOXA-23*, intrínsecos em *A. baumannii*.

Cultivo das cepas de *Acinetobacter baumannii*: As cepas isoladas foram cultivadas em meio Luria Broth (LB) em erlenmeyer de 2L por 24h. e sua densidade óptica (DO) foi observada durante as primeiras seis horas de cultivo para analisar o padrão de crescimento das amostras.

Padronização das culturas bacterianas: As suspensões bacterianas foram padronizadas a partir de uma cultura de 24 horas em meio LB adicionando-se Phosphate-buffered Saline (PBS) pH7,2 estéril até atingir a turvação igual à suspensão do tubo 0,5 da escala de McFarland (aproximadamente 1×10^8 UFC/mL). Em seguida foi verificada a leitura espectofotométrica a 620 nm para confirmação da concentração de microrganismos.

Posteriormente foi calculado a quantidade de microrganismos necessários para realizar os testes de célula: com base na quantidade de célula por poço (microplacas com 96 orifícios), 5×10^6 células por poço, foi obtida uma concentração bacteriana para MOI10 e MOI100. Para a MOI10, foi calculado 10 células bacterianas para cada célula humana, obtendo-se uma suspensão de 5×10^7 UFC/poço e, para a MOI100, foi calculado 100 células bacterianas para cada célula humana, chegando na suspensão de 5×10^8 UFC/poço. Em seguida foi verificada a leitura espectofotométrica para a confirmação da concentração de microrganismos.

Determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM): A CIM foi determinada pela técnica de diluição em microplacas (96 orifícios) de acordo com a metodologia descrita segundo a norma do Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI,2006). Os orifícios das microplacas (96 poços) foram

preenchidos com 80 μ L de CMH, em seguida foram acrescentados 100 μ L da solução de gentamicina e realizada a diluição seriada de 0.8 a 100 μ g/mL. Adicionalmente foram distribuídos 20 μ L das suspensões dos microrganismos em cada orifício das microplacas. As microplacas foram incubadas em estufa a 37°C por 24 horas. Os testes foram realizados em triplicada.

Ensaios de interação bacteriana com células endoteliais humanas: Os ensaios de interação bacteriana com células endoteliais humanas de linhagem DETROIT-562 foram realizados baseados em metodologias previamente descritas (Hirata Jr, 2004; Santos et al., 2010). Quantidades equivalentes a $5,0 \times 10^6$ células/mL foram utilizadas para a obtenção de tapete confluyente para os ensaios de aderência, invasão celular e persistência bacteriana em placas de cultura de células de 96 orifícios (Corning, USA).

Para a realização dos ensaios em cultura de células, cultivos estacionários foram lavados e ressuspensos em meio de cultura 199. O inóculo bacteriano foi ajustado para uma contagem de 5×10^7 UFC/mL (MOI10) e 5×10^8 UFC/mL (MOI100), equivalente à DO 0,1 e DO 0,2 de absorbância ($\lambda = 570$ nm), respectivamente, aferido em espectrofotômetro. As contagens de unidades formadoras de colônias por mililitro (UFC/mL) das suspensões bacterianas utilizadas como inóculo, sobrenadantes de cultivos infectados e lisados diversos, foram realizadas por diluição seriada e cultivo em placas para contagem de colônias. O estudo foi realizado com tempo de infecção de 1h, 2h e 3h (Hirata Jr et al., 2004).

As células bacterianas foram lavadas três vezes com PBS (0,01M; pH 7,2) e ressuspensas em meio 199 até alcançar a DO 0,2 ($\lambda = 570$ nm). As monocamadas celulares foram infectadas com 100 μ L das suspensões bacterianas e incubadas em atmosfera de 5% de CO₂ no período de 1 hora, 2 horas e 3 horas. Concomitantemente ao período de incubação, foi preparada uma solução, na qual a gentamicina foi diluída em 10 mL de meio 199. Após os períodos de infecção, 10 μ L do meio de cultivo celular foram reservados para a contagem de bactérias viáveis livres no sobrenadante e os tapetes celulares foram lavados três vezes com PBS para eliminação das bactérias não associadas e de resíduos do meio de cultivo celular. Os tapetes celulares foram, então, tratados com PBS contendo 0,1% de Triton X100 por 30 segundos, para que as células fossem lisadas. As alíquotas reservadas dos sobrenadantes e os lisados celulares foram diluídos e plaqueados em TSA, permitindo a contagem de bactérias viáveis associadas ao tapete.

Parte dos poços foi reservada para o ensaio de exclusão com antimicrobiano, sendo expostos a 100 μ L de solução de gentamicina (100 μ g/mL) durante 1 hora, com a finalidade de eliminar bactérias extracelulares aderidas às monocamadas permitindo a contagem de bactérias internalizadas. As

contagens resultaram no número total de bactérias associadas ao tapete (intracelulares + extracelulares) e no número de bactérias ocupando localização intracelular. Os percentuais de aderência foram calculados a partir das relações entre os números de bactérias associadas com as contagens de bactérias viáveis no sobrenadante somado ao número de células viáveis associadas às monocamadas. Já os percentuais de internalização foram calculados a partir da relação entre o número de bactérias viáveis intracelulares e o número de bactérias associadas (Hirata Jr, 2004; Santos et al., 2010).

De forma similar ao ensaio de exclusão, alguns poços foram reservados para a avaliação da persistência, sendo, após a incubação de 1h, 2h e 3h, lavados e reincubados com 100 µl de meio contendo gentamicina (100µg/mL) por 24h para a eliminação de bactérias extracelulares. Em seguida, as monocamadas celulares foram novamente lavadas e lisadas. O lisado obtido foi diluído e plaqueado em TSA. As placas foram incubadas por 48h a 37°C e as colônias foram contadas, obtendo-se o número de UFC/ml no lisado (Hirata Jr, 2004).

RESULTADOS

Isolamento das cepas e confirmação da espécie:

Todas as cepas recebidas do LAPIH apresentaram os genes blaOXA-51 e blaOXA-23, confirmando assim que todas pertenciam a espécie *Acinetobacter baumannii* (tabela 1).

Tabela 1: Resultado da análise de PCR para a confirmação da presença dos genes blaOXA-51 e blaOXA-23, intrínsecos à espécie *A. baumannii*

Nº LAPIH (CCBH)	Identificação	PCR bla _{OXA} -51	PCR bla _{OXA} -23
CCBH305	<i>A. baumannii</i>	Pos	Pos
CCBH356	<i>A. baumannii</i>	Pos	Pos
CCBH539	<i>A. baumannii</i>	Pos	Pos
CCBH549	<i>A. baumannii</i>	Pos	Pos
ATCC19606	<i>A. baumannii</i>	Pos	Pos

CULTIVO DAS CEPAS DE *A. BAUMANNII*:

Durante o crescimento bacteriano realizado em Erlenmeyer de 2 litros, foi possível observar que as cepas apresentaram taxas de crescimento semelhantes entre si e em todos os horários de crescimento observados (Tabela 2 e gráfico 1).

Tabela 2: Densidade óptica das cepas de *A. baumannii* analisadas durante as seis primeiras horas de crescimento.

	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h
CCBH305	0,16	0,47	0,78	1,42	2,25	2,6	2,9
CCBH356	0,24	0,5	1	1,45	1,81	2,35	2,77
CCBH539	0,24	0,58	1,2	1,66	2,27	2,93	3,36
CCBH549	0,23	0,49	1	1,5	1,98	2,47	2,9

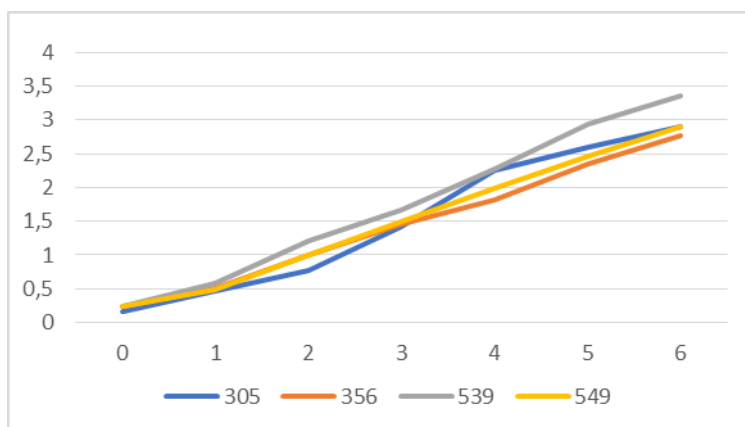


Gráfico 1: Taxa de crescimento bacteriano das cepas de *A. baumannii* analisadas no presente estudo, onde o eixo Y representa a densidade óptica do crescimento enquanto o eixo X corresponde ao tempo (em horas) do crescimento bacteriano.

PADRONIZAÇÃO DO ENSAIO DE INTERAÇÃO CELULAR:

Foi possível observar que, na MOI10 (5×10^7 UFC), as cepas 305, 356 e 549 apresentaram uma queda na capacidade de adesão celular após 2h e 3h de interação, a cepa 539 também apresentou uma queda após 2 horas de interação, entretanto, a partir das 3 horas de interação ela apresentou um aumento na porcentagem de células bacterianas capazes de aderir ao epitélio humano. A interação celular observada na MOI100 seguiu praticamente o mesmo padrão da encontrada na MOI10, a interação de 1h apresentou uma capacidade maior de aderência bacteriana do que quando comparada com as interações de 2h e 3h. Quando comparadas entre si, foi possível observar que a contagem bacteriana na MOI100, após 1 hora de interação apresentou uma capacidade de aderência melhor do que a concentração na MOI10 (tabela 3).

Tabela 3: Padronização do ensaio de adesão bacteriana nas concentrações de MOI10 e MOI100, com interação durante 1h, 2h e 3h

Número da cepa	Média da % do sobrenadante/adesão					
	MOI 10			MOI 100		
	1 hora	2 horas	3 horas	1 hora	2 horas	3 horas
305	30,47%	20,73%	23,04%	29,87%	23,91%	23,32%
356	28,57%	17,19%	26,16%	26,25%	26,25%	28,07%
539	24,25%	19,46%	25,28%	32,48%	30,27%	24,15%
549	27,27%	21,56%	25%	33,74%	27,66%	26,2%

Foi utilizado 8ug/mL da concentração de gentamicina obtida através da MIC realizada previamente com o intuito de verificar a capacidade de invasão e persistência bacteriana. No caso da invasão, após a interação nas respectivas horas, foi adicionada a solução de gentamicina e incubada por mais 1h. Após esse período, foi observado que na MOI10, todas as cepas de *A. baumannii* foram capazes de invadir as células humanas. Exceto as cepas 356 e 539, todas apresentaram capacidade de invasão acima de 50%. Foi possível observar também que houve uma heterogeneidade na capacidade de invasão, diferente da aderência bacteriana, que apresentou uma harmonia nos resultados. A mesma heterogeneidade apresentada na MOI10 também foi possível observar na MOI100, todas as cepas de *A. baumannii* que interagiram durante 3h apresentaram capacidade de invasão abaixo dos 37%, enquanto as interações durante 1h e 2h apresentaram interações acima dos 44%.

Analisando comparativamente, as cepas de *A. baumannii* na MOI10 apresentaram uma maior capacidade de invasão no geral quando comparadas com as concentrações de MOI100. Vale ressaltar que a concentração de MOI100, com 1hr de interação apresentou um padrão semelhante de capacidade de invasão quando as amostras de *A. baumannii* são comparadas entre si, levando a crer que, aparentemente, as cepas se adaptaram melhor e apresentam um padrão mais homogêneo para estudos futuros (tabela 4).

Tabela 4: Padronização da capacidade de invasão bacteriana nas concentrações de MOI10 e MOI100 durante 1h, 2h e 3h de interação célula-bactéria e após 1h da ação da gentamicina.

Número da cepa	Média da % da adesão/invasão					
	MOI 10			MOI 100		
	1 hora	2 horas	3 horas	1 hora	2 horas	3 horas
305	50%	64,7%	57,14%	50%	54,54%	36,36%
356	64,28%	88,88%	48,38%	50%	59,57%	36,17%
539	53,84%	86,2%	39,06%	50,98%	51,78%	26,78%
549	53,33%	60,6%	48,27%	45,45%	44,23%	26,92%

A persistência bacteriana foi avaliada após a ação da gentamicina durante 24h. Foi possível observar que todas as cepas, exceto a 549, na interação de 2h, apresentaram capacidade de persistência abaixo dos 20%. Entretanto, na concentração de MOI100, exceto a interação de 3h, todas as cepas de *A. baumannii* apresentaram capacidade de persistir no interior da célula humana acima dos 20% (tabela 4). Se por um lado, mais da metade das cepas na concentração da MOI10 foram incapazes de sobreviver dentro da célula humana quando comparadas com a capacidade de invasão que apresentaram previamente, as cepas na concentração de MOI100 se mostraram mais bem adaptadas a persistir no interior da célula, uma vez que a capacidade de sobrevivência, quando comparadas com a capacidade de invadir a célula humana, reduziu a população bacteriana em cerca de 20%.

Tabela 4: capacidade de persistência bacteriana após 1h, 2h e 3h de interação célula-bactéria e após a ação da gentamicina durante 24h.

Número da cepa	Média da % da adesão/persistência					
	MOI 10			MOI 100		
	1 hora	2 horas	3 horas	1 hora	2 horas	3 horas
305	15,62%	17,64%	17,85%	28,26%	36,36%	18,18%
356	17,85%	18,51%	16,12%	30,95%	36,17%	18,75%
539	19,23%	13,79%	15,62%	19,6%	26,78%	15,78%
549	16,67%	24,24%	13,79%	21,81%	26,92%	16,66%

A partir desses resultados, foi observado que a concentração de MOI100, com interação célula-bactéria de 1h apresentou uma maior capacidade de aderência bacteriana. Partindo desse princípio, foi utilizado um soro humano de paciente imunizado na diluição de 1:100 para verificar a capacidade de inibição da aderência e, por consequência da invasão e persistência bacteriana. Para isso, foi realizada previamente uma interação prévia de 1h entre o soro humano e as cepas de *A. baumannii* utilizadas nesse estudo. A partir dessa interação, os testes de célula correram exatamente iguais ao protocolo: 1h de interação da solução soro-bactéria com a célula DETROIT 562; MOI100 e ação da gentamicina por 1h para invasão e 24h para persistência bacteriana.

Após o uso do soro de camundongo (dados não publicados), observou-se uma redução na capacidade de aderência, invasão e persistência bacteriana. Quando comparados entre si, houve uma inibição média da adesão de 22,22% seguido por uma capacidade de invasão reduzida em quase 53%. É importante observar que a ação do soro de camundongo invalidou a capacidade de persistência bacteriana após a ação da gentamicina em todas as cepas de *A. baumannii* analisadas (tabela 5).

Tabela 5: Capacidade de aderência, invasão e persistência bacteriana na ausência e na presença de soro de camundongo imunizado.

Número da cepa	Média da % de aderência, invasão e persistência					
	Sem soro imunizado			Com soro de camundongo		
	Aderência	Invasão	Persistência	Aderência	Invasão	Persistência
305	29,87%	50%	28,26%	8,63%	12,5%	0%
356	26,25%	50%	30,95%	8,02%	13,63%	0%
539	32,48%	50,98%	19,6%	7,83%	9,52%	0%
549	33,74%	45,45%	21,81%	8,96%	12%	0%

DISCUSSÃO

Acinetobacter baumannii está associada a diversas infecções nosocomiais, incluindo pneumonia, infecções da corrente sanguínea, meningite, infecções de pele e no trato urinário. A resistência a múltiplas drogas, incluindo de primeira escolha, deixam essa bactéria na mira da OMS como uma prioridade para o desenvolvimento de novas drogas e novos meios de combater infecções (Moubareck, Halat, 2020).

Em geral, esta bactéria é considerada como um patógeno de baixa virulência, entretanto, fatores de virulência, incluindo adesão e invasão nas células hospedeiras e posterior morte da célula hospedeira, formação de biofilme, polissacarídeos capsulares, resistência sérica e aquisição de ferro foram identificados, o que tornam esse patógeno de prioridade crítica (Wang et al., 2020; Singh et al., 2022).

A virulência dessas cepas, juntamente com a multirresistência fazem com que esse patógeno seja a causa de diversas infecções emergentes. Apesar dos estudos em várias vacinas candidatas para conferir imunoproteção parcial, não há nenhuma vacina eficaz disponível para prevenir infecções por *A. baumannii* no momento. Nessas condições, a vacinação pode surgir como solução através da tentativa de impedir a invasão bacteriana inicial e evitar a colonização bacteriana nas células hospedeiras (Garg et al., 2016; Fereshteh et al., 2020).

Em nosso estudo, foi possível observar a capacidade de adesão, invasão e persistência bacteriana de quatro cepas de *Acinetobacter baumannii* indicando que todas elas são patogênicas e capazes de causar infecção nas vias respiratórias, uma vez que a linhagem celular DETROIT-562 é original da faringe. As análises comparativas entre o crescimento microbiano e sua capacidade de interação com a célula hospedeira demonstrou que existe possibilidade de a infecção ser desenvolvida na primeira hora de contaminação sendo assim, existe uma urgência no tratamento devido, principalmente, a sua

capacidade de associar resistência a múltiplos agentes antimicrobianos utilizados como primeira escolha para o tratamento com a sua virulência.

O estudo apresentado é inicial com o intuito de se aprofundar no funcionamento do crescimento e adaptação de cepas de *A. baumannii* virulentas e como é a sua interação com a célula hospedeira. A utilização de soro de camundongo imunizado, teve como objetivo verificar preliminarmente se existe uma diferença significativa na capacidade de aderência, invasão e persistência microbiana na ausência e na presença de um agente regulador. Os resultados aqui apresentados, abrem portas para novos questionamentos, uma vez que, é claro a necessidade do desenvolvimento de vacinas contra *A. baumannii* capazes de inibir fatores de virulências essenciais para sua colonização e infecção.

Vacinas de células inteiras, atenuadas ou mortas, induzem o sistema imunológico e, devido a sua capacidade de provocar uma ampla gama de respostas imunes, essas vacinas são consideradas ideais e vem sendo utilizadas contra doenças infecciosas como cólera, caxumba, tuberculose etc. (Moyle et al., 2015).

Em conclusão, as evidências disponíveis sugerem que *A. baumannii* é um importante patógeno humano que gradualmente está ganhando mais atenção como uma ameaça a saúde pública. Essa espécie vem sendo responsável por uma parcela significativa de infecções em populações específicas de pacientes, principalmente os imunocomprometidos. Esta situação, juntamente com o fato de isolados de *A. baumannii* terem mecanismos de resistência e virulência disponíveis torna um dos patógenos mais desafiadores na era atual. O desenvolvimento de vacinais bacterianas visando não só a multirresistência, mas também fatores de virulência é um caminho que deve ser percorrido e esforços em conjuntos devem ser feitos para que haja novas opções terapêuticas para o tratamento de infecções causadas por essa espécie. Sendo assim, mais esforços e recursos científicos são necessários para melhor elucidar as questões epidemiológicas e de controle de infecção relacionadas com infecções por *A. baumannii* patogênicas.

REFERÊNCIAS

- Al-Hassan, L. L.; Al-Madboly, L. A. Molecular characterization of an *Acinetobacter baumannii* outbreak. *Infection Prevention in Practice*, v. 2, n. 2, 2020.
- Al-Kadmy, I.M.S.; Ibrahim, S.A.; Al-Saryi, N.; Aziz, S.N.; Besinis, A.; Hetta, H.F. Prevalence of genes involved in colistin resistance in *Acinetobacter baumannii*: First report from Iraq. *Microbiology Drug Resistance*, v. 26, p. 616-622, 2020.
- Bannister, B.A.; Begg, N.T.; Gillespie, S.H. *Infectious Disease*, 2nd ed.; Blackwell Science: Hoboken, NJ, USA, 2000.
- Bentancor LV, O'Malley JM, Bozkurt-Guzel C, Gb P, Maira-Litrán T. Poly-n-acetyl-beta-(1-6)-glucosamine is a target for protective immunity against *Acinetobacter baumannii* infections. *Infection and Immunology*, v. 80, p. 651-656, 2012.
- Boluki, E.; Kazemian, H.; Peeridogaheh, H.; Alikhani, M.Y.; Shahabi, S.; Beytollahi, L.; Ghorbanzadeh, R. Antimicrobial activity of photodynamic therapy in combination with colistin against a pan-drug resistant *Acinetobacter baumannii* isolated from burn patient. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, v. 18, p. 1-5, 2017.
- Choi, C. H.; Lee, J. S.; Lee, Y. C.; Park, T. I.; Lee, J. C. *Acinetobacter baumannii* invades epithelial cells and outer membrane protein A mediates interactions with epithelial cells. *BMC Microbiology*, v. 8, p. 2016, 2008.
- Falagas, M. E.; Karveli, E. A. The changing global epidemiology of *Acinetobacter baumannii* infections: a development with major public health implications. *Clinical Microbiology Infections*, v. 13, p. 117-119, 2007.
- Fereshteh S, Abdoli S, Shahcheraghi F et al. New putative vaccine candidates against *Acinetobacter baumannii* using the reverse vaccinology method. *Microbiol Pathogeny*, v. 143, e. 104114, 2020.
- Garg N, Singh R, Shukla G. Immunoprotective potential of in silico predicted *Acinetobacter baumannii* outer membrane nuclease, NucAb. *International Journal of Medical Microbiology*, v. 306, p.1-9, 2016.
- Goic-Barisic, I.; Music, M.S.; Kovacic, A.; Tonkic, M.; Hrenovic, J. Pan drug-resistant environmental isolate of *Acinetobacter baumannii* from Croatia. *Microbiology Drug Resistance*, v. 23, p. 494-496, 2017.
- Hirata Jr, R.; Souza, S. M. S.; Rocha-de-Souza, C. M.; Andrade, A. F. B.; Monteiro-Leal L. H.; Formiga, L. C. D.; Mattos-Guaraldi, A. L. Patterns of adherence to HEp-2 cells and actin polymerization by toxigenic *Corynebacterium diphtheriae* strains. *Microbial Pathogenesis*, v. 36, p. 125-130, 2004.
- Ma, C.; McClean, D. Mapping Global Prevalence of *Acinetobacter baumannii* and Recent Vaccine Development to Tackle it. *Vaccines*, v. 9, n. 6, 2021.
- McConnell M.J.; Pachon J. Active and passive immunization against *Acinetobacter baumannii* using an inactivated whole cell vaccine. *Vaccine*, v. 29, p. 1-5, 2010.

Moubareck, C. A.; Halat, D. H. Insights into *Acinetobacter baumannii*: A review of microbiological, virulence, and resistance traits in a threatening nosocomial pathogen. *Antibiotics*, v. 9, 2020.

Moyle P.M., Toth I. Modern subunit vaccines: development, components, and research opportunities. *ChemMedChem*, v. 8, p. 360–376, 2015.

Nowak, J.; Zander, E.; Stefanik, D.; Higgins, P.G.; Roca, I.; Vila, J.; McConnell, M.J.; Cisneros, J.M.; Seifert, H. High incidence of pandrug-resistant *Acinetobacter baumannii* isolates collected from patients with ventilator-associated pneumonia in Greece, Italy and Spain as part of the MagicBullet clinical trial. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, v. 72, p. 3277–3282, 2017.

Quinones, D.; Carvajal, I.; Perez, Y.; Hart, M.; Perez, J.; Garcia, S.; Salazar, D.; Ghosh, S.; Kawaguchiya, M.; Aung, M.S. High prevalence of bla OXA-23 in *Acinetobacter* spp. and detection of bla NDM-1 in *A. soli* in Cuba: Report from national surveillance program (2010–2012). *New Microbes New Infections*, v. 7, p. 52–56, 2015.

Rahim, N. M.; Lee, H.; Strych, U. Facing the challenges of multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii*: progress and prospects in the vaccine development. *Human Vaccines & Immunotherapeutics*, v. 17, n. 10, 2021.

Romanin, P.; Palermo, R. L.; Cavalini, J. F.; Fávaro, L. S.; Paula-Petroli, S. B.; Fernandes, E. V.; Szczerepa, M. M. A.; Tognim, M. C. B.; Yamada-Ogatta, S. F.; Carrara-Marroni, F. E.; Yamauchi, L. M. Multidrug and Extensively drug-resistant *Acinetobacter baumannii* in a tertiary hospital from Brazil: the importance of carbapenemase encoding genes and epidemic clonal complexes in a 10-year study. *Microbial Drug Resistance*, v. 25, n. 9, 2019.

Santos, C. S.; Santos, L. S.; Souza, M. C.; Dourado, F. S.; Dias, A. S.; Sabbadini, O. S.; Pereira, G. A.; Cabral, M. C.; Hirata Júnior, R.; Mattos-Guaraldi, A. L. Non-opsonic phagocytosis of homologous non-toxinogenic and toxinogenic *Corynebacterium diphtheriae* strains by human U-937 macrophages. *Microbiology and Immunology*, v. 54, p. 1–10, 2010.

Silva, M. C. B.; Werlang, M. H. B.; Vandresen, D. F.; Fortes, P. C. N.; Pascotto, C. R.; Lúcio, L. C.; Ferreto, L. E. D. Genetic, antimicrobial resistance profile and mortality rates of *Acinetobacter baumannii* infection in Brazil: A systematic review. *Archives*, v. 2, n. 1, 2022.

Sing, R.; Capalash, N.; Sharma, P. Vaccine development to control the rising scourge of antibiotic-resistant *Acinetobacter baumannii*: a systematic review. *3 biotech*, v. 12, n. 85, 2022.

Shu MH, MatRahim N, NorAmdan N, Pang SP, Hashim SH, Phoon WH, AbuBakar S. An inactivated antibiotic-exposed whole-cell vaccine enhances bactericidal activities against multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii*. *Science Report*, v. 6, e 22332, 2016.

Wang X.; Cole C. G.; DuPai, C. D.; Davies B. W. Protein aggregation is associated with *Acinetobacter baumannii* desiccation tolerance. *Microorganisms*, v. 8, n. 343, 2020.

Capítulo 6



10.37423/230808130

ESTUDO DE PROPRIEDADES GEOTÉCNICAS E ANÁLISE DE FUNDAÇÕES PARA OBRA INDUSTRIAL DA REGIÃO SUL DO BRASIL

Helena Paula Nierwinski

Universidade Federal de Santa Catarina

Bianca Schlickmann Felisbino

Universidade Federal de Santa Catarina

Augusto Teixeira de Sousa

Universidade Federal de Santa Catarina



Resumo: O estudo do comportamento e das características do solo é imprescindível, ainda mais quando sobre este será realizada uma obra de grande porte. Ensaiois laboratoriais de caracterização básica, atrelados à sondagens constituem a metodologia mais simples para uma avaliação inicial do comportamento de solos. Sendo assim, no presente trabalho fez-se uma análise das características geotécnicas de um terreno localizado no município de Joinville-SC, no condomínio multissetorial Perini Business Park. Neste condomínio está em construção o Parque Tecnológico Ágora Tech Park, cuja área total será de 140 mil m², e o qual será objeto de análise deste estudo. O objetivo do trabalho foi avaliar as informações provenientes de boletins de sondagem SPT e ensaios de caracterização do solo, realizados em laboratório. Os resultados da investigação geotécnica permitiram uma avaliação do projeto de fundações de um dos prédios do parque e uma validação de estimativas teóricas de capacidade de carga, através dos dados do relatório de cravação das estacas da obra. Este estudo demonstrou que a área em questão apresenta um perfil estratigráfico com alta heterogeneidade, desenvolvido sob influência de variação de níveis fluviais. Tal heterogeneidade resultou em diferenças consideráveis entre estimativas teóricas de comprimento de estacas e comprimento efetivamente adotado.

Palavras-chave: Investigação geotécnica, Caracterização geotécnica, Fundações profundas, Obra Industrial.

1 INTRODUÇÃO

Em uma obra da construção civil, ou de infraestrutura a fundação é responsável por transmitir as cargas da estrutura ao solo. O solo, por sua vez, apresenta comportamento variável de acordo com sua localização e formação geológica. Como a fundação possui uma função primordial para a sustentação da estrutura, deve-se realizar um projeto adequado para tal, analisando o solo do local, seu entorno, as cargas que este receberá e assim, utilizar das melhores práticas construtivas e adequadas para a situação em questão. Sendo assim, a investigação geotécnica é fundamental para uma correta definição do tipo de fundação a ser utilizada, além de permitir a identificação da possível presença de solos moles, posição do nível do lençol freático, entre outras informações que possam contribuir para o desenvolvimento de um projeto seguro e com garantia de bom desempenho da estrutura a ser construída.

São diversos os métodos de investigação geotécnicas desenvolvidos, desde investigação *in situ*, ensaios de laboratório e métodos geofísicos. O SPT (*Standard Penetration Test*) é o método mais usual no Brasil, pois possui um menor custo, permite uma obtenção de dados relevantes para uma análise prévia do solo, possibilita a coleta de amostras deformadas a cada metro, além da maior disponibilidade de equipamentos e mão de obra no mercado.

O presente trabalho tem como principal objetivo a avaliação dos resultados de sondagens do tipo SPT e resultados de caracterização de laboratório em amostras superficiais, ambos provenientes de um terreno localizado no condomínio multissetorial Perini Business Park, no município de Joinville-SC, conforme identificado na Figura 1. Neste terreno será implantado o Parque Tecnológico Ágora Tech Park, cuja área total construída será de 140 mil metros quadrados ao final da obra. A partir dos resultados da investigação geotécnica da área será possível definir o perfil estratigráfico do terreno e avaliar-se o projeto das fundações de um dos prédios do Parque Ágora Tech Park[BS1], já construído sobre o terreno.



Figura 1. Local de implantação da obra em estudo

2 INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA

Para o empreendimento, objeto de estudo deste trabalho, a campanha de investigação geotécnica contemplou a realização de ensaios de caracterização básica em laboratório e resultados de ensaios de campo, por meio de sondagens SPT.

2.1 ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Os ensaios de caracterização foram realizados numa amostra deformada de solo, coletada na superfície do terreno em estudo. Com os resultados destes ensaios tem-se por objetivo obter uma caracterização generalizada dos solos presentes na área. Maiores detalhes da campanha de caracterização básica do terreno podem ser encontrados no trabalho de Felisbino *et al* (2019).

A caracterização básica iniciou-se pela análise granulométrica, na qual seguiram-se as diretrizes da NBR 7181 (ABNTa, 2017). Sendo assim, a curva granulométrica do solo local, apresentada na Figura 2, foi definida pela utilização conjunta dos métodos de peneiramento e sedimentação.

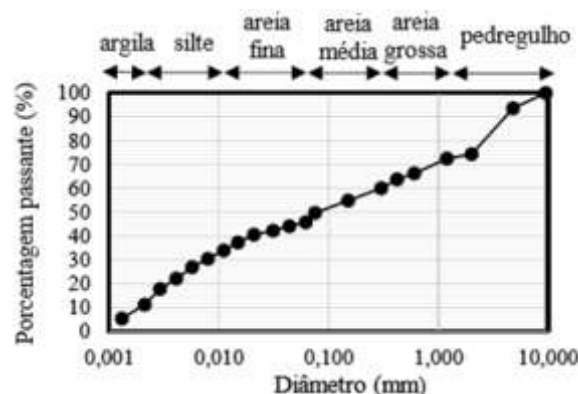


Figura 2. Curva Granulométrica

Em análise à Figura 2, pode-se inferir que a amostra de solo em estudo apresenta uma curva granulométrica contínua e bem graduada. A constituição do material é dada por cerca de 10% de partículas do tamanho de argila, 20% das partículas do tamanho de silte, 40% das partículas do tamanho de areia e 30% das partículas do tamanho de pedregulho, conforme limites de classificação apresentados pela NBR 6502 (ABNT, 1995).

A Figura 3 demonstra uma visão geral do tipo e quantidade de material retido em diferentes peneiras, durante o processo de peneiramento. Verifica-se a existência de partículas de tamanhos variados, o que corrobora na definição de solo bem graduado identificada a partir da interpretação da distribuição granulométrica encontrada.



Figura 3. Material retido em diferentes peneiras durante o processo de peneiramento

Em complementação à análise granulométrica, definiram-se os limites de liquidez e plasticidade (LL e LP) do solo. O ensaio de limite de liquidez foi realizado de acordo com a NBR 6459 (ABNTb, 2017). A Figura 4 ilustra os resultados obtidos no ensaio, através dos quais foi possível se determinar um valor do Limite de Liquidez (LL) de 38% para a amostra de solo analisada.

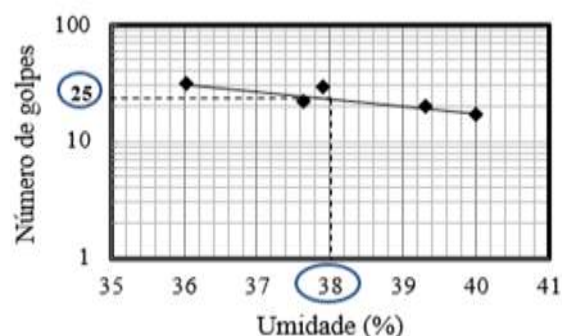


Figura 4. Resultados do ensaio de Limite de Liquidez

A obtenção do Limite de Plasticidade (LP) seguiu os critérios da NBR 7180 (ABNTb, 2016). Várias tentativas foram realizadas até obter-se um indício de fragmentação do cilindro. Seguindo-se exatamente a metodologia apresentada pela respectiva na norma, obtiveram-se quatro resultados satisfatórios, cuja média encontrada foi de 36%.

Já o ensaio para determinação da densidade real dos grãos (G) atendeu aos critérios da NBR 6458 (ABNTc, 2016). Esta metodologia foi empregada para três amostras de solo, em três picnômetros distintos. A Tabela 1 resume os valores dos limites de Atterberg e densidade real dos grãos encontrados para o solo em estudo.

Observa-se na Tabela 1 que o Índice de Plasticidade (IP) deste solo é 2%, podendo-se classificá-lo como fracamente plástico, assim sendo, de baixa maleabilidade. Esta característica pôde ser identificada no procedimento prático para a realização do Limite de Plasticidade (LP), no qual o solo demonstrou ser pouco moldável e se fragmentava com facilidade.

Tabela 1. Resultados dos ensaios LL, LP, G e IP.

G	LP	LL	IP
2,67	36%	38%	2%

A Figura 5 apresenta a curva de compactação do solo, através da qual é possível definir o valor da umidade ótima do solo, como sendo igual a 18,5% e o valor da massa específica aparente seca máxima (γ_{dmax}) como sendo igual a 1,75 g/cm³.

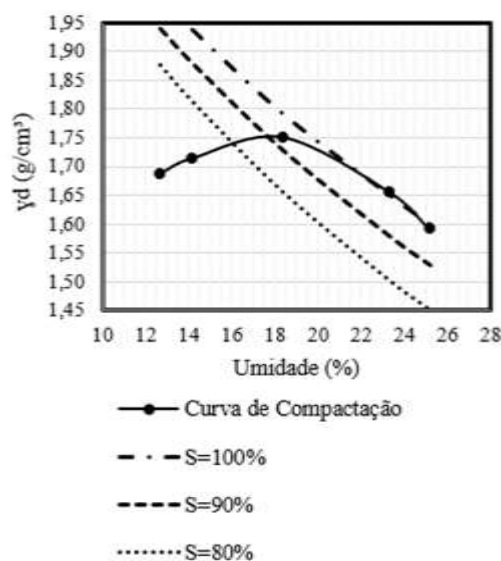


Figura 5. Curva de compactação.

Para a determinação da curva de compactação da amostra foram seguidas as diretrizes da NBR 7182 (ABNTd, 2016). Utilizou-se o cilindro pequeno e a energia de compactação Proctor intermediária, por se tratar de uma obra industrial, com cargas significativas sendo impostas ao solo. O ensaio foi realizado com reuso de material.

A partir dos resultados dos ensaios de caracterização foi efetuada a classificação do solo por meio da Classificação Unificada, e pelo sistema de classificação rodoviário (AASHTO), comumente utilizados na engenharia.

Sendo assim, pelo sistema de Classificação Unificado, o solo foi classificado como SM (Areia Siltosa), considerando que a porcentagem de material que passa na peneira 200 é inferior a 50%. Já pelo Sistema Rodoviário de Classificação, o solo em estudo foi classificado como A-4, de granulação fina.

A avaliação da amostra de solo coletada também foi realizada através da análise tátil-visual. O solo apresentava coloração predominantemente avermelhada, com tons amarronzados, levando à identificação como variegado (vermelho). Na inspeção tátil identificou-se uma sedosidade predominante, sem possibilidade de moldar uma esfera entre os dedos. Ao ser pressionado entre os dedos, o material apresentava aspereza. Sendo assim a análise tátil visual identificou o material como um silte arenoso variegado (vermelho).

2.2 SONDAGEM SPT E PERFIL ESTRATIGRÁFICO DA ÁREA

A investigação de campo realizada no local da obra é composta por boletins de sondagem SPT (Standard Penetration Test). O ensaio seguiu as diretrizes da NBR 6484 (ABNT, 2001).

Os dados da campanha de investigação analisados foram fornecidos pela empresa Perville, a qual foi a responsável pela execução da obra. A campanha de ensaios contempla diversos furos, espalhados pelo condomínio industrial. Sendo assim, utilizou-se nas análises dois pontos, SP-01 e SP-02, os quais tem localização em planta mais próxima à obra em questão. A partir dos resultados destas sondagens definiu-se o perfil estratigráfico do terreno, conforme ilustrado na Figura 6. Os furos de sondagem avaliados estão distanciados entre si em 227m, sendo o mais próximo da construção o SP-02

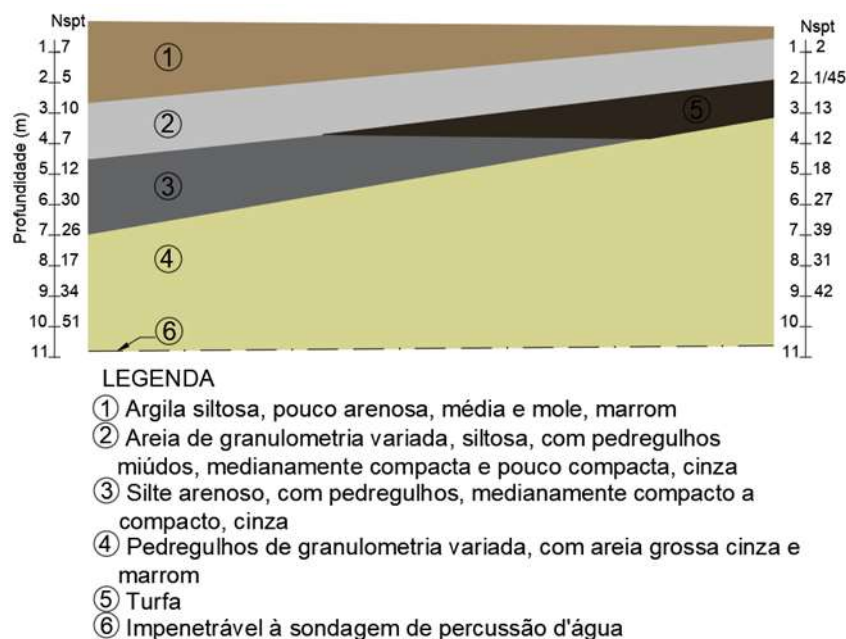


Figura 6. Perfil estratigráfico do terreno

Em análise ao perfil estratigráfico apresentado na Figura 6, percebe-se a presença de alguns picos nos valores do N_{SPT} em diferentes profundidades. Este fato possivelmente seja ocasionado pela presença de pedregulhos no local, conforme identificado na sondagem de simples reconhecimento, onde em diversos pontos é apresentada a descrição de solos argilosos ou siltosos, com presença de pedregulhos.

A variabilidade de resistência do perfil estratigráfico pode ser observada, por exemplo, no ensaio SP-02, no qual se tem um valor de N_{SPT} igual a 12 na profundidade de 5 m, seguido por um valor de N_{SPT} igual a 30, na profundidade de 6 m. Abaixo desta profundidade voltam a ser registrados valores de N_{SPT} inferiores, como o caso da profundidade de 8 m, na qual é registrado um valor de N_{SPT} igual a 17.

Ao se investigar a origem da heterogeneidade registrada no perfil estratigráfico da área, verificou-se que a cerca de 650 m do SP-01 e 500 m do SP-02 encontra-se um riacho, cuja bacia de inundação pode

ter influenciado a formação geológica dos solos desta área. Alguns fatores corroboram com esta suposição:

a) A presença de turfas e material sedimentar, como os pedregulhos ao longo do perfil estratigráfico e em profundidades variáveis, indicam a possível alteração dos níveis de água no local, principalmente em épocas chuvosas, com inundações da área;

b) As camadas de material sedimentar e com menor resistência tornam-se mais e mais espessas nas regiões mais próximas ao riacho (SP-02). Percebe-se pela inclinação dos limites das camadas no perfil estratigráfico que quanto mais próximo ao riacho mais distante da superfície encontra-se a camada considerada como impenetrável à percussão.

Buscou-se, também, realizar uma comparação da classificação do solo, encontrada através dos ensaios de laboratório, com a descrição da camada superficial do perfil estratigráfico do terreno. Ao se analisar ambas as informações, verificou-se uma discordância entre os tipos de materiais encontrados. Sendo assim, constatou-se que o terreno em estudo foi aterrado após a execução das sondagens e o material coletado superficialmente provinha deste aterro e não do material caracterizado por meio das sondagens. Esta informação foi confirmada pela empresa executora da obra.

3 PROJETO DE FUNDAÇÕES DA OBRA

O projeto de fundações prevê a execução da fundação em função do tipo de obra e das características geotécnicas da área que se encontra. Sendo assim, conforme projeto disponibilizado pela empresa responsável pela execução da edificação avaliada, foram utilizadas estacas pré-moldadas de concreto com especificações e quantitativos, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Dados das estacas utilizadas em projeto.

ESTACAS PRÉ-MOLDADAS DE CONCRETO				
Nome	Base estaca (cm)	Comprimento Unitário (cm)	Quantidade de estacas por furo	Quantidade total de escadas
R20	20x20	600	2	654

As estacas do projeto encontram-se dispostas em blocos, variando em quantidade por bloco, no espaçamento adotado, tanto vertical quanto horizontal e no modo de distribuição das estacas em relação aos eixos X,Y. Estes fatores tem interferência direta sobre as cargas e momentos que serão aplicados sobre cada estaca.

Na figura 6 observam-se alguns detalhes apresentados em projeto, que demonstram os fatores apontados anteriormente.

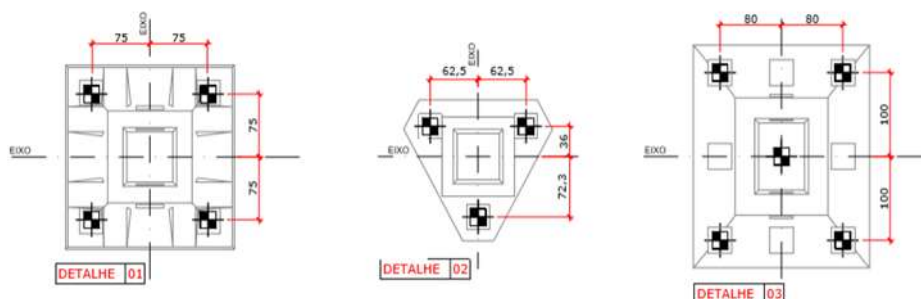


Figura 6 – Detalhamento dos blocos e disposição das estacas na obra

Em análise ao quantitativo de estacas por bloco apresentado no projeto, constatou-se uma grande variação, desde 2, 3, 4, 5, 6, 8 até 9 estacas por bloco. Todas as características apontadas acima atendem a NBR 6122 (ABNT, 2010) como, por exemplo, o espaçamento entre as estacas de pelo menos 3 vezes o diâmetro da mesma em todos os casos.

A profundidade de cravação das estacas variou de 12 a 18 metros, observando-se uma homogeneidade das profundidades em estacas próximas. Além disto, utilizaram-se estacas de mesma seção quadrada de 20x20 cm e observou-se, em todos os locais, a utilização de duas estacas para compor a profundidade total de cravação adotada. As estacas justapostas apresentavam comprimentos variando entre 6, 8 e 10 metros.

4 ANÁLISE DE DADOS

Como citado anteriormente utilizaram-se estacas pré-moldadas de concreto com geometria de 20x20 cm no projeto da fundação em questão. Sendo assim, realizou-se uma busca por referências bibliográficas conceituadas e o valor de capacidade de carga usualmente adotado para este tipo de estacas, é de 250 KN.

Entretanto, em uma análise criteriosa realizada no projeto de cargas, fornecido pela empresa, percebeu-se que a capacidade de carga das estacas utilizadas nesta obra em específico foi de 400 KN. Tendo em vista que a própria empresa executora da obra também é responsável pela fabricação das estacas, acredita-se que as estacas desta obra foram fabricadas com especificações distintas, visando atender às necessidades de carregamento advindas do projeto estrutural e as características geotécnicas da área.

Em alguns casos, percebeu-se, ainda, que em função de alterações de posicionamento durante a cravação das estacas, as mesmas foram afetadas por efeitos de excentricidade. Estas alterações vieram a provocar carregamentos superiores à 400KN e, nestes casos, a empresa fabricou estacas especiais de dimensões 20x20 cm, capazes de suportar o carregamento adicional imposto. Tais considerações demonstram o alto controle na fabricação das estacas por parte da empresa executora.

Com o intuito de verificar a capacidade de carga das estacas de acordo com o perfil estratigráfico da área, fez-se um estudo teórico utilizando-se o método de Decourt e Quaresma, relacionando-se os valores de N_{SPT} com a capacidade de carga das mesmas. Considerando as cargas provenientes do projeto estrutural da edificação, verificou-se que de acordo com o perfil estratigráfico da área, seriam necessárias estacas de no máximo 6 metros de profundidade, onde possivelmente, pelas informações da sondagem, se atingiria a nega.

Como o relatório de cravação das estacas da obra em questão indica o alcance das estacas para profundidades bem superiores aos 6 m identificados pelas análises teóricas, comprova-se a hipótese de alta heterogeneidade do perfil estratigráfico da região, conforme foi descrito no item 2.2 deste trabalho.

Verifica-se que as sondagens executadas serviram como um anteprojeto, permitindo uma análise prévia da geologia do local e escolha do tipo de fundação. Entretanto, devido à heterogeneidade observada, a profundidade final das estacas somente foi possível de ser fixada através da execução propriamente dita.

Devido a esta heterogeneidade do perfil estratigráfico da área, a empresa executora adotou como prática para a confirmação da profundidade adequada de assentamento das estacas, a prova de carga dinâmica, na qual se tem a “nega” como principal ponto de análise. Desta forma, é possível se ter a confirmação da capacidade de suporte das estacas na obra.

5 CONCLUSÕES

Com base nas análises realizadas neste trabalho verificou-se que, o local de implantação da obra em estudo, está próximo a um riacho. Este fato possivelmente contribuiu com a formação geológica da área, resultando num perfil estratigráfico bastante heterogêneo.

Ao se aplicarem métodos teóricos para definição da capacidade de carga de estacas, de acordo com o perfil estratigráfico definido pelas sondagens, encontrou-se uma profundidade necessária de cravação das estacas bem inferior daquela efetivamente praticada no local da obra e registrada através do

relatório de cravação. Este fato corroborou com a prerrogativa da heterogeneidade do perfil estratigráfico da área.

Como a empresa de execução da obra é a responsável pela construção de todas as estruturas do condomínio multissetorial, em que a edificação em estudo está instalada, os conhecimentos adquiridos de boletins de cravação de estacas de obras próximas possivelmente serviram como parâmetro para o desenvolvimento deste projeto. Sendo os boletins de sondagem utilizados apenas como uma diretriz de anteprojeto, contribuindo para o entendimento da formação geológica da área.

A diferença identificada entre as informações fornecidas pela sondagem SPT e a profundidade efetiva de assentamento das estacas mostra a importância da análise crítica da investigação realizada e o acompanhamento da execução dos serviços. Caso o projeto de fundações da edificação em estudo fosse desenvolvido apenas com as informações da sondagem, sem uma análise da formação geológica da área, possivelmente ocorreriam incompatibilidades entre o projeto previsto e a execução propriamente dita.

Por fim, verificou-se que em obras de grande porte e com um grande quantitativo de estacas, como a obra em estudo, assentadas sobre perfil estratigráfico heterogêneo, se faz necessário a confirmação dos valores de capacidade de carga das fundações por outro parâmetro de análise como, por exemplo, a prova de carga dinâmica. Para o caso de estacas pré-fabricadas de concreto, a obtenção da “nega” pode ser uma alternativa viável neste tipo de geologia e aplicação de cargas elevadas, como é o caso de edificações de uso industrial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação brasileira de normas técnicas (ABNTc). NBR 6458: Grãos de pedregulho retidos na peneira de abertura 4,8 mm - Determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2016.

Associação brasileira de normas técnicas (ABNT). NBR 6122: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2010.

Associação brasileira de normas técnicas (ABNTa). NBR 7181: Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 2017.

Associação brasileira de normas técnicas (ABNTb). NBR 6459: Solo – Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 2017.

Associação brasileira de normas técnicas (ABNTb). NBR 7180: Solo – Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 2016.

Associação brasileira de normas técnicas (ABNTd). NBR 7182: Solo – Ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 2016.

Associação brasileira de normas técnicas (ABNT). NBR 6484: Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2001.

Associação brasileira de normas técnicas (ABNT). NBR 6502: Solo e Rocha – Terminologia. Rio de Janeiro, 1995.

Felisbino, B.S. et al. (2019). Estudo de propriedades geotécnicas e avaliação de erodibilidade de um solo residual do município de Joinville-SC. Proc: Seminário de engenharia geotécnica do estado do rio Grande do Sul, GEORS, Santa Maria. p. 4-10.

BIODIVERSIDADE, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

VOLUME VI



conhecimentolivre.org/home



contato@conhecimentolivre.org



[editoraconhecimentolivre](https://www.instagram.com/editoraconhecimentolivre)



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE