

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA FLORESTAL



FELIPE SANTANA MACHADO
ALOYSIO SOUZA DE MOURA
(ORGANIZADORES)

Atena
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA FLORESTAL



FELIPE SANTANA MACHADO
ALOYSIO SOUZA DE MOURA
(ORGANIZADORES)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Flávia Roberta Barão
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizadores: Felipe Santana Machado
Aloysio Souza de Moura

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia florestal / Organizadores Felipe Santana Machado, Aloysio Souza de Moura. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-571-3

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.713211410>

1. Engenharia florestal. I. Machado, Felipe Santana (Organizador). II. Moura, Aloysio Souza de (Organizador). III. Título.

CDD 634.928

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A Engenharia Florestal ou Engenharia Silvícola é uma disciplina abrangente dentro da Engenharia que aborda, de modo geral, todos os aspectos fundamentais de ambientes florestais visando à produção de bens provenientes de florestas naturais ou cultivadas por meio do manejo para suprir a demanda de seus produtos, bem como conservação de água e solo, entre outras finalidades. No Brasil, a Engenharia Florestal é um ramo amplo que aborda uma grande área de atuação, e suas bagagens vão desde seu manejo, ao conhecimento e entendimento de ecologia (suas interações), até a conservação e preservação.

A Engenharia Florestal e suas linhas de estudos são amplamente presentes no mundo atual, pois seus produtos gerados estão intimamente ligados ao cotidiano da vida humana uma vez que não conseguimos mais prosseguir sem a presença de papel, corantes, frutos, sementes, madeira, essências de perfumes, óleos, carvão, e também na produção de mudas de árvores para a restauração de áreas já exploradas e degradadas.

Este livro “Coleção desafios das engenharias: Engenharia florestal” é uma iniciativa internacional com participação de pesquisadores de Portugal, Colômbia, e Brasil, que surge com a finalidade de destacar algumas linhas de estudos da Engenharia Florestal e para o entendimento deste segmento em micro, meso e macro escala. Portanto, este livro apresentará estudos, revisões e relatos com o objetivo de alinhar temas relacionados à área.

Reiteramos que esta obra apresenta estudos e teorias bem fundamentadas e embasadas de forma a alcançar os melhores resultados para os propostos objetivos. Desejamos que este livro possa auxiliar estudantes, leigos e profissionais a alcançar excelência em suas atividades quando utilizarem de alguma forma os capítulos para atividades educacionais, profissionais ou preservacionistas.

Ademais, esperamos que este livro possa fortalecer o movimento das engenharias, instigando profissionais e pesquisadores às práticas que contribuam para a melhoria do ambiente e das paisagens nos quais são objeto de estudo de engenheiros, aos estudantes de engenharia e demais interessados.

Felipe Santana Machado
Aloysio Souza de Moura


SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ECOLOGICAL RESTORATION AND SOIL AND WATER CONSERVATION WITHIN THE SCOPE OF WATER RESOURCES, FOREST AND CLIMATE CHANGE POLICIES IN BRAZIL

Marcos Airton de Sousa Freitas


Sandra Regina Afonso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7132114101>

CAPÍTULO 2..... 13

HYDRAULIC CONDUCTIVITY UNDER FORESTS ONE KEY FOR WATER MANAGEMENT

Carlos Francisco García Olmos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7132114102>


CAPÍTULO 3..... 31

ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS DO SUDESTE DA AMAZÔNIA DO PERU E SUAS PROPRIEDADES FÍSICAS

Leif Armando Portal Cahuana

Javier Navio Chipa

Mauro Vela da Fonseca

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7132114103>


CAPÍTULO 4..... 38

A RESISTÊNCIA DAS COMUNIDADES EM TORNO DOS BALDIOS. UM BEM COMUNITÁRIO DISPUTADO POR PRIVADOS, MUNICÍPIOS E ESTADO

Antônio Cardoso

Goretti Barros

Carlos Matias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7132114104>

CAPÍTULO 5..... 57

MONITORAMENTO DA ACLIMATAÇÃO DE DUAS ESPÉCIES FLORESTAIS AO AMBIENTE DE PLENO SOL UTILIZANDO A TÉCNICA DE FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA A

Ana Clara de Castro Ferreira

Erika Freire de Sousa

Rhadassa Vitoria Santos Castro

Valeska Farias Caxias


Victor Alexandre Hardt Ferreira dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7132114105>

CAPÍTULO 6..... 60

MORFOMETRIA DE UMA MICROBACIA DO RIO ALAMBARÍ: IMPLICAÇÕES PARA O MANEJO E A CONSERVAÇÃO AMBIENTAL

Diego Cerveira de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7132114106>


CAPÍTULO 7..... 71

FENOLOGIA DA *Koelreuteria bipinnata* FRANCH. EM ÁREA URBANA DE SÃO GABRIEL – RS

Italo Filippi Teixeira

Matheus Estauber da Silva Borin

Nirlene Fernandes Cechin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7132114107>

CAPÍTULO 8..... 87

METODOLOGIA PARA CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E GENÉTICA DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis*) PARA A CONSERVAÇÃO E USO SUSTENTÁVEL

Marcos Silveira Wrege

Márcia Toffani Simão Soares

Valderês Aparecida de Sousa


Elenice Fritzsons

Ananda Virginia de Aguiar

Itamar Antônio Bognola

João Bosco Vasconcellos Gomes

Letícia Penno de Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7132114108>

SOBRE OS ORGANIZADORES 102

ÍNDICE REMISSIVO..... 103

CAPÍTULO 1

ECOLOGICAL RESTORATION AND SOIL AND WATER CONSERVATION WITHIN THE SCOPE OF WATER RESOURCES, FOREST AND CLIMATE CHANGE POLICIES IN BRAZIL

Data de aceite: 01/10/2021

Marcos Airton de Sousa Freitas

Specialist in Water Resources at the National Water and Sanitation Agency - ANA; Ministry of Regional Development - MDR

Sandra Regina Afonso

PhD in Forest Sciences - UnB; Researcher at the Brazilian Forest Service - SFB

ABSTRACT: The article deals with the discussion of ecological restoration and conservation of soil and water in relation to the integration and implementation of three important Public Policies in Brazil: National Policy of Water Resources, National Policy on Climate Change and Forest Policies. National Water Resources Policy, created by Law 9.433/1997, has been implemented through its instruments: grants, charges, watershed plans. National Policy on Climate Change (Law 12.187/2009) has tools, such as the National Plan and the National Fund on Climate Change. The main policy that regulates Brazilian forests is the Forest Code (Law 12.651 /2012), which presents several instruments, such as: Environmental Rural Registry (ERR), Environmental Regularization Program (ERP) and Environmental Reserve Quota (ERQ) and Program of Support and Incentive to the Preservation and Recovery of the Environment. This last program presents as a line of action the payment or incentive to environmental services as monetary retribution

to the activities of conservation and improvement of ecosystems. This scope includes the Water Producer Program, implemented by the National Water Agency and partners. In analyzing the implementation of the various instruments and programs established in these three policies, there is a need for greater integration between them to ensure the participation of Society in decision-making processes. In addition, these policies need to ensure ecological restoration and soil and water conservation, as well as mitigate the adverse effects of climate change.

KEYWORDS: Policies integration, water governance, ecological restoration, soil and water conservation, forest policies.

RESUMO: O artigo trata da discussão da restauração ecológica e da conservação do solo e da água em relação à integração e implementação de três importantes Políticas Públicas no Brasil: Política Nacional de Recursos Hídricos, Política Nacional de Mudanças Climáticas e Políticas Florestais. A Política Nacional de Recursos Hídricos, criada pela Lei 9.433 / 1997, vem sendo implementada por meio de seus instrumentos: outorgas, cobranças, planos de bacias hidrográficas. A Política Nacional de Mudanças Climáticas (Lei 12.187 / 2009) conta com ferramentas, como o Plano Nacional e o Fundo Nacional de Mudanças Climáticas. A principal política que regulamenta as florestas brasileiras é o Código Florestal (Lei 12.651 / 2012), que apresenta diversos instrumentos, tais como: Cadastro Ambiental Rural (ERR), Programa de Regularização Ambiental (ERP) e Quota de Reserva Ambiental (ERQ) e Programa de Apoio e

Incentivo à Preservação e Recuperação do Meio Ambiente. Este último programa apresenta como linha de ação o pagamento ou incentivo aos serviços ambientais como retribuição monetária às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas. Este escopo inclui o Programa Produtor de Água, implementado pela Agência Nacional de Águas e parceiros. Na análise da implementação dos diversos instrumentos e programas estabelecidos nessas três políticas, é necessária uma maior integração entre eles para garantir a participação da Sociedade nos processos de tomada de decisão. Além disso, essas políticas precisam garantir a restauração ecológica e a conservação do solo e da água, bem como mitigar os efeitos adversos das mudanças climáticas.

PALAVRAS - CHAVE: Integração de políticas, governança da água, restauração ecológica, conservação do solo e da água, políticas florestais.

1 | INTRODUCTION

The Brazilian government has made an international commitment to restore, reforest and induce the natural regeneration of 12 million hectares of forests and implement 5 million hectares of integrated agricultural systems, combining farming, livestock and forests by 2030.

At the national level, the commitment is reinforced in Decree 8.972/2017, which institutes the National Policy for the Recovery of Native Vegetation (PROVEG), which, among others, aims to articulate, integrate and promote policies, programs and actions inducing the recovery of forests and other forms of native vegetation. Among the PROVEG guidelines, there are two related to this chapter: the promotion of adaptation to climate change and the mitigation of its effects, and the protection of water resources and soil conservation.

Several authors consider restoration a process with multiple purposes, from biodiversity and ecosystem services to social and economic development. In addition, restoration can contribute to mitigation and adaptation to climate change. Extensive tropical forest loss and degradation have increased awareness at the international level of the need to undertake large-scale ecological restoration, highlighting the need to identify cases in which restoration strategies can contribute to mitigation and adaptation to climate change (Harris et al., 2006; Bustamante et al., 2019). However, ecological restoration presents substantial challenges for tropical and megadiverse countries, including the need to develop plans that are technically and financially viable, as well as integrated public policies and instruments at the national and subnational levels and with other sectoral policies (Bustamante et al., 2019).

Bustamante et al. (2019) emphasizes that Brazil has an internal commitment to meet the requirements of the Native Vegetation Protection Law (Law 12651/2012, which is the main Brazilian Forest Policy. The law requires that every property preserves or restores the native preservation areas (known by the Portuguese acronym APPs) and in legal reserves (LRs). APPs represent areas at risk of generating erosion, storm water runoff,

or deterioration of the protective role of the headwaters and the edges of water bodies, whereas LRs represent the proportion of every landholding that must be maintained with native vegetation cover. If the property does not have enough land with native vegetation to comply with the LR requirement, native vegetation must be restored (Bustamante et al., 2019).

In addition to forest and climate policies, it is important to discuss watershed management. Wolka (2014) discusses how watershed management, particularly Soil and Water Conservation (SWC), supports sustainable livelihoods through reducing environmental degradation and increasing crop production. The article deals with the discussion of ecological restoration and conservation of soil and water in relation to the integration and implementation of three important Public Policies in Brazil: National Policy on Water Resources, National Policy on Climate Change and Forest Policies.

2 | NATIONAL WATER RESOURCE POLICY - PNRH

Several studies have analyzed water resource management and the National Water Resources Policy in the light of economic, environmental, ethical and social aspects (Boff, 2003; Lobato da Costa, 2003; Porto & Lobato da Costa, 2004; Freitas, 2009; Freitas, 2010, etc.). However, the current management situation points to a crisis scenario (Haddad, 2008). The crisis around water reflects the crisis of conscience of our civilization and of the current, unequal, exclusive and depleting and exhausting world model of natural resources. In the process of building the sustainable management model of water resources in vogue, the big challenge is to establish a shared and decentralized power relationship, creating an opportunity for social participation, building consensus, settling conflicts and agreeing on unity in diversity (MMA, 2008).

Some experiences in several hydrographic basins, carried out through the implementation of the instruments of the National Water Resources Policy - PNRH (water resource rights grant, hydrographic basin master plans, charging for the use of water resources, framing of water bodies according to predominant use, etc.), as well as inspection campaigns, training programs, financing and stimulating research, to the community organization have been adopted in Brazil. However, little has been researched to verify the real impacts and effects of these plans, programs and projects, as well as the integration of this policy with climate change and forest management policies.

Observing the history of the management of water resources in Brazil, it goes back to several institutions, in most cases, responsible sometimes for some user sectors (hydro-energetic generation, sanitation, irrigation, etc.), sometimes with operations restricted to a specific region, for example of the National Department for Works Against Drought - DNOCS (created in 1909).

The increase in demand, coupled with the scarcity and deterioration of the quality

of water resources, cause serious conflicts to the multiple use of water, requiring new management paradigms. The Federal Law nº 9.433 / 1997, which instituted the PNRH, has as basic principles, among others, the recognition of water as a vulnerable, finite resource with economic value and the decentralized and participative management of water resources. The water management models, that is, the institutional (legal and organizational) and financial mechanisms, have evolved over time in three distinct phases, namely: i) the bureaucratic model; ii) the economic-financial model; and iii) the systemic model of participatory integration. Such models have a close relationship with the models of organization management and with the concept of society of Habermas' theory of modernity (Freitas, 2009).

The management of water resources is a complex task and involves several conflicting interests. Thus, the public power, without giving up its role as a managing and coordinating body, recognizes the need to promote a decentralization of management, allowing the intervention of representatives of the various segments involved. This happens through social negotiation and formation of the Hydrographic Basin Committees. The legal instruments for implementing this model are, among others, the following:

- River Basin Plans aim to support and guide the implementation of the Water Resources Policy and its management, which are prepared by river basin, by State and for the country.
- Granting the right to use water resources, which is the administrative act by which the granting public authority allows the recipient to use water resources, for a specified period, under the terms and conditions expressed in the respective act.
- Classification of bodies of water in classes, which aims to ensure the quality of water compatible with the most demanding uses.
- Charging for the use of water resources, standing out as an economic-financial instrument, aims to: i) recognize water as an economic good; ii) obtain financial resources to finance the programs and interventions contemplated in the plans.
- Water Resources Information System is a system for collecting, treating, storage and retrieving information about water resources and factors involved in their management.

The aspect of integrated public management deserves special attention, as it constitutes an instrument of institutional framework for conflicts, inevitable in a continental country with enormous diversity. It is a concept that goes back to the countless social movements, since the 1970s, they are part of the Brazilian political reality. Thus, the Federal Constitution of 1988 provided for the organization of the National Water Resources Management System - SINGREH, formed by a set of legal and administrative mechanisms with the objective of coordinating the integrated management of water resources.

The National Water Agency - ANA is an autarchy under a special regime, created by

Law No. 9.984 / 2000, endowed with administrative and financial autonomy, linked to the Ministry of the Environment, part of the National Water Resources Management System and aims to implement, in its sphere of duties, the PNRH. Several Basin Committees have already been installed in rivers in the Union, such as the São Francisco River Basin Committee, the Piancó-Piranhas-Açu River Basin Committee, the Paraíba do Sul River Basin Committee, etc. The Water Agencies are technical executive entities that will act in support of the executive secretariat of the basin committees.

Thus, in summary, SINGREH as participating bodies: i) the National Water Resources Council; ii) ANA; iii) the Water Resources Councils of the States and the Federal District; iv) the Basin Committees; v) the federal, state, Federal District and municipal government agencies whose competences are related to the management of water resources; vi) Water Agencies.

More recently, law n. 14,026, of July 15, 2020, which updates the legal framework for basic sanitation and amends Law No. 9,984, of July 17, 2000, to attribute to the National Water and Basic Sanitation Agency (ANA) the competence to edit standards of reference on the sanitation service, Law No. 10,768, of November 19, 2003, to change the name and attributions of the position of Specialist in Water Resources, Law No. 11,107, of April 6, 2005, to prohibit the provision by public service program contract referred to in art. 175 of the Federal Constitution, Law No. 11.445, of January 5, 2007, to improve the structural conditions of basic sanitation in the Country, Law No. 12,305, of August 2, 2010, to address the deadlines for environmentally adequate final disposal of tailings, Law No. 13.089, of January 12, 2015 (Statute of the Metropolis), to extend its scope of application to micro-regions, and Law No. 13.529, of December 4, 2017, to authorize the Union to participate in a fund for the exclusive purpose of financing specialized technical services.

3 I NATIONAL CLIMATE CHANGE POLICY - PNMC

In Brazil, Decree No. 2,652, of July 1, 1998, promulgates the United Nations Framework Convention on Climate Change. Decree s/n, of August 28, 2000, provides for the Brazilian Forum on Climate Change. Decree nº 5.445, of May 12, 2005, promulgates the Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change.

In terms of federal legislation, there is also: i) Decree No. 6.263, of November 21, 2007, instituted the Interministerial Committee on Climate Change (CIM), and provided guidance on the preparation of the National Plan on Climate Change; ii) Decree No. 7343, of October 26, 2010, which regulated Law No. 12,114, of December 9, 2009, and created the National Climate Change Fund – FNMC; iii) Decree No. 7,390, of December 9, 2010, which regulated arts. 6, 11 and 12 of Law nº 12.187, of December 29, 2009, and instituted the National Policy on Climate Change – PNMC.

Law 12,187 / 2009 instituted the National Policy on Climate Change - PNMC. In

accordance with its art. 3rd, the PNMC and the resulting actions, carried out under the responsibility of political entities and public administration bodies, will observe the principles of precaution, prevention, citizen participation, sustainable development and that of common, but differentiated responsibilities, this internationally.

Regarding the measures to be adopted in its execution, the following will be considered: i) everyone has a duty to act, for the benefit of present and future generations, to reduce the impacts resulting from anthropic interference on the climate system; ii) measures will be taken to predict, avoid or minimize the identified causes of climate change with anthropic origin in the national territory, on which there is reasonable consensus on the part of the scientific and technical means engaged in the study of the phenomena involved; iii) actions at the national level to face climate change, current, present and future, must consider and integrate the actions promoted at the state and municipal levels by public and private entities.

Among the numerous PNMC guidelines, the following can be highlighted: i) the commitments assumed by Brazil in the Framework Convention, in the Kyoto Protocol and in the other documents on climate change to which it will become a signatory; ii) actions to mitigate climate change in line with sustainable development; iii) adaptation measures to reduce the adverse effects of climate change and the vulnerability of the environmental, social and economic systems; iv) integrated strategies for mitigating and adapting to climate change; v) stimulating and supporting the participation of the federal, state, district and municipal governments, as well as the productive sector, the academic environment and organized civil society, in the development and execution of policies, plans, programs and actions related to change of the climate.

Law nº 12.187, of December 29, 2009, instituted the National Policy on Climate Change and defined the concepts of adaptation and mitigation. Mitigation involves technological changes and substitutions that reduce resource use and greenhouse gas emissions and increase sinks. As an example, in terms of mitigation, the transport sector is one of the most critical, as there is great potential for reducing emissions through a more efficient urban mobility policy. Another critical sector is the agricultural sector, since the activities related to it – such as deforestation and burning – have a significant share in domestic emissions of these gases. Adaptation, on the other hand, deals with actions that reduce the vulnerability of systems in the face of predicted climate change scenarios CMMC (2013).

However, it is worth highlighting some of the instruments of the National Policy on Climate Change, namely: i) National Plan on Climate Change; ii) the National Fund on Climate Change; iii) Action Plans for the Prevention and Control of Deforestation; iv) Brazil's National Communication to the Framework Convention, in accordance with the criteria established by that Convention and its Conferences of the Parties; v) the resolutions of the Interministerial Commission on Global Climate Change; etc. With regards for the institutional

instruments for the performance of the National Climate Change Policy, the following are included: i) the Interministerial Committee on Climate Change; ii) the Interministerial Commission on Global Climate Change; iii) the Brazilian Forum on Climate Change; iv) the Brazilian Research Network - Rede Clima; v) the Meteorology, Climatology and Hydrology Activities Coordination Commission.

According to Art. 8, the official financial institutions will provide specific lines of credit and financing to develop actions and activities aimed at inducing the conduct of private agents to observe and execute the PNMC, within the scope of their social actions and responsibilities.

In some way related to these two mentioned Policies, we can also highlight: National Environmental Sanitation Policy; National Risk and Disaster Management Plan; National Water Security Plan; National Climate Change Plan; National Adaptation Plan; Semiarid Atlas; Drought Monitor; Drought Coexistence Program. In addition, ANA prepared, in partnerships, the following studies: SDG 6 in Brazil: ANA's vision of the indicators; Cost-benefit analysis of climate change adaptation measures; Climate change and water resources: assessments and adaptation guidelines; Sewer atlas: watershed depollution.

4 | FOREST POLICY

The main policy that regulates Brazilian forests is the Forest Code (Law 12.651/2012), which aims at sustainable development and establishes, among others, general norms on the protection of vegetation, on the Permanent Preservation Areas (APP) and the Legal Reserve (RL) areas.

The establishment of APPs and RLs is fundamental for soil and water conservation. The definition of these areas is present in article 3. of Law 12.651 /2012:

II - Permanent Preservation Area - APP: protected area, covered or not by native vegetation, with the environmental function of preserving water resources, the landscape, geological stability and biodiversity, facilitating the gene flow of fauna and flora, protecting the soil and ensure the well-being of human populations;

III - Legal Reserve: area located within a property or rural possession, delimited under the terms of art. 12, with the function of ensuring the sustainable economic use of the rural property's natural resources, assisting in the conservation and rehabilitation of ecological processes and promoting the conservation of biodiversity, as well as the shelter and protection of wild fauna and native flora;

The law also regulates which areas are defined as APPs, in rural or urban areas: i) the marginal strips of any perennial and intermittent natural watercourse, excluding ephemeral ones, defined in meters of width according to the width of the bed channel regular river; ii) areas around natural lakes and lagoons defined according to occurrence zones; ii) the areas surrounding the artificial water reservoirs, resulting from damming or damming of natural

watercourses, within the range defined in the environmental license of the enterprise; iv) the areas surrounding the springs and perennial water holes, whatever their topographical situation, within a minimum radius of 50 (fifty) meters; v) slopes or parts thereof with a slope greater than 45°, equivalent to 100% (one hundred percent) in the line with the greatest slope; vi) sandbanks, such as fixing dunes or stabilizing mangroves; vii) mangroves, in all its extension; viii) edges of the boards or plateaus, up to the relief rupture line, in a strip never less than 100 (one hundred) meters in horizontal projections; ix) tops of hills, hills, mountains and mountains, according to the minimum height of elevation and slope; x) areas at an altitude above 1,800 (one thousand eight hundred) meters, regardless of the vegetation; xi) paths, the marginal strip, in horizontal projection, with a minimum width of 50 (fifty) meters, from the permanently marshy and waterlogged space.

Other areas may still be considered APPs, when declared of social interest by an act of the Chief of the Executive Branch, these being areas covered with forests or other forms of vegetation destined for one or more of the following purposes: i) contain soil erosion and mitigate risks of floods and landslides and rocks; ii) protect sandbanks or paths; iii) protect floodplains; iv) sheltering endangered fauna or flora; v) protect sites of exceptional beauty or scientific, cultural or historical value; vi) form protection strips along highways and railways; vii) ensure conditions of public welfare; viii) assist in the defense of the national territory, at the discretion of the military authorities.

With regard to RL, all rural property must maintain an area covered by native vegetation, as a Legal Reserve, without prejudice to the application of the rules on APPs. The minimum size of the RL is defined in relation to the area of the property, taking into consideration its location in the country and insertion biome.

According to the law, the location of the Legal Reserve area within the rural property must take into consideration: i) the hydrographic basin plan; ii) Ecological-Economic Zoning; iii) the formation of ecological corridors with another Legal Reserve, with a Permanent Preservation Area, with a Conservation Unit or with another legally protected area; iv) the areas of greatest importance for the conservation of biodiversity; and v) the areas of greatest environmental fragility.

As shown in the previous two paragraphs, APPs and RLs are the main areas to be preserved or conserved when seeking to conserve soil and water. Law 12,651/2012 is the main instrument for regulating these areas. This law also deals with the protection regime of APPs that must be maintained by the owner of the area, possessor or occupant in any capacity, individual or legal entity, under public or private law. It also addresses the RLs protection regime, which, in turn, must be preserved with native vegetation coverage by the owner of the rural property, owner or occupant in any capacity, individual or legal entity, public or private.

Law 12.651 /2012 innovates by establishing the Environmental Rural Registry (ERR), a national electronic public registry, mandatory for all rural properties, with the purpose

of integrating environmental information on rural properties and possessions, composing a database for control, monitoring, environmental and economic planning and combating deforestation.

The ERR must contain the identification of the property by means of a floor plan and descriptive memorial, containing the indication of the geographic coordinates with at least one mooring point on the perimeter of the property, informing the location of the remnants of native vegetation, the Permanent Preservation Areas, the Restricted Use Areas, the consolidated areas and, if any, also the location of the Legal Reserve. From the registration of the property in the ERR, the owner or possessor of a property that has a preserved Legal Reserve whose area exceeds the minimum required by this Law, may use the excess area for the purposes of establishing the Environmental Reserve Quota (ERQ), among others similar instruments.

The ERQ is also presented as an innovation of Law 12,651/2012, which is a nominative title representing an area with native vegetation, existing or in the process of recovery: i) under an environmental easement regime; ii) corresponding to the Legal Reserve area voluntarily established on vegetation that exceeds the percentages; iii) protected in the form of a Private Natural Heritage Reserve – RPPN; iv) existing on a rural property located within a Conservation Unit in the public domain that has not yet been expropriated.

From the registration of the property in the ERR, the owner or possessor of a property that has a Legal Reserve with a size smaller than the minimum required by this Law, must recompose the area, based on the establishment of the Environmental Regularization Program (ERP) regulations that will come being implemented by the Union and by the Federative Units.

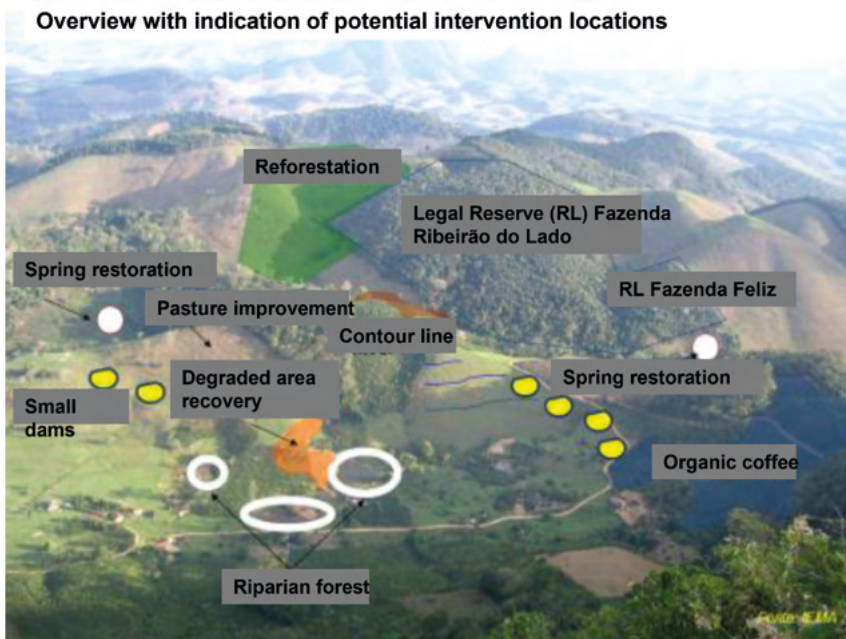


Figure 1: Informative Note – Water Producer Program (2018)

Additionally, Law 12,651/2012 establishes the Program of Support and Incentive to the Preservation and Recovery of the Environment as a form of promoting ecologically sustainable development, including, among others, lines of action regarding the payment or incentive for environmental services in return, monetary or not, to activities for the conservation and improvement of ecosystems and that generate environmental services, such as, individually or cumulatively: a) the sequestration, conservation, maintenance and increase of the stock and reduction of the carbon flow; b) the conservation of natural scenic beauty; c) the conservation of biodiversity; d) the conservation of water and water services; e) climate regulation; f) cultural appreciation and traditional ecosystem knowledge; g) soil conservation and improvement; h) the maintenance of Permanent Preservation Areas, Legal Reserve and restricted use.

This last program presents as a line of action the payment or incentive to environmental services as monetary retribution to the activities of conservation and improvement of ecosystems. This scope includes the **Water Producer Program**, implemented by the National Water Agency and partners. Figure 1 presents an overview with indication of potential intervention locations in typical properties in the southeast region of Brazil, with several actions to be performed, such as: reforestation, spring restoration, pasture improvement, riparian forest protection, degraded area recovery, etc.

5 | ECONOMIC SUSTAINABILITY, INTEGRATION, GOVERNANCE AND POLICIES

In terms of economic sustainability, as sources of funds can be mentioned: primary resources (concrete sources or firm revenues); derived resources (sources and financing mechanisms resulting from sectoral and regional development policies); traditional resources (financing resources); private resources (private banks, capital markets, insurance, futures markets) and international resources (resources from international financing agencies). Preliminary studies show that the potential for collecting water resources in Brazil is R\$ 520 million / year, with a large concentration in the Paraná River Basin. However, the implementation of the collection entails several previous steps, in addition to relatively high transaction costs.

In addition, the following possibilities for expanding the resources and financial sustainability of SINGREH follow: advances in collection, both in terms of methodology, and in the implementation in new basins; improvement in the implementation of the PNMC, especially in mitigation and adaptation actions to climate change and REDD+; improving the articulation of water resources management with forest management; Improvement of the articulation of water resources management with land use and conservation management; greater links with States, Municipalities, state and sector funds and banks. Sources of funds for forest development stand out: National Fund for Forest Development (FNDF), Amazon Fund and National Environment Fund (FNMA).

As for the management of water resources in Brazil, this has developed in a fragmented and centralized way. In addition, each user sector (electricity, navigation, irrigated agriculture, sanitation) carried out its planning and actions in an individualized and disconnected manner. Since the 1980s, there has been an increasing progress towards decentralization and the participation of society in the decision-making process. In this sense, numerous technical tools of management (instrumental rationality) and negotiation (dialogical rationality) have been used in the instruments of Law 9.433 / 1997. Such instruments should be the stage for constant improvement and incorporation of new scientific and technological advances. In the case of forestry policy, in contrast to the water resources policy, it has been fragmented into several public bodies and has been decentralized since the last decade.

6 | FINAL CONSIDERATIONS

It appears that there must be greater integration between the PNRH and the PNMC and the Forest Policy. Therefore, an increase in the participation of civil society should be sought, in quantity and quality, in the Basin Committees, in the State Councils, in the National Water Resources Council - CNRH, in the Brazilian Forum on Climate Change and in the Management Commission Public Forests. In analyzing the implementation of the various instruments and programs established in these three policies, there is a need for

greater integration between them to ensure the participation of Society in decision-making processes. In addition, these policies need to ensure ecological restoration and soil and water conservation, as well as mitigate the adverse effects of climate change.

REFERENCES

BOFF, L.: Ética e gestão das águas. Palestra proferida no Seminário “Água, Desenvolvimento e Justiça Ambiental”, Brasília, MMA, 2003.

BUSTAMANTE, M. C. et al. (2019). Ecological restoration as a strategy for mitigating and adapting to climate change: lessons and challenges from Brazil. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. Springer.

COMISSÃO MISTA PERMANENTE SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS – CMMC. Legislação Brasileira sobre Mudanças Climáticas. Brasília– 2013. Download:https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wpcontent/uploads/sites/36/2014/08/brasil_leg_brasil_mc_2013.pdf

FREITAS, M. A. S.: A Regulação dos Recursos Hídricos. 1. ed. Rio de Janeiro: CBJE, 2009. 174 p.

FREITAS, M. A. S.: Que venha a seca: modelos para a gestão de recursos hídricos em regiões semiáridas, Rio de Janeiro: Ed. CBJE, 417p, 2010.

GONZÁLES, M. V. e BACHA, C. J. C.: Um Estudo Comparativo entre as Políticas Florestais do Brasil e Paraguai. XLIV Congresso da SOBER- Questões Agrárias, Educação no Campo e Desenvolvimento. Fortaleza, 23 a 27 de Julho de 2006.

HADDAD, P.R.: 2050 – petróleo ou água? O Estado de São Paulo, em 13/05/2008.

HARRIS, J. A., Richard J. Hobbs, Richard J. Hobbs, Eric Higgs and James Aronson (2006). Ecological Restoration and Global Climate Change. *Restoration Ecology* Vol. 14, No. 2, pp. 170–176 June 2006.

LANNA, A.E.: Plano Nacional de Capacitação em Recursos Hídricos, Curso “Introdução à Gestão de Recursos Hídricos”, MMA, Vol. II, Tomo I, 1997.

LOBATO DA COSTA, F. J.: Estratégias para o gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil: Áreas de cooperação com o Banco Mundial. Brasília-DF: BIRD, abr. de 2003.

MMA: Água: Manual de Uso – Vamos cuidar de nossas águas – Implementando o Plano Nacional de Recursos Hídricos, 2ª edição, Brasília – DF, 2008.

NOTA INFORMATIVA – Programa Produtor de Água (2018)

PORTO, M. & LOBATO DA COSTA, F.J.: Mecanismos Econômicos, Sociais e Ambientais de Gestão da Água, *Revista Rega*, vol. 1, n.2, jul.-dez. 2004

WOLKA, Kebede 2014. Effect of Soil and Water Conservation Measures and Challenges for its Adoption: Ethiopia in Focus. *Journal of Environmental Science and Technology*, 7: 185-199.

HYDRAULIC CONDUCTIVITY UNDER FORESTS ONE KEY FOR WATER MANAGEMENT

Data de aceite: 01/10/2021

Carlos Francisco García Olmos

Civil engineer, National university of Colombia,
PhD Technologies of the environment, MSc
Hydraulic Resources, Esp. Natural Resources
Management, Professor Titular Universidad
Distrital Francisco José de Bogotá D.C.

ABSTRACT: Hydraulic conductivity under the soil of forests is related to sub-surface flows. It sought to know these behaviors and their differences, a fact that has great importance in the water management and sustainability of basins. Experimental one-hectare areas were characterized in forests of *Cupressus lusitanica*, *Eucalytus globulus* and natural forest in the San Cristobal River basin, Bogota, and fifty-four inverted blast hole well trials were conducted. Sand determined the characteristic curves of the infiltration velocity and according to them is calculated on the saturated hydraulic conductivity. The data obtained have the limitations of normal human errors in their obtaining, since these are tests carried out with very simple devices that do not represent a high degree of accuracy, a fact that is partly corrected by the significant number of tests carried out. No differences in saturation infiltration speeds were observed. It was verified that there were no significant differences in saturated hydraulic conductivity, with a probability of 0.01. It is apparent from this research that sub-surface root systems of undergrowth species

can reduce hydraulic conductivity in the sub-soil by up to 71% on average by the effect of air entrapment that prevents total saturation of soil pores, a fact that could influence groundwater flow and erosion processes among others.

KEYWORDS: sub-surface flows under forests, infiltration, water management.

INTRODUCTION

Justification

Hydraulic conductivity is an indicator of the measurement of water mobility within the soil that serves in the knowledge of aquifer hydrodynamics for exploitation and management in the supply of drinking water or irrigation. It is useful to know about the interaction of surface water, groundwater, the assessment and estimation of the recharges and in groundwater quality studies. (Donado, 2004).

Knowledge of hydraulic conductivity provides in the study of precipitation-infiltration-recharge models, such as flows in the partially saturated area, and knowledge about their sub-surface flows is important in the dynamics of underground hydraulics and the transport of contaminants.

Given the implications of hydraulic conductivity in the process of sub-soil flows, it is necessary to specify what this behavior is like under each of the forest kinds under study, what differences there are between them, and how

they would contribute to the water management of a basin.

Objectives

The objective was to study the behavior of hydraulic conductivity under the forests of *Cupressus lusitanica*, *Eucalytus globulus* and natural forest in the basin of the San Cristobal River and the variables that come to differentiate them and to find the main reasons that make this process different in each case, considering that this knowledge will allow further research to identify the relationship of hydraulic conductivity with water management that can be given to a basin.

Theoretical framework

This research is particularized in the sub-surface flows that occur under plant coverings, and which relate to hydraulic conductivity, which are affected, in addition to the type of soil, by the characteristics of sub-surface root systems, the content of organic matter in the field, the slope and the soil configuration among others. Also associated with the behavior of hydraulic conductivity aspects such as the transmission of water within soil, its storage capacity, the characteristics of the permeable medium and the flow of water through the soil profile (Philip, 2006); (Lal and Shukla, 2004) and (Terlien, 1998).

Darcy formulated the physical law on the movement of water through the ground, where he says that the speed of the water “v” flowing in a porous medium is directly proportional to the hydraulic gradient “∇h”. The water moving in a porous medium does so in the opposite direction to this gradient and at a speed “v” proportional to it. The proportionality factor is hydraulic conductivity “K”, and depends on the nature of the medium and its degree of saturation (Lambe and Whitman, 1997)

$$v = -K\nabla h \quad (1)$$

Water moves through the ground depending on the resistance of the soil matrix to the flow of water, and the forces of water on the ground; these factors are considered in Darcy’s law. Flow occurs in saturation conditions if the matrix potential of the soil is zero, which corresponds to 95% of the pores filled with water and the rest with the air trapped.

In non-saturates soils, Darcy’s law is complied with by considering that hydraulic conductivity is a function of the volumetric moisture content of the soil; Childs and Collis – George tested it experimentally. They are based on the consideration that fluid drag on the air-water interface is negligible, (Luna et al, 2005).

The general support of hydraulic conductivity was studied by Richards, Moore, Childs and Collis-George, (Luna et al, 2005). They determined that hydraulic conductivity decreases with soil moisture content based on:

THE FLOW CROSS-SECTION DECREASES WITH SOIL MOISTURE

Reducing soil moisture increases the size of large pores.

The hydraulic conductivity of the soil varies directly proportionally to the square of the radius of the ducts through which the water flows, and the soil moisture changes in direct proportion to the first power of that radius, and consequently the hydraulic conductivity will decrease faster than the decrease of soil moisture.

Regarding the speed of infiltration there are theoretical models with physical basis such as Philip's, which take into account Darcy's laws of mass and conservation of energy law; semi-empirical models such as Horton's, which use simple forms of the continuity equation and the accumulated infiltration-infiltration speed ratio hypothesis and empirical models that are based on field or laboratory measured data such as Those of Kostiakov and modified Kostiakov (Guevara and Marquez, 2010).

There is great uncertainty about the different methods of calculation and measurement of hydraulic conductivity (Donado, 2004). This can be determined in the field for the unsaturated area by means of the inverted sweeping well method, in which instead of measuring the recovery speed of the water table the rapid decrease of the water level in the well is measured (Luna et, 2005).

Unlike the infiltration capacity measured and evaluated in the field, the flow that is measured for hydraulic conductivity has no horizontal restriction, using the swept well, while for the infiltration capacity the descent of the sheet is measured, once the water enters the ground, but its internal flow is restrictive horizontally, using the concentric rings method.

Studies on hydraulic conductivity in Japan found that it gradually decreases as soil depth increases, and no significant correlations were found between hydraulic conductivity and maximum infiltration speed. The correlation value was low, and these same results were obtained in previous similar studies. This can be attributed to differences between species and site variability. This type of study allows to locate the sites where gravitational erosions can occur in mountain areas. (Morikawa-Sakura, Yoshitakaba, 2014).

Hypothesis

This research is based on the hypothesis that hydraulic conductivity under the soil of forests is a process that is different under each type of forest and affects the dynamics of the waters in the sub-soil of a watershed.

METHODOLOGY

STUDY AREA

The San Cristóbal River basin is in the south east of the city of Bogotá over the eastern mountain range of the Andean system, within a rural area, established as a forest

reserve with altitudes between 2850 and 3450 m.s.n.m. Figure 1. It is composed of three micro basins where in all there are forests of *C. lusitanica* (cypress), *E. globulus* (eucalyptus) and natural forest, which are in different percentages in each of them. For each tree species an experimental plot was established, and in total three, distributed in such a way that each micro basin corresponded to a plot of different species, but with similar characteristics of soils and climatological.

The average annual rainfall is 1220 mm. (El Delirio rainfall-pluviographic station at 3,000 m.s.n.m., period 1933-2017), with an average temperature of 13.3 °C (Vitelma weather station, at 2800 m.s.n.m., period 1981-2017). Both stations belong to the Bogota Aqueduct and Sewerage Company [10]. “EAAB” (EAAB, 2016).

The average annual rainfall is 1220 mm. (El Delirio rainfall-pluviographic station at 3,000 m.a.s.l., period 1933-2017), with an average temperature of 13.3 °C (Vitelma weather station, at 2800 m.a.s.l., period 1981-2017). Both stations belong to the Bogota Aqueduct and Sewerage Company “EAAB”(EAAB, 2016).

In the forest of *C. lusitanica* (ciprés), much of the area is free of undergrowth, but in return there is an important organic layer on the ground, with abundant contribution of acicles, since it is a very mature forest, planted without any design or subsequent management, but that is in good condition.

The forest with the cover of *E. globulus* (eucalyptus) is very populated by *Chusquea* sp. (chusque). It is a forest planted as old as that of *C. lusitanica* (cypress).

The natural forest has the greatest variety of species compared to the other forests and is of such density that between the chusque, which also predominates, and the other species, there are few free spaces left. The *Weinmannia tomentosa* (encenillo) was used as a reference tree. (Table 1).

Table 2 presents the most common species in undergrowth, which also details the total number of different species in each forest, and the number of plants in total per hectare of forest.

Micro basin	Species of reference	h (m)	Dap (m)	D cup (m)	Density (No./ha)	Main Undergrowth Species
Palo Blanco	<i>Cupressus lusitanica</i>	25-32	0.92	2.5	1166	<i>Chusquea</i> sp,
Osa	<i>Weinmannia tomentosa</i>	12-17	0.08-0.27	6.0	2672	<i>Chusquea</i> sp, <i>Myrcianthes leucoxylla</i> (large arrayan), <i>Myrsine</i> sp. (hayuelo), <i>Alnus acuminata</i> (aliso)
Upata	<i>Eucalyptus globulos</i>	20-30	0.70	3.0	1000	<i>Chusquea</i> sp

Table .1. Dimensions of reference tree species

Forest	Species in major No.	No. total species	No. total/Ha.
<i>Cupressus lusitanica</i>	Pennisetum_sp. Elaphoglossum_ sp. Syzygium_ paniculatum_Gaertn. Geraniaceae_Juss.	16	96667
<i>Eucalytus globulus</i>	Munnozia_cf._Senecionidis_ Benth. Drimys_ granadensis_L.F. Begonia_sp. Chusquea_scandens_Kunth	8	86667
Natural forest	Polystichum_sp. Phenax_sp Peperomia_sp. Symplocos_sp.	18	153333

Table .2. Undergrowth species

The area is made of sandstones and clays with varied compaction states. Geological formations in the study area belong to the upper Cretaceous age. They are the Guadalupe Formation with limestones and hard sandstones, the Guaduas Formation with clay and limolites, the Cacho Formation with sandstones and the Quaternary Formation that is of alluvial and fluvio-glacial accumulations (Van der Hammen, 1963).

The morphology and orientation of the rocky structures present in the Cerros Orientales de la sabana de Bogotá induce the recharge of groundwater, improving the sustainability of water flows in the savannah of Bogota. In the Eastern Hills an infiltration of 200 to 300 mm/year is estimated (Patiño and Osorio, 2011).

The soils have amorphous mineral materials from volcanic ash, in coluvial, alluvial and fluvio-glacial accumulations (De las Salas and García, 2000).

From the obtaining of nine cylindrical samples taken at 0.60 meters deep in each representative area of 254 m² for each type of forest, by reason of a sample for each point where the tests were carried out; the texture was evaluated, identifying these soils as sandy francs and francs, with permeability of 13 to 25 mm/h. Texture similarity could be found in experimental areas.

The relative density of soils under the plant cover in question is low, with values from 0.3 to 0.7 and their porosities range from 60 to 75 % with a vacuum volume of 55 to 65 %, according to measurements up to one meter deep (García, 2007).

On the soils under the plant coverings under study there is a thick organic layer that acts as a sponge that captures some of the water that reaches the soil, called the forest floor (Tobón et al, 2000).

According to the identified characteristics of soils in experimental areas, taxonomically classified, according to the United States Department of Agriculture -USDA, in the Order

of the Inceptisoles, of recent volcanic origin, with undefined characteristics. They are soils of low temperatures that can develop in humid climates, with low rates of organic decomposition, have accumulations of aeolitic clays and an acidic pH (De las Salas and García, 2000).

Experimental Design

In this project the experimental areas were well defined and characterized but the results derived from this study cannot be generalized, given that variability can be presented in the behavior of hydraulic conductivity on larger surfaces, but an accuracy can be made on the differences that lie under the forests studied by the conditions of each species, and the similarity of the soils of the experimental areas.

In each type of forest, a representative tree was identified at a central site around which a circular plot of 9 meters in diameter was delimited. Radial lines were drawn every 120 degrees around each representative tree, and on them, the sites of the sweeping well tests were located, at distances of 3 meters, 6 meters and 9 meters from the representative tree. At each site, two replicates were made per trial, for ten and eight trials per forest, for a total of fifty-four experimental trials. (Figure 1).

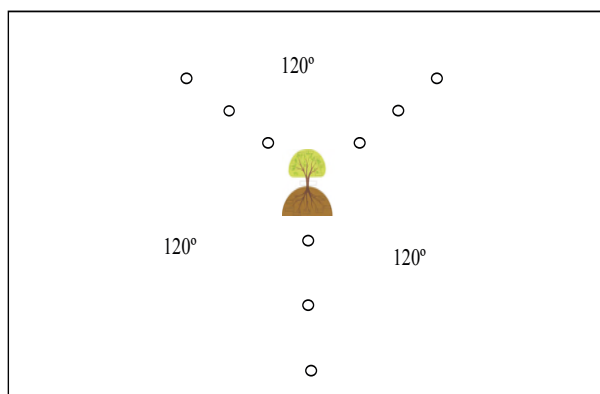


Figure 1. Disposition of the tests according to experimental design, in each forest.

Despite the reference of a representative tree, there is no orderly design of the forests there but the trees are randomly planted, so that there are various interferences that make it difficult to define trends about their affectation in the results, so an attempt was made to identify them according to various criteria that were: to take into account all the experiments in each forest around their representative tree, distance to the representative tree, line of each radiation from the representative tree and the initial moisture content of the soil.

Experimentation

The initial soil moisture level of each test was established with the TDR-100 meter. The inverted sweeping well method was used, which was dug down with a bore to a depth of 0.50 meters and 0.15 meters in diameter at each of the sites, according to the experimental design, around the representative tree of each forest.

Each test was done in the unsaturated area of the soil, filling the open well with water, leaving a free edge of 0.10 meters, and by a system of a wooden ruler graduated in centimeters and supported at the bottom by a ball float, where this device floats over the well water, variations in reading the scale indicated by a needle were read at the top of the gap.

Variations in water levels and times were taken, recording every minute for the first five minutes, and then every 5 minutes to 30 minutes. Then every 15 minutes, up to 135 minutes, or more until the flow stabilized.

Determination of infiltration speed curves

From the field data obtained from the inverted well experiments, a pre-processing was first performed for data processing in order to obtain the infiltration rate at each of the time intervals of each test. Subsequently, processing was performed consisting of nonlinear regressions corresponding to different existing models that explain these phenomena. The processing of the data was carried out with MATLAB R2012b (Moler, 2012).

Pre-processing: Calculation of the infiltration rate for each time interval:

Data corresponding to water level were digitized in millimeters and time in minutes. The calculation of infiltration rate “ f ” was performed based on the definition of differentiation, being:

$$f[\text{mm}/\text{min}] = \frac{|\text{sheet of water}(t_{i+1}) - \text{sheet of water}(t_i)|}{t_{i+1} - t_i} \quad (1)$$

Processing: Calculation of parameters of the mathematical expressions chosen by nonlinear regression for the parameter adjustment of the equations.

The adjustment of the parameters was optimized by the least squares technique. However, the tool used in MATLAB is the `nonlinearmodel.fit` class which performs the adjustment using least squares unless instructed to do otherwise. The initial value assigned to the parameters was empirical, based on the shape of the curve obtained and the equation with which it is intended to represent.

To study the speed of infiltration, the mathematical expressions of Horton, Philip, Kostiakov and Kostiakov modified were considered to correspond to those that according to the field information obtained are the ones that best follow the observed behaviors, the formulas of which are presented below:

According to Horton:

$$f(t) = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt} \quad (2)$$

According to Philip:

$$f(t) = st^{-0.5} + C \quad (3)$$

According to Kostiakov:

$$f(t) = abt^{b-1} \quad (4)$$

According to Kostiakov modified:

$$= f_c + \alpha t^{-\beta} \quad f(t)(5)$$

Where:

t - time spent from surface saturation of the ground, in minutes

k - constant decay

f(t) - speed of infiltration in time t, in mm/h

f₀ - initial infiltration rate (t x 0), in mm/h

f_c - minimum infiltration rate, (asymptotic), in mm/h

sortivity in Philip's model, obtained by regression.

Transmissivity in Philip's model, obtained by regression.

a, b- Kostiakov model parameters, obtained by regression.

α, β- parameters of the modified Kostiakov model, obtained by regression.

The identification of characteristic curves for each tree species was made taking into account the initial moisture level criteria of the soil, which was defined as high (60 to 80%), mean (40 to 60%) low (20 to 40%) and the distance to the representative tree and based on the experimental curves of inverted well; they were first associated at the general level including all the trials of each species, and then according to the other criteria set out in the experimental design section.

Determination of saturated hydraulic conductivity

It has been filled from the characteristic curves identified under each type of forest according to the defined degrees of high, medium and low initial humidity.

The equation used was as follows: (Kessler, Oosterbaan, 1977); (Reynolds, 1983):

$$K_{is} = \frac{R}{2[t_2 - t_1]} \operatorname{Ln} \left[\frac{2H_1 + R}{2H_2 + R} \right] \quad (6)$$

where

K_{is} saturated hydraulic conductivity, field conductivity (cm.s⁻¹)

R well radius (cm)

H_1 height of the water column inside the well at time t_1 , in seconds.

H_2 height of the water column inside the well in time " t_2 ", in seconds.

11 RESULTS AND DISCUSSION

Table 3 presents the results of the degrees of adjustment to the infiltration speed equations according to the criteria set, according to the R2 indicator.

Description of modelling	species	R ² best	model
General			
	<i>E. globulus</i>	0,3916	Kostiakov
	<i>C. lusitânica</i>	0,6058	Horton
	natural forest	0,5347	Horton
Depending on the line or radiation			
	<i>E. globulus</i>		
	Line 1	0,8349	Horton
	Line 2	0,2972	Kostiakov
	Line 3	0,2192	Horton
Depending on the distance to the tree			
Representative			
3 meters	<i>E. globulus</i>	0,4418	Philip
	<i>C. lusitânica</i>	0,8753	Horton
	natural forest	0,5641	Horton
6 meters	<i>E. globulus</i>	0,4529	Kostiakov Mod.
	<i>C. lusitânica</i>	0,4800	Horton
	natural forest	0,6578	Horton
The curves of the variation of hydraulic conductivity with the state of saturation of the soil, Figures 10, 11 and 12 show that the rates with which it increases are higher in all cases for the <i>C. lusitânica</i> , a species characterized by its low density of trees as well as species of its undergrowth, in addition to being last are of a very low size compared to the other undergrowths. It could be said that at a higher density of species in the undergrowth and high moisture content the hydraulic conductivity does not reach the state of complete saturation by effect of the air that is left under pressure between the pores of the soil.	<i>E. globulus</i>	0,5063	Horton
9 meters	<i>C. lusitânica</i>	0,5533	Horton

	natural forest	0,7279	Horton
Depending on the initial humidity			
from the ground			
Low initial humidity	<i>E. globulus</i>	0,6230	Philip
	<i>C. lusitanica</i>	0,7622	Horton
	natural forest	0,7808	Horton
Average initial humidity	<i>E. globulus</i>	0,8096	Horton
	<i>C. lusitanica</i>	0,8915	Horton
High initial humidity	<i>E. globulus</i>	0,3398	Horton
	<i>C. lusitanica</i>	0,7677	Horton
	natural forest	0,7873	Horton

Table 3. Values of R^2 to equations deinfiltration speed, according to inverted well experiments under the experimental areas of the forests of the San Cristobal River basin.

According to Table 3, the criterion that allowed to find the characteristic curves of the infiltration rate according to the inverted well tests carried out, was that of the initial moisture content of the soil, using the Horton equation, where 87.5% of the experiments met a minimum adjustment of 76.2% of R^2 which was for the case of *C. lusitanica* when the initial soil moisture was 20 to 40%.

With respect to the distance to the representative tree, no defined trends could be identified, nor can it be identified according to the radiation line, since no defined effects of the trees adjacent to the experimentation sites were found.

The curves in Figures 2, 3 y 4 are those obtained at the experimental sites and mathematical expressions used, and Tables 3, 4 and 5 show the coefficients of the equations found and the R^2 achieved for initial soil moistures of 20 to 40 %.

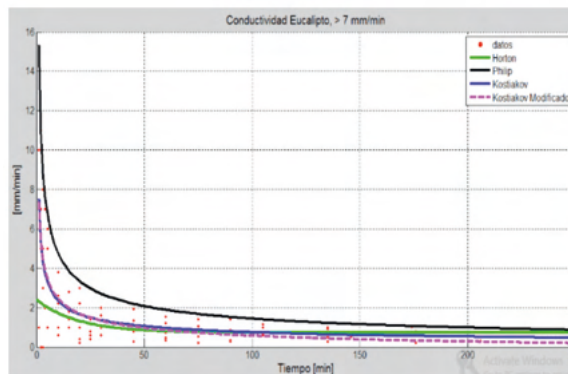


Figure 2. Infiltration speed curves under *E. globulus*, according to information from experiments with a low moisture content, between 20 and 40 %.

Model	Coeff. Dear			RMSE	R ²	R ² Corrected
Horton	$f_c=0.7139$	$f_o=2.4016$	$k = 0.0510$	0.8224	0.3925	0.3771
Philip	$s = 15.4489$		$C = -0.1138$	1.4903	0.6277	0.6230
Kostiakov	$a = 15.1513$		$b = 0.4965$	1.4921	0.6267	0.6221
Kostiakov Modified	$f_c=-0.6332$	$a = 7.9986$	$b = 0.4121$	1.4939	0.6305	0.6212

Table 4. Results of adjustment to equations for infiltration speed using experimental curves under E. globulus, which correspond to tests with a moisture content, initial between 20 and 40 %.

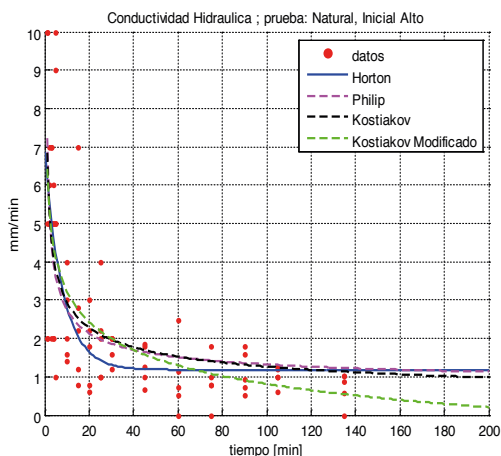


Figure 3. Infiltration speed curves, according to information from experiments with an initial moisture content of 20 to 40%.

Model	Coeff. Dear			RMSE	R ²	R ² Fixed
Horton	$f_c=1.1810$	$f_o=6.8570$	$k = 0.1247$	1.1108	0.7866	0.7808
Philip	$s = 13.1445$		$C = 0.6647$	1.8023	0.4709	0.4639
K Kostiakov	$a = 10.8252$		$b = 0.6331$	1.7683	0.4907	0.4839
Modified Kostiakov	-6.7285	$a = 13.1599$	$b = 0.1209$	1.7480	0.5089	0.4957

Table 5. Results of the adjustment to the equations for the infiltration speed with the experimental curves under natural forest, which correspond to the initial moisture content of 20 to 40 %.

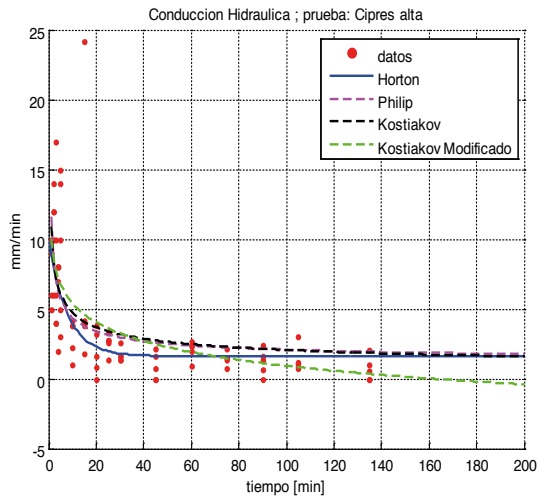


Figure 4. Infiltration speed curves, according to information from experiments with a low moisture content, from 20 to 40 %.

Model	Coeff. Dear			RMSE	R ²	R ² Corrected
Horton	$f_c = 1.6296$	$f_0 = 9.8980$	$k = 0.1269$	1.9193	0.7687	0.7622
Philip	$s = 38.9682$	$C = -0.7824$		3.6664	0.3628	0.3540
Kostiakov	$a = 17.1179$	$b = 0.6385$		3.6013	0.3853	0.3767
Modified Kostiakov	$f_c = -141.4272$	$a = 151.4897$	$b = 0.0.135$	3.5309	0.4173	0.4008

Table 6. Results of adjustment to equations for hydraulic conductivity with experimental curves in *C. lusitanica*, which correspond to moisture content, from 20 to 40 %.

From Tables 4, 5 and 6 it is found that the settings of Horton’s equation are at least 76.2% except for *E. globulus*, in which case the other equations gave oden adjustments of 62%.

To have a complete comparative view of the infiltration speed behavior, the characteristic curves of Figures 7, 8 and 9 are presented, obtained by applying the coefficients found of Horton’s equation, used to represent the infiltration rate according to inverted well tests, as it was the best fit according to the R² indicator

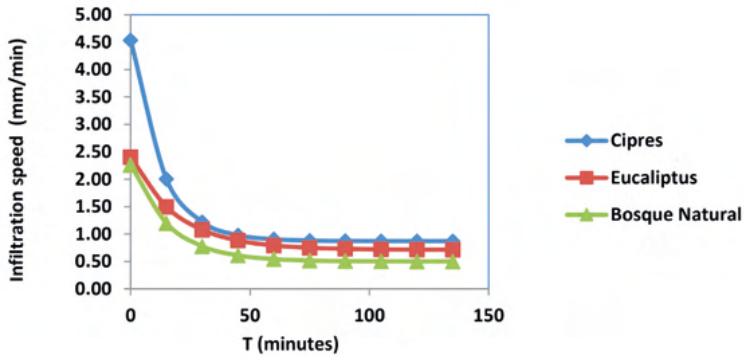


Figure 5. Characteristics curves of infiltration speed according to Horton, for inverted well tests that had a moisture content of 60 to 80%.

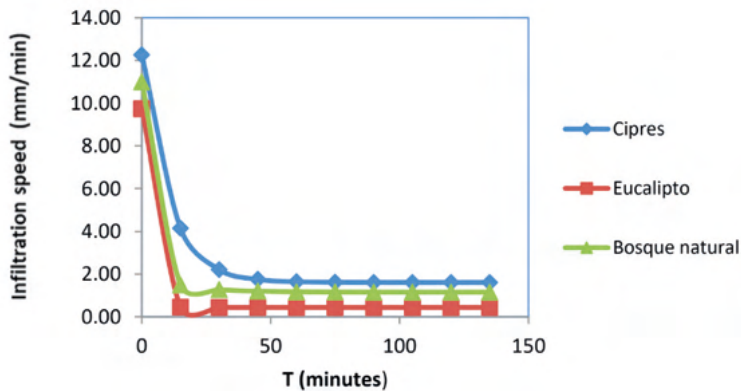


Figure 6. Characteristics curves of infiltration speed according to Horton, for inverted well tests that had a moisture content of 40 to 60%.

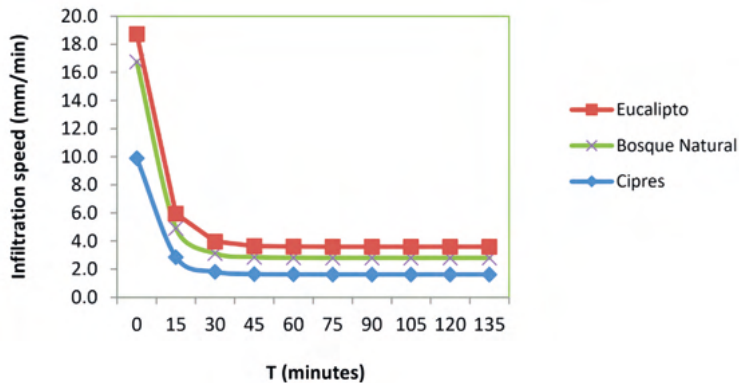


Figure 7. Characteristics curves of infiltration speed according to Horton, for inverted well tests that had a moisture content of 20 to 40%.

The infiltration rate represented by Horton for the three types of forests, according to inverted well experiments, grouped according to the initial moisture content of the soil, presented no differences to highlight, Figure 5, 6 and 7, so that taking into account a

similarity in the soil characteristics of experimental areas, the differences between the root systems of forests and their undergrowth did not denote significant differences in the rate of infiltration, implying that the rate at which water moves in more horizontal flow paths, as is the case in the inverted well experiment is done in a similar way for cases in consideration.

Despite the above, if the initial moisture content in the soil is less than 40%, Figure 9, the rate of infiltration becomes higher under the natural forest and then under the forest of *E. globulus*, a fact that can be explained by the higher density and diversity of sub-surface root systems in the natural forest and more non-diversity abundance in the forest of *E. globulus*, which facilitate the flow of water in preferably horizontal trajectories, compared to undergrowth vegetation in the *C. lusitánica* (Tables 1 and 2).

In general, the values of infiltration rates according to the characteristic curves (Figure 6, 7 and 8) can be said that when the initial moisture content of the soil is less than 40% higher rates are achieved in the natural forest and in that of *E. globulus*, which are the coverages that present a higher density of undergrowth (Figure 9), while under *C. lusitánica*, where the vegetation that accompanies the forest is less, is less this infiltration rate value, a fact that shows an effect of these more superficial species. Finally, as time goes on, infiltration speeds are reduced to the ground saturation, and the differences in these rates become much smaller.

From the characteristic curves of the infiltration speed the hydraulic conductivity values and their characteristic curves were obtained for the three types of forests, with equation 6, which is applied for the method or the inverted well, Figures 8, 9 and 10. And Table 7 presents the values of saturated pseudo hydraulic conductivity, by the duration of the experiments.

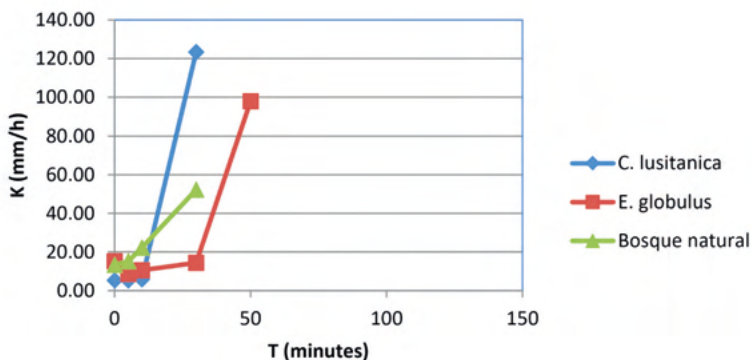


Figure 8. Behavior of hydraulic conductivity “k” from initial soil moistures of 20 to 40%, under the forests of *C. lusitánica*, *E. globulus* and natural forest in experimental areas of the San Cristóbal river basin, Bogotá.

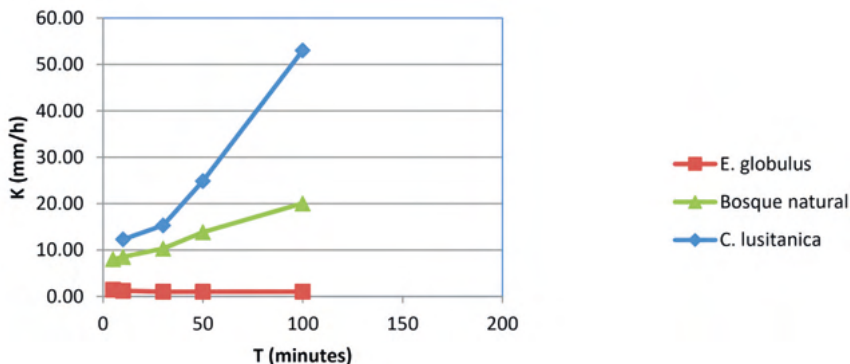


Figure 9. Behavior of hydraulic conductivity “k” from initial soil moistures of 40 to 60%, under the forests of *C. lusitânica*, *E. globulus* and natural forest in experimental areas of the San Cristóbal river basin, Bogota.

The curves of the variation of hydraulic conductivity with the state of saturation of the soil, Figures 8, 9 and 10 show that the rates with which it increases are higher in all cases for the *C. lusitânica*, a species characterized by its low density of trees as well as species of its undergrowth, in addition to being last are of a very low size compared to the other undergrowths. It could be said that at a higher density of species in the undergrowth and high moisture content the hydraulic conductivity does not reach the state of complete saturation by effect of the air that is left under pressure between the pores of the soil.

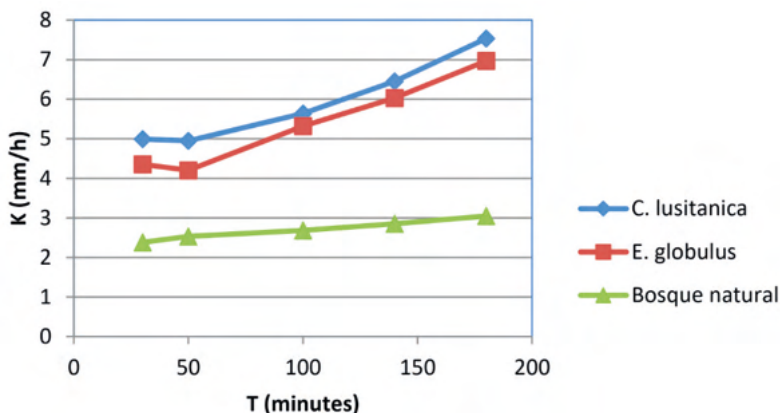


Figure 10. Behavior of hydraulic conductivity “k” from initial soil moistures of 60 to 80%, under the forests of *C. lusitânica*, *E. globulus* and natural forest in experimental areas of the San Cristóbal river basin, Bogotá.

No.	hi (20-40%)	hi (40-60%)	hi (60-80%)	Media	Standard Deviation
Natural forest	22.32	13.83	2.53	12.89	9.93
<i>E. globulus</i>	14.41	1.01	5.32	6.91	6.84
<i>C. lusitânica</i>	7.07	24.84	5.64	12.52	10.70

Table 7. Values, (mm./h), of saturated hydraulic conductivity for forests from the characteristic curves of the infiltration speed.

Calculated saturated pseudo-hydraulic conductivity values are between 1 and 22 mm/h, with an average deviation of 7.4%, Table 7, can be considered representative of actual behavior. According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2016) for these sandy-free soils, arenose in experimental areas have hydraulic conductivity values of 25 to 50 mm/h, although hydraulic conductivity also depends among other factors in the soil structure. It is explained that for values in the field and with the presence of bushes and undergrowth the state of complete saturation by the air trapped between the pores of soil that oppose resistance to flow was not reached. (Luna et al, 2005).

According to the results of Table 7, the variance analysis was made to determine that the differences in saturated hydraulic conductivity are not significant, Table 8, and it could be established that under saturation conditions the forests under study together with their undergrowth do not generate significant differences in the behavior of saturated hydraulic conductivity.

Source of variation	Sum Squares	Degrees of freedom	Medium square	F Ratio	Fo	P-value
treatment	67	2	34	0.39	Fo=3.463	<0,01
Error	520	6	87			
Total	587	8	73			

Table 9. Variance analysis for the results of saturated hydraulic conductivity (mm/h), under the forests of *E. globulus*, *C. lusitânica* and natural forest, in the San Cristobal River basin, Bogotá, D.C.

2 | CONCLUSIONS

In general, no significant differences in saturated hydraulic conductivity were found for the forests of *C. lusitânica*, *E. globulus* and natural forest, with a probability of 1%.

Despite the insignificant differences, found higher hydraulic conductivity rates under the *C forest. lusitanics*, which does not have a low density of undergrowth species.

The saturated hydraulic conductivity values found with the inverted well method under the forests and undergrowth under study turned out to be lower than those obtained in the laboratory, because of the trapped air left in the pores of the soil and which is facilitated by root systems, which offer resistance to flow, when water runs through the subfloor.

It is apparent from this research that sub-surface root systems of undergrowth species may decrease hydraulic conductivity in the sub-soil by the effect of air entrapment that prevents total saturation of soil pores, a fact that could influence groundwater flow and erosion processes among others.

RECOGNITIONS

The authors thank the Bogota Aqueduct and Sewerage Company “EAAB” for allowing us to research in the San Cristobal River Forest Reserve, especially Dr. Carlos A. Bello Blanco, to the Center for Research and Scientific Development of the District University that made the project possible, to the Faculty of Environment and Natural Resources for its institutional support. To Drs. Miguel E. Cadena Romero and Nestor Bernal for their guidance.

REFERENCES

De las Salas, G. and Garcia-Elms, C. F. (2000). Water balance under three contrasting plant cover in the San Cristóbal River basin, Bogota, D.C. *Journal of the Colombian Academy of Exact Sciences*, 24 (91), 205-218.

Donado, L.D. (2004). *Hydraulic conductivity model in soils*. Master’s thesis in un publication hydraulic resources, National University of Colombia, Bogota, D.C.

EAAB, Bogota Aqueduct and Sewerage Company. (2016) Archives of weather and hydrological information of stations in the San Cristobal River basin, Office of Hydrology, Bogota, D.C.

FAO, Food and Agriculture Organization **OF THE UNITED NATIONS**. (2016). **SOIL PERMEABILITY**. Available on the web: ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/FAO_training/general/x6706s/x6706s09.htm

García-Olmos, C. F. (2007). Water regulation under three plant cover in the San Cristobal River Basin, Bogota D.C. *Colombia Forestry*, 10 (20), 127-147.

Guevara, E. , Marquez, A. (2010) “Parameterization of infiltration models based on field tests on agricultural soils of the Chirgua River basin, Venezuela”. Center for Hydrological and Environmental Research, University of Carabobo,. 11 p.

Keesser, J., Oosterbaan, R. (1977). “Principles and Applications of Drainage”, Studies and Research, , vol.. III. Netherlands.

KLUTE, A. (1986). *METHODS OF SOILS ANALYSIS*. PART I-PHYSICAL AND MINERALOGICAL METHODS. MADISON: ASSA AND SSSA PUBLISHER,

Lal, R. y Shukla, M.K. (2004). *Principles of soil physics*. New York, Marcel Dekker Inc.

Lambe, T.W. , Whitman, R.V. (1997). *Soil mechanics, Mexico*, Editorial Limusa, 510 pp.

Luna, D., Sánchez, C., Muñoz, J. (2005). Methods for measuring field saturated hydraulic conductivity. *Hydraulic Engineering in Mexico*, XX (2), 95-107.

Moler, C. (2012). Matlab R2012a. Massachusetts. MathWorks.

Morikawa Sakura, M. and Yoshitaka, K. (2014). The link of saturated hydraulic conductivity with the under-superficial infiltration rate of the forest floor, *Research Journal of Norbert Wiener University*, 3 (41), 1- 12.

Patiño, O. and Osorio, I. (2011). Physical-chemical study of the broken father Jesus from the Fátima road to her channeling on the circunvaral avenue of the city of Bogotá. *UD and Geomatics* 5, 1-16.

Philip.J.R. (2006). Theory of infiltration. *Soil Science*, 171 (6), S34- S46.

Reynolds, W.D. et al. (1983). A reexamination of the constant head well permeameter method for measured saturated hydraulic conductivity about the water table. *Soil Sci.*, 3, Vol. 136, pp. 268-58.

Terlien M. (1998). The determination of statical and deterministic hydrological landslide triggering thresholds, *Environmental Geology*, 35 (273), 124-130.

Tobón, C. , Sevink, J. y Bouten, W. (2000). Gross rainfall and its partitioning into throughfall, stemflow and evaporation in four forest ecosystems in western Amazonia. *Journal Of Hydrology* 237, 40-57.

Van der Hammen, T. and González, E. (1963). History of the climate and vegetation of the Upper Pleistocene and the Holocene of the Sabana de Bogotá". *Geological Bulletin V XI* 1-3, 189-266.

ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS DO SUDESTE DA AMAZÔNIA DO PERU E SUAS PROPRIEDADES FÍSICAS

Data de aceite: 01/10/2021

Leif Armando Portal Cahuana

Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Recursos Florestais Piracicaba – SP
ORCID: 0000-0002-2717-4348

Javier Navio Chipa

Gerencia Regional Forestal y de Fauna Silvestre, Madre de Dios – Perú

Mauro Vela da Fonseca

Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi determinar as propriedades físicas de quatro espécies florestais nativas (*Castilla ulei*, *Schizolobium parahyba*, *Aspidosperma macrocarpon* e *Apuleia leiocarpa*) provenientes da Amazônia Peruana. Foram selecionadas nove amostras radiais da Xiloteca – UNAMAD, que pertence a uma árvore por espécie. Foi utilizado a Norma Técnica peruana para determinar a umidade, densidade e contração das madeiras. Os resultados mostram que as espécies que apresentaram menor densidade básica apresentam maior conteúdo de umidade, em função a densidade básica pode-se classificar como baixa (*C. ulei*), densidade média (*S. parahyba*) e duas densidades alta (*A. macrocarpon* e *A. leiocarpa*). Inferindo os

resultados á o secado da madeira, as quatro espécies apresentaram om bom comportamento ao secado. Os dados de propriedades físicas das madeiras são similares aos encontrados na literatura o que demonstra que os métodos de saturação da madeira podem ser utilizados para determinar as propriedades físicas das madeiras que foram secas.

PALAVRAS - CHAVE: Espécies florestais, densidade básica, Madre de Dios.

PHYSICAL PROPERTIES OF FOUR NATIVE FOREST SPECIES OF THE PERUVIAN AMAZON

ABSTRACT: The objective of this work was to determine the physical properties of four native forest species (*Castilla ulei*, *Schizolobium parahyba*, *Aspidosperma macrocarpon* and *Apuleia leiocarpa*) from the Peruvian Amazon. Nine radial samples were selected from Xiloteca - UNAMAD, which belongs to one tree per species. The Peruvian Technical Standard was used to determine the moisture, density and contraction of the wood. The results showed that the species with the lowest basic density had a higher moisture content, due to the low density (*C. ulei*), medium density (*S. parahyba*) and two high densities (*A. macrocarpon* and *A. leiocarpa*). Inferring the results to the drying of the wood, the four species presented the good behavior to the drying. The physical properties data of the woods are similar to those found in the literature which shows that wood saturation methods can be used to determine the physical properties of the wood that has been dried.

KEYWORDS: Forest species, basic density,

1 | INTRODUÇÃO

A qualidade da madeira é determinada pelas propriedades da madeira, tais como as propriedades físicas, que são muito importantes para o uso final da madeira (HIDAYATI et al., 2015). A densidade básica da madeira é considerada um dos parâmetros mais importantes na avaliação da qualidade da madeira, devido a uma forte relação com outras propriedades da madeira (CREMONEZ et al., 2019).

No Peru tem muitas espécies florestais encontradas nas florestas tropicais nativas (~4618), mais que suas características tecnológicas só se conhecem 350 espécies equivalente a 7,6% possui estudos tecnológicos básicos e apenas 150 espécies equivalentes 3,2% do total de espécies de árvores no Peru são exploradas comercialmente por sua madeira. Isso reforça e destaca a necessidade urgente de investigação na área de tecnologia da madeira no país (PORTAL; CARPIO; DÍAZ, 2020). Isto devido a que tradicionalmente a indústria no Peru caracteriza-se pelo comércio de espécies valiosas (*Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata*), sim embargo nos últimos anos isto está cambiado devido ao mercado internacional exportando madeiras de *Apuleia leiocarpa*, *Hymenaea oblongifolia*, *Myroxylon balsamum*, *Amburana cearensis*, *Dipteryx odorata* e *Handroanthus serratifolius*, *Manilkara bidentata* etc principalmente para a confecção de pisos. Os registros históricos 2000-2016 de valores anuais de exportação mostram uma tendência positiva de exportação, sendo principais mercados de destino de produtos semitransformados de madeiras nativas a China, Estados Unidos e México (ADEX, 2014).

Por isso é a necessidade de estudar as espécies pouco conhecidas no sector da industrialização da madeira no Peru e aumentar a possibilidade de uso de espécies nativas e valorar nossa biodiversidade utilizando os recursos naturais de maneira racional e dar alternativa de espécies não tradicionais ao mercado nacional e internacional.

Espécies nativas como *Castilla ulei*, é pouco conhecida na indústria florestal o que dá uma grande possibilidade de aproveitamento, além de isso se tem pouca informação tecnológica da espécie, *Schizolobium parahyba*, é uma espécie de rápido crescimento que tem muito potencial na recuperação de áreas degradadas, já *Aspidosperma macrocarpon* e *Apuleia leiocarpa*, são espécies utilizadas na indústria de pisos e construções pesadas.

Neste contexto é necessário o estudo de novas espécies ao mercado nacional e internacional que ajudem ao manejo florestal do país e diversificar as espécies. Com isso o objetivo do presente estudo foi determinar as propriedades físicas de quatro espécies florestais nativas (*Castilla ulei*, *Schizolobium parahyba*, *Aspidosperma macrocarpon* e *Apuleia leiocarpa*) provenientes da Amazônia Peruana.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para o presente estudo foram usadas amostras de madeiras do Xiloteca da

Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios – UNAMAD/Peru, devidamente identificada anatomicamente. Utilizaram-se amostras de quatro espécies florestais nativas (*Castilla ulei*, *Aspidosperma macrocarpon*, *Apuleia leiocarpa* e *Schizolobium parahyba*).

Obtiveram-se 09 amostras por espécie de 3x3x10 cm (Figura 1), que foram saturadas em água fria, para que as amostras ganhem umidade, por um tempo de aproximadamente 15 dias, até atingir acima do ponto de saturação das fibras, realizando um controle diário do peso de cada amostra.

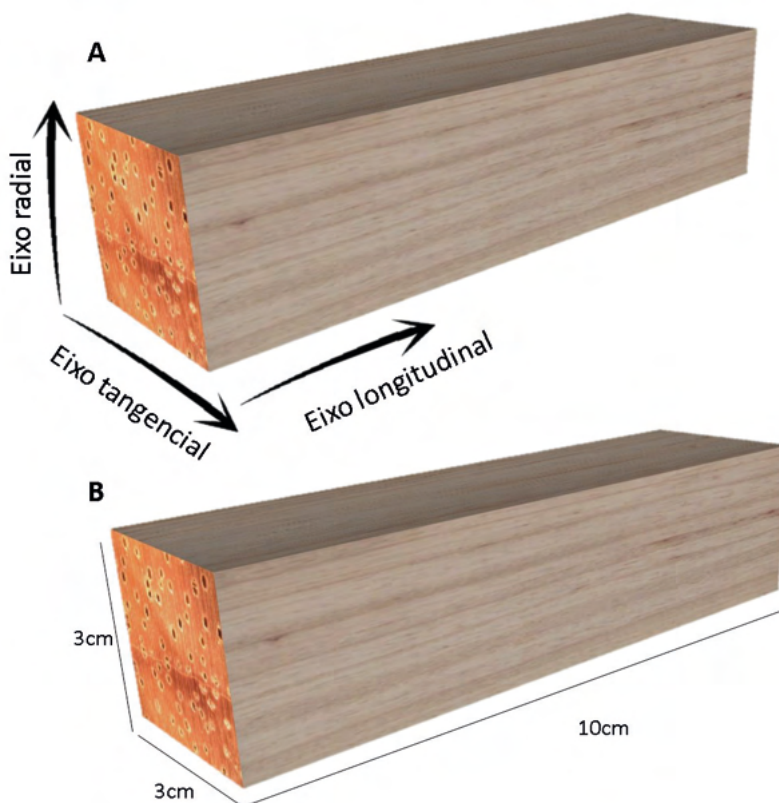


Figura 01. Madeira em 3D de *Schizolobium parahyba*. **A.** Amostra com os eixos respectivos bem orientados. **B.** Amostra com as dimensões em função a NTP.

Foi utilizado a Norma Técnica Peruana, para a determinação do conteúdo de umidade utilizou-se (NTP 251.010:2004), para a determinação da densidade utilizou-se a (NTP 251.011:2004) e finalmente para a determinação das contrações da madeira (NTP 251.012:2004) (Figura 2).



Figura 1. Propriedades físicas das quatro espécies: **A.** Codificação das amostras; **B.** Micrómetro digital para as mensurações; **C.** Estufa com as amostras; **D.** Obtenção do volume das amostras.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de umidade e de propriedades físicas para as diferentes espécies estão apresentados na Tabela 1.

Propriedades Físicas	<i>Castilla ulei</i>	<i>Schizolobium parahyba</i>	<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	<i>Apuleia leiocarpa</i>
Umidade (%)	206,36	164,66	69,30	53,31
Densidade Básica (g/cm ³)	0,34	0,41	0,65	0,74
Densidade Normal (g/cm ³)	1,04	1,09	1,10	1,14
Densidade Anidra (g/cm ³)	0,38	0,47	0,74	0,85
Contração Volumétrica (%)	10,00	12,25	12,86	12,04
Contração Tangencial (%)	6,71	8,26	8,62	8,35
Contração Radial (%)	3,64	4,01	4,78	4,11
Contração Longitudinal (%)	0,15	0,07	0,13	0,29
Coefficiente de anisotropia	1,84	2,06	1,80	2,03

Tabela 1. Valores médios da umidade e propriedades físicas das madeiras do Peru.

Sobre a espécie *Castilla ulei*, pode-se classificar qualitativamente a densidade básica como baixa, a densidade anidra como leve, a contração volumétrica como baixa e o índice de estabilidade (T/R) baixa ou estável, pode-se dizer que a madeira da espécie é estável e de bom comportamento ao secado. Com a informação obtida pode-se recomendar a madeira de *C. ulei*, para: Molduras, portas, janelas, brinquedos, etc.

A espécie *Schizolobium parahyba*, pode-se classificar qualitativamente a densidade básica como média, a densidade anidra como mediana, a contração volumétrica como mediana e o índice de estabilidade (T/R) mediana ou moderadamente estável e de bom comportamento a secado. Com a informação obtida pode-se recomendar a madeira de *S. parahyba*, para: Carpintaria não estrutural, gavetas leves, indústria do compensado, brinquedos, etc.

Os dados de densidade básica da madeira de *S. parahyba*, são semelhantes aos apresentados por Lobão, et al. (2012), quando estudo a espécie *S. parahyba* var. *amazonicum*, de 0,42 g/cm³. Sobre a contração da madeira encontrados na literatura são um pouco baixos aos encontrados por CITEmadera (2008), contração volumétrica 10.40%, contração tangencial 7.00% e contração radial 3.70%.

A espécie *Aspidosperma macrocarpon*, pode-se classificar qualitativamente a densidade básica como alta, a densidade anidra como pesada, a contração volumétrica como mediana e o índice de estabilidade (T/R) moderada estabilidade e de bom comportamento ao secado. Com a informação obtida pode-se recomendar a madeira de *A. macrocarpon*, para: Piso, parquet, estruturas pesadas, etc.

Os dados de densidade básica da madeira de *A. macrocarpon*, são semelhantes aos apresentados por CITEmadera (2008), Portal (2010), Chavesta (2005) que obtiveram uma densidade básica de 0,67 g/cm³. Sobre a contração da madeira encontrados na literatura por CITEmadera (2008) a contração volumétrica de 12.38% e a contração tangencial de 8.08%, são mais baixos que os encontrados no estudo já a contração radial de 4.10% é um pouco mais alta.

A espécie *Apuleia leiocarpa*, pode-se classificar qualitativamente a densidade básica como alta, a densidade anidra como pesada, a contração volumétrica como mediana e o índice de estabilidade (T/R) mediana ou moderada estabilidade e de bom comportamento ao secado. Com a informação obtida pode-se recomendar a madeira de *A. leiocarpa*, para: Parquet, estruturas pesadas, carrocerias, cabos de ferramentas, etc.

Os dados de densidade básica da madeira de *A. leiocarpa*, são semelhantes aos apresentados por CITEmadera (2008), Acevedo (1994), que encontraram uma densidade básica de 0,74 g/cm³, mais que são diferentes com os encontrados por Chavesta (2005) e Portal (2014), que obtiveram uma densidade básica de 0,83 g/cm³, o que pode-se dever pelo lugar de coleta das amostras, o ambiente, a geografia, etc.

4 | CONCLUSÕES

Das quatro espécies estudadas uma espécie apresentou densidade básica baixa (*C. ulei*), uma apresentou densidade básica média (*S. parahyba*) e duas apresentaram densidade básica alta (*A. macrocarpon* e *A. leiocarpa*).

O estudo das propriedades físicas das madeiras das quatro espécies, pode-se inferir, sobre o comportamento à secagem, que as espécies apresentam um bom comportamento à secagem.

O estudo das espécies nativas é importante para o uso racional e manejo sustentável das florestas tropicais do Peru.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios – UNAMAD, a Xiloteca-UNAMAD.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO, KIKATA (1994) “Atlas de Maderas del Perú” Universidad Nacional Agraria La Molina – Universidad de Nagoya Japón. 202 p.

ADEX. Boletín informativo, elaborado por la Gerencia de Servicios e Industrias Extractivas. 2014, 12 p.

CHAVESTA, M. (2009). Revista de los Estudiantes de Ciencias Forestales Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, 110 p.

CHAVESTA, M. (2005) “Maderas para Pisos” Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Ciencias Forestales, Lima-Perú. 176 p.

CITEmadera. (2008a) “Compendio de Información Técnica de 32 Especies Forestales Tomo I, Lima, 74 p.

CITEmadera. (2008b) “Compendio de Información Técnica de 32 Especies Forestales Tomo II, Lima, 74 p.

CREMONEZ, V. et al. Wood basic density effect of *Eucalyptus grandis* in the paper making. *Matéria* (Rio de Janeiro), v. 24, n. 3, p. e12420, 2019.

HIDAYATI, F. et al. Physical and Mechanical Properties of 10-Year Old Superior and Conventional Teak Planted in Randublatung Central Java Indonesia. p. 11, 2015.

LOBÃO, M. S.; COSTA, D. P.; ALMONACID, M. A. A.; TOMAZELLO FILHO, M. Qualidade do lenho de árvores de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* Acre, Brasil. *Floresta e ambiente*, Seropédica, v. 19, n. 3, p. 374-384, 2012.

Norma Técnica Peruana - NTP 251.010. Madera. Método para determinar el contenido de humedad. Lima, Perú, 2004 13 p.

Norma Técnica Peruana - NTP 251.011. Madera. Método de determinación de la contracción. Lima, Perú, 2004. 9 p.

Norma Técnica Peruana - NTP 251.012. Madera. Método para determinar la densidad. Lima, Perú, 2004. 9 p.

PANTIGOSO, J (2009) Tesis de Grado: "Propiedades Físicas Y Mecánicas De La Capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) hook ex Schumann) procedente de una plantación experimental en san Alejandro Ucayali – Perú.

PORTAL, CARDOZO (2014), "Características Principales de 10 Especies de la Región de Madre de Dios, Puerto Maldonado, 117 p.

PORTAL, L (2010) "Características Macroscópicas de 20 Maderas del Perú", Madre de Dios, 80 p.

PORTAL, L.; CARPIO, J.; DÍAZ, G. Propiedades tecnológicas de la madera de *Ormosia paraensis* Ducke proveniente de la Amazonía Suroriental del Perú. In: Engenharia Industrial Madeireira Tecnologia, Pesquisa e Tendências. 1ra Edición ed. Guarujá Sao Paulo: Científica Digital, 2020. p. 286–304.

CAPÍTULO 4

A RESISTÊNCIA DAS COMUNIDADES EM TORNO DOS BALDIOS. UM BEM COMUNITÁRIO DISPUTADO POR PRIVADOS, MUNICÍPIOS E ESTADO

Data de aceite: 01/10/2021

Data de submissão: 06/07/2021

António Cardoso

IPVC/CICS.Nova.UMinho, Portugal
ORCID: 0000-0002-8223-8594

Goretti Barros

Escola Superior Agrária/IPVC, Portugal

Carlos Matias

Deputado Assembleia da República, XIII
legislatura (2015-19), Portugal

RESUMO: Os baldios, constituindo uma base complementar do torrão familiar, mas imprescindível, de sobrevivência das economias camponesas, particularmente nas zonas do interior, tornaram-se igualmente, ao longo dos tempos, uma questão fraturante e razão de disputas, não só internas em torno da sua apropriação por privados, como de conflitos com o Estado e os municípios ciosos pela posse das terras comunais dos povos que foram resistindo de várias formas. Este texto procurará, primeiramente, ainda que de modo diferenciado mas sintético, dar conta desta questão que atravessou vários regimes, com ênfase no liberalismo, passando pela I República, até ao *Estado Novo*, durante o qual se despoletaram algumas situações críticas bem ilustradas no romance de Aquilino Ribeiro “Quando os lobos uivam”. Posteriormente, dar-se-á conta de diversas vicissitudes do

problema desde o 25 de Abril de 1974, quer nos confrontos no terreno entre os diversos atores sociais e políticos no seio das comunidades sobre o acesso, a posse e fruição dos baldios, quer nas formas de gestão destes e relações dos compartes com os municípios e sobretudo o Estado central. Não obstante a consagração constitucional dos baldios como propriedade das comunidades locais, nomeadamente dos seus compartes (cf. art 82 da CRP), na prática tem-se assistido a tentativas de ‘assalto’ a esses direitos comunitários por parte de privados, municípios e Estado. Finalmente, será focalizada a análise na legislação mais recentemente produzida na Assembleia da República por iniciativa do BE e do PCP e a colaboração do PS, seus antecedentes e impactos socio-económicos e políticos, assim como o seu contributo não só para a sobrevivência das unidades familiares e das respetivas comunidades, como do seu papel no desenvolvimento rural e no reforço da biodiversidade na fauna e flora e, em última instância, a sustentabilidade de ecossistemas rurais, nomeadamente agrícolas e florestais.

PALAVRAS - CHAVE: baldios, comunidades rurais, economia camponesa, Portugal

COMMUNITIES' RESISTANCE TOWARDS COMMON LANDS. A COMMUNAL PROPERTY DISPUTED BY PRIVATE ENTITIES, MUNICIPALITIES AND THE GOVERNMENT

ABSTRACT: Common lands are a complementary basis of family owned land, essential for the survival of rural economies, particularly in the inner regions of the country (Portugal). Over time,

it has become a subject of discord and has given rise to disputes, not only internally around the private appropriation of communal lands, but also with the Government and municipalities eager to take possession of communal lands that belong to the people that have resisted in various ways. Primarily, this paper will seek, in a synthetic manner, to approach the issue, which has spanned through several regimes, as well as through the ages, giving emphasis on the liberal period, encompassing the First Republic up to the New State dictatorial regime, during which some critical situations arose that have been rather well illustrated in Aquilino Ribeiro's novel. Later on, several of the difficulties originated by this problem since the revolution of April 25th 1974 will be presented. These translated into conflicts between social and political players in the centre of the communities about access, ownership and fruition of common lands, as well as in ways of managing the latter, and in the established rapport between commoners and municipalities but mostly with the central Government. Despite the constitutional acknowledgement of common lands as being property of local communities, namely its commoners (as in article 82 of the Constitution of the Portuguese Republic), there are records of private entities, municipalities and the Government attempting to 'rob' the people of those communal rights. Lastly, an analysis will be performed focusing on the most recent legislation established in the Assembly of the Portuguese Republic. This legislation was an initiative of the BE and PCP political parties, with the collaboration of PS. Its background and social-economic and political impact as well as its contribution to the survival of family units and respective communities will be presented. Furthermore, its role in rural development and in the reinforcement of the biodiversity of fauna and flora and, ultimately, in the sustainability of rural ecosystems, namely agricultural and forestry ones will be demonstrated.

KEYWORDS: common lands, rural communities, peasant economy, Portugal.

1 | INTRODUÇÃO

Se, por um lado, o ser humano depende da natureza para satisfazer as suas necessidades vitais, socorrendo-se do uso dos recursos naturais para garantir a sua subsistência, independentemente das formas de uso, posse ou fruição, nomeadamente da terra (de domínio público, privado ou comunitário), por outro lado, o acesso coletivo aos recursos, sobretudo naturais, tem levantado nas últimas décadas um conjunto de preocupações e suscitado, a partir das várias áreas científicas, uma série de estudos, quer a nível internacional (Hardin, 1968; Ostrom, 1990 e 2005; Lopes, 2007) quer a nível nacional (Estêvão, 1983; Rodrigues, 1987 e 2006; Baptista, 1993; Gomes, 2009; Bica, 2006 e 2010). Geralmente, atribui-se ao processo de desenvolvimento industrial e aos respetivos padrões de consumo a delapidação dos recursos naturais a nível global, que colocam em risco a própria sustentabilidade dos ecossistemas (Filipe *et al.*, 2007, Simões e Cristóvão, 2012).

Tradicionalmente, era através da entreatajuda familiar e comunitária que, geralmente, as populações rurais colmatavam algumas das suas necessidades e resolviam determinados problemas económicos e de organização do trabalho, tal como referem autores como Weber (1978) e Mauss (1993) e, designadamente em Portugal, O'Neill (1984), Portela

(1986), Silva (1990 e 1998), Cardoso (2012).¹

Tendo por base as práticas da economia camponesa, os baldios são terrenos comunitários, com regime próprio, com uma longa história de usos no interesse coletivo (mato, lenha, pastagens, águas, madeiras), em que os mesmos têm sido exercidos e controlados pelas comunidades rurais locais, nomeadamente em Portugal. Este regime especial é praticado em muitos países no globo, embora com diferentes modalidades de gestão e de fruição. Em Portugal, a Constituição da República Portuguesa (CRP), no seu artigo nº 82, consagra os baldios como propriedade das comunidades locais.

Se, por um lado, os baldios apresentam-se como algo do passado, por outro configuram-se como uma resposta possível e inovadora para os desafios mais urgentes com os quais nos confrontamos como sociedade. Os baldios, pode-se afirmar, inserem-se hoje em dia no centro dos grandes desafios que as sociedades defrontam, tais como o combate aos riscos, o combate e mitigação das alterações climáticas, as preocupações ambientais, a preservação dos ecossistemas e a biodiversidade, a proteção e geração de recursos hídricos, as soluções económicas locais, as cadeias curtas na produção e comercialização de alimentos, entre outros.

O gradual e relativo abandono ou insuficiente uso dos terrenos silvo-pastoris, entre os quais os baldios, é consequência não só da passagem duma sociedade agrária para outra urbano-industrial, como da ausência de políticas agroflorestais por parte dos poderes nacionais, fatores estes que contribuíram decisivamente para a eclosão dos fogos florestais.

A representação do espaço coletivo é essencialmente ordenar o heterogéneo, sendo que o espaço é indissociável da sociedade que o habita, e é na relação que se estabelece entre ambos que se deve procurar a explicação para os tipos de organização que manifesta, ou seja, “*a organização social foi o modelo da organização espacial, que é como um decalque da primeira*” (Durkheim, 2002:15). O referido autor estabelece uma correspondência linear entre a composição espacial, a proximidade física de um determinado conjunto populacional (densidade material) e a natureza e intensidade das relações sociais (densidade dinâmica). Com efeito, a organização espacial espelha e reflete-se na organização social, na medida em que a delimitação de um meio interno representa a identificação de um conjunto populacional e social relativamente homogéneo. É na base de uma relação herdada há muitas gerações que se constitui um dos pilares da legitimidade da propriedade comunitária (Baptista, 2011; Silva, 2014).

Na Europa, ao longo dos tempos, a terra rural comum tem desempenhado um papel fundamental no desenvolvimento rural, em que, por sua vez, o rural caracteriza-se pela homogeneidade dos laços sociais, que normalmente se circunscrevem ao espaço restrito

¹ O sentido de comunidade, tal como o definiram diversos autores desde Tonnies (1979) e Weber (1978) a Redfield (1961), foi sofrendo alterações, tendo dado lugar à maximização de estratégias de sobrevivência, com rendimentos numa base familiar ou individual, ou a iniciativas de ordem mais institucional, ou ainda a formas associativas de base alegadamente voluntária que, todavia, se fundamentam numa base comunitária, mas já debilitada ou em declínio (Cardoso e Silva, 2011).

da aldeia, o que favorece a existência de um forte interconhecimento (Carmo, 2009:9) e entreaajuda entre a população camponesa (ao nível das tarefas agrícolas e da vizinhança), embora estas formas estejam em declínio (Silva, 1998; Cardoso, 2012).

Quer durante a monarquia, quer mais tarde sob a I República e, sobretudo, sob o Estado Novo, os baldios foram objeto de aceso debate e cobiça, com vários atores e respetivos interesses. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo principal referir as mudanças e as vicissitudes pelas quais os baldios têm sido objeto de confronto e de políticas, principalmente nos séculos XIX e XX. Por outro lado, visa contribuir para a identificação das formas de intervenção, no que concerne à gestão das terras comunitárias – os baldios, identificando a relação entre as partes interessadas nos mesmos, o papel do Estado e eventuais conflitualidades na gestão, uso e fruição dos mesmos, assim como os respetivos impactos, nomeadamente nas comunidades rurais, principalmente desde o *Estado Novo* até aos dias de hoje. Para atingir estes objetivos, procedeu-se a uma revisão bibliográfica, que visou a seleção de alguma bibliografia mais clássica e outra mais recente, assim como à análise de legislação específica e outra documentação especializada.²

2 | BALDIOS: DO ANTIGO REGIME À I REPÚBLICA

A existência dos baldios em Portugal remonta historicamente às primeiras sociedades agrárias e aos primórdios da existência do país como nação com fronteiras bem definidas (Oliveira, 2011; Rodrigues, 1987; Baptista, 2010). A propriedade coletiva sofreu o seu primeiro grande ataque com as invasões romanas. Isto porque, face à tradição e ao direito romano, os terrenos comuns começaram a ser apropriados pelos grandes senhores, que neles fundaram as suas *villae*, os agricultaram e deles se apropriaram.

Segundo Bica (2010), entre as primeiras referências a terrenos que teriam a natureza de baldios, ao tempo do domínio visigodo, no princípio do século VII, Santo Isidoro, Bispo de Sevilha, refere que na divisão das terras foram deixados lotes, para que os vizinhos pudessem apascentar em comum os seus gados, chamando-lhes, por isso, *compáscuo*. Na Idade Média estes terrenos de uso comum estavam sujeitos a encargos de tipo feudal, encargo de *montádigo*, não obstante, em alguns casos, serem concedidas isenções.³

Aquando da Reconquista, o território, não se encontrando desabitado, favorecia que as populações aí fixadas explorassem os terrenos, para acudir às suas necessidades concretas e, segundo as tradições herdadas dos visigodos e dos romanos, ou mesmo dos povos autóctones (Gralheiro, 1990), sem ordem ou mandato de alguém, iam-se apoderando e avançando sobre os *maninhos*, concelhos ou senhoriais, transformando-os, pelo seu uso,

² Este texto beneficiou de algumas sugestões de melhoria pelo Prof. Orlando Simões.

³ *Montádigo* constituía uma figura presente na Idade Média, em que o uso dos terrenos incultos para pastagens, não individualmente apropriados, estava sujeito ao pagamento do respetivo encargo, em que este era devido aos titulares do direito de tipo feudal sobre o correspondente território (Bica, 2010).

de forma permanente e constante, em terrenos baldios da comunidade a que pertenciam, por *presúria* ou *usucapião* (aquisição de um direito real de gozo de posse da terra) (*Nova Enciclopédia Larousse*, 1994: 6868; Silva, 1998: 25).^{4;5}

Ao longo do século XII e até ao século XIV, os terrenos baldios sofrem uma expansão: por conquista pelos próprios povos; por cedências e doações para uso comum pelos reis e senhores feudais; por usucapião; por conquista de novas terras aos Mouros; por arrendamento a longo prazo ou perpétuo (Rodrigues, 1987; Gralheiro, 1990).

O aumento de população durante o século XV e a conseqüente pressão sobre a terra levou a que fosse decretada, pelas *Ordenações Afonsinas*, a regulamentação do processo de privatização da terra, sob a forma de *sesmaria* (sistema feudal de doação de terras para cultivo). No entanto, parece não se ter incluído, nesse processo, os casos das terras que tenham sido aproveitadas em comum pelos vizinhos para pastoreio e outros fins, nomeadamente em casos de baixa densidade populacional (Bica, 2010: 35). Foi, contudo, durante o reinado de D. Manuel I, via *Ordenações Manuelinas*, que os agricultores puderam cultivar alguns baldios e terras *reguengas*, sob forma de sesmaria, em benefício próprio, mediante o pagamento de um tributo (Rodrigues, 1987).⁶

Por sua vez, no início do século XVII, com as *Ordenações Filipinas*, os Fidalgos, Mestres, Comendadores e Prelados vêem-se explicitamente proibidos de tomar os *reguengos* que, por títulos, não fossem seus (*Ordenações Filipinas*, s/d). Com efeito, estas ordenações abriram o caminho à usurpação dos baldios, permitindo que estes fossem dados de sesmarias para a lavoura, exceto os bens pertencentes à igreja e às confrarias.

Durante o século XVIII, o Poder Central reconheceu, pelo alvará régio de 23 de Julho de 1766, que os concelhos tinham direitos sobre os terrenos baldios, autorizando a sua alienação, embora este mesmo alvará tenha proibido aos vereadores e funcionários municipais, aos da justiça e às pessoas que costumam andar na governança das cidades, vilas e lugares, cultivar as terras dos concelhos e possuí-las a qualquer título (Bica, 2003).

Foi precisamente durante este período que aumentaram os grandes e contraditórios problemas dos baldios, que em Portugal atingem a sua plenitude durante o liberalismo. Isto devido às forças populares que mais intensificaram as mudanças e, por outro lado, à classe que nesta altura toma o poder, a burguesia, e que pretende adquirir novos e maiores privilégios, passando este tipo de propriedade a ser considerada *a grande inimiga das reformas liberais na agricultura, o maior empecilho à libertação da propriedade privada*

4 Segundo Portugal Villa Nova, “Maninhos são terrenos incultos de propriedade particular, usados em comum por um grupo de moradores, mediante foral, arrendamento ou emprazamento estabelecido por um senhorio” (Rodrigues, 1987:19). Contudo, ao longo dos tempos, a distinção entre maninho e baldio foi-se esbatendo, caindo em crescente desuso o termo maninho.

5 *Presúria* – título especial em que eram concedidas aos nobres certas terras por eles conquistadas aos infiéis, durante a reconquista cristã e a formação territorial de Portugal; reivindicação ou reconquista à mão armada; posse jurídica de um terreno” (cf. *Dicionário de Língua Portuguesa*). Estes terrenos, designados terras de ninguém, após a partida dos vencidos, eram apropriados por nobres ou pela Coroa, sendo neste último caso designadas terras realengas (Silva, 1998: 25).

6 Aos bens particulares dos reis, chamava-se *reguengos* (cf. Gralheiro, 1990: 24).

individual (Abel, 1988: 339). Este conceito de propriedade individual assume, nesta altura, uma importância relevante, uma vez que tem como princípio a libertação da terra das pegadas feudais e a sua individualização (Abel, 1988). No fundo esta política ia de encontro a certas camadas burguesas nascentes e esclarecidas, que viam nas tradicionais práticas camponesas um obstáculo ao progresso económico.

Este novo ideário ambicionava a erradicação das estruturas baldias. Mas os povos, que viviam em situação de pobreza e que dependiam dos baldios para sobreviver, opunham-se afincadamente a esta conceção e tentavam impedir a sua privatização. Estas manifestações de total desagrado, por parte dos camponeses, eram explicitadas através de diversas queixas e petições apresentadas nas Cortes. Eram também frequentes as destruições de muros, cercas, vedações e tapumes, sempre que os baldios eram apropriados pelos senhores da terra (Rodrigues, 1987; Silbert *cit in* Silva, 1998: 28).

Após a revolução liberal de 1820, *“o processo de desamortização tornou-se quase que uma simples transferência dos direitos sobre a terra – parcialmente mediada pelo Estado liberal – das mãos da Igreja, em especial das extintas ordens religiosas e da Coroa, para os novos senhores da terra e letrados. Estes, que tiveram acesso à terra expropriada, nacionalizada, a um preço de amigos, continuariam a viver de rendas e aristocratizaram-se”* (Silva, 1998: 28). Segundo o mesmo autor, o poder liberal ignorou determinadas expectativas dos camponeses, agravou as tributações, permitiu a apropriação individual das terras e o aumento de rendas, parcerias e tributações, em comparação com a situação do Antigo Regime, pelo que o campesinato não apoiou o regime liberal e via-o como uma nova afronta aos seus interesses, dado o aumento de impostos e a diminuição das terras comunais (Silva, 1998: 29).⁷

Ao longo dos séculos os baldios foram objeto de “novas” abordagens e tensões, seja pela própria intervenção do Estado, pela pressão da mudança do modo de produção económico, ou ainda por resistências populares, principalmente da parte dos agricultores parcelares (campesinato). No entanto, é no período de transição, entre 1820 e 1910, que se faz sentir o maior nível de conflitualidade na luta pelos baldios. Apesar da condenação liberal contra os baldios, os povos que a eles tinham direito foram resistindo, tendo maior êxito nas regiões a norte do Tejo (Bica, 2010).

Para o “poder liberal” importava concentrar a terra e adquirir novos privilégios, retirando o mais possível de terra baldia (desamortização dos baldios), para formar a propriedade latifundiária e reforçar a classe latifundista no Sul, enquanto no Norte a ordem era para florestar a propriedade comum. Graças aos levantamentos e petições populares foi possível evitar florestar a totalidade dos baldios no Norte. Mas é precisamente Mouzinho da Silveira que se opõe *“contra a resistência coletiva dos povos à apropriação individual dos bens comunitários”*, no Decreto nº 12, de abril de 1832, da sua própria autoria. As

⁷ Na província do Minho, em finais do século XVIII, a renda somava cerca de 60% do rendimento líquido, enquanto nos séculos XIV - XV oscilava entre 30% a 40% (Silva, 1998).

terras baldias passaram, em 1850, a ser administradas pelos concelhos e (juntas de) freguesias, com direito de alienação, pelo que muitos baldios foram vendidos, arrendados e principalmente usurpados pelos caciques locais (Abel, 1988).

Foi em 1886 que foram criados os *Serviços Florestais*, os quais, posteriormente, em 1901, sofreram uma remodelação para integrar o Sistema Florestal em todo o território nacional. Dois anos mais tarde, em 1903, foi publicado o regulamento deste regime, o qual enquadrou a política florestal do Estado, durante grande parte do século XX.

No início do século XX, Portugal era pouco industrializado, com uma agricultura pouco produtiva e pouco competitiva, dependente do exterior em produtos alimentares, em que no norte do país as explorações familiares, na sua grande maioria, eram de pequena dimensão, enquanto no Sul predominava a grande propriedade, com um grande número de assalariados agrícolas, a título permanente ou temporário (Silva, 1987 e 1998; Lopes, 2011).

Em síntese, podemos dizer que, sob o ponto de vista estrutural e no período considerado, há três grandes problemáticas que envolvem a questão dos baldios: a desamortização, subsequente à revolução liberal, a florestação e a colonização interna (Estêvão, 1983). A desamortização dos baldios, a sua divisão e apropriação individualizada com o fim de converter terras «incultas» em cultivadas, foi um movimento que se acentuou particularmente a partir de agosto de 1869 e que vai decorrer até 1932. Esta política desamortizadora desenrolava-se sobre as superfícies «incultas», não apropriadas individualmente e das quais ninguém tirava proveito, segundo a suposição inicial. A partir de então, e um pouco por todo o país, assiste-se ao ressurgimento em força do movimento de aforamentos e alienações de baldios.

Com a implantação da República não se resolveu a questão dos baldios nem os interesses das populações camponesas, assistindo-se a uma redução de terrenos comunais, à sua apropriação individual e à criação de novos impostos (Silva, 1998).

Estima-se que a área florestal de Portugal, entre 1875 e 1938, teve um crescimento na ordem de um milhão e oitocentos mil hectares. Contudo, o grande impulso que a arborização sofreu, neste período, foi devido à mão dos privados que, com mais ou menos importância, fizeram avançar a grande dimensão da propriedade, o montado do Sul. Em contrapartida, no norte e no centro do país a área de pinhal aumentava, maioritariamente, por iniciativa de pequenos proprietários (Radich e Baptista, 2005). Estes proprietários foram cedendo à pressão exercida pelo aparecimento de novas indústrias relacionadas com a exploração florestal (fábricas de serração e de pasta de papel). Mas foi, sobretudo, o Estado que considerou, nas suas políticas, a floresta de produção como a solução para o arranque industrial do país, com o pressuposto de que Portugal tinha “vocaçao florestal” (Devy-Vareta, 1993).

3 | OS BALDIOS SOB O ESTADO NOVO

Portugal, não só no início como a meados do século XX, era sobretudo agrícola, sendo a terra o elemento incontestável para apreender a estruturação da produção agrícola e, em larga medida, das relações de poder nos campos (Silva, 1998; Cardoso, 2012), sendo a agricultura a atividade económica mais relevante ao nível do emprego, que em 1938 gerava um terço do produto interno bruto (Baptista, 1993).

Perante a pobreza e a degradação, não só do mundo rural mas também da cidade, gerou-se instabilidade, descontentamento e até revolta nos vários sectores da sociedade portuguesa, que proporcionou condições para a eclosão do Golpe Militar de 28 de maio de 1926. Daqui resultou um regime político autoritário, que aboliu de imediato as liberdades cívicas e políticas fundamentais, usando a repressão e o terror e atribuindo poderes de alienação dos baldios às Câmaras Municipais e Juntas de freguesia. Esse poder de alienação servia, na prática, para satisfazer uma certa clientela política, utilizando os baldios como forma de pressão política e económica. A par disto, o *Estado Novo* viria, mais tarde, a desferir a mais repressiva campanha contra os terrenos comunitários, efetuando a reserva de mais de 400 mil hectares de terrenos baldios para florestar, acabando com os usos tradicionais destes terrenos pelas comunidades rurais, (Rodrigues, 1987; Gralheiro 1990).

Segundo Estevão (1983), é efetivamente ao longo dos anos de 1932-1938, que se vai forjar a nova política para os baldios, através não só da produção de legislação específica, como da implementação da Junta de Colonização Interna, criada pelo Decreto-Lei 27.207, de 16 de novembro de 1936.⁸

A submissão dos baldios ao regime florestal durante o *Estado Novo* não foi pacífica, tendo sido usada muitas vezes a força, a ameaça e a perseguição política para impor aos povos serranos a espoliação dos seus baldios (Gralheiro, 1990).⁹ Com esta onda anti-comunitária, verifica-se uma diminuição drástica do gado ovino e caprino, assim como a redução dos pastos naturais em detrimento da área cultivada com cereais, culturas intensivas e criação e engorda do gado bovino (Rodrigues, 1987). Esta situação, agravada com a proibição pelos Serviços Florestais de pastoreio dos rebanhos e ausência de investimento

8 Por ação da Junta de Colonização Interna (JCI), foi promovida a valorização dos espaços incultos para a expansão da atividade florestal, e foi elaborado um amplo levantamento das áreas baldias, ao nível do país. Decorridos seis anos, a JCI deu conta, ainda neste desígnio, que não foram recebidas respostas de 46 câmaras municipais e de 724 juntas de freguesia do continente e das Ilhas e que das informações enviadas se apurou a existência de 347 252 ha de baldios no continente e 57 000 ha nas Ilhas, áreas que poderiam não estar em consonância com a realidade, devido ao inventário realizado não ter sido exaustivo e rigoroso (Estevão, 1983; Gralheiro, 1990). De entre a legislação saída entre 1932 e 1938, refira-se o Decreto de 28 de fevereiro de 1932, Decreto de 8 de dezembro de 1932, Decreto de 1 de abril de 1933, Decreto-Lei de 13 de janeiro de 1934, Decreto-Lei de 25 de janeiro de 1934, Decreto-Lei de 26 de janeiro de 1934, Decreto 27.207 de 16 de novembro de 1936, Decreto-Lei de 3 de abril de 1937, e a Lei nº1971 de 15 de junho de 1938, que confere as bases jurídicas para a entrega dos baldios aos serviços florestais (Estevão, 1983).

9 Com a criação do código administrativo, em 1936, os baldios continuam a dividir-se em municipais e paroquiais e, simultaneamente, quanto à sua utilidade social e aptidão cultural, são classificados em indispensáveis ou dispensáveis ao logradouro comum, sendo estes últimos subdivididos em próprios ou impróprios para a cultura e, ainda, um último grupo, os arborizados, destinados à arborização. Os baldios considerados indispensáveis ao logradouro comum continuariam a seguir o mesmo destino. Contudo, nesta classificação, competia à JCI determinar quais as áreas que se consideravam dispensáveis ao logradouro comum.

para absorver a mão-de-obra excedentária, obrigou aos fluxos emigratórios dos anos 50 e 60 e o conseqüente despovoamento do interior do país.

Entre 1960 e 1970, a população agrícola portuguesa diminuiu cerca de um terço devido a fatores exógenos relacionados com a procura de mão-de-obra no mercado internacional, e a desequilíbrios socioeconómicos e regionais na sociedade portuguesa, a qual apresentava condicionalismos internos, tais como a falta de emprego e falta de satisfação das necessidades básicas (Cardoso, 2010:107).¹⁰

A aplicação do *Plano de Povoamento Florestal* (1938-1968) teve repercussões na economia e vida dos povos serranos e fez alterar algumas das suas tradições seculares e hábitos comunitários, nomeadamente no pastoreio (redução do gado) e na modificação das práticas culturais, contribuindo para a redução económica de sustento das comunidades rurais.¹¹ Com efeito, se o sistema agrário baseado na pastorícia ainda predominou na agricultura antes do período de florestação dos baldios (1938-1945), é precisamente após essa gigantesca intervenção que o seu peso diminuiu na atividade e no rendimento familiar. Segundo Devy-Vareta (2003: 451), entre 1940 a 1960, ao regime florestal foram submetidos 360 mil ha de baldios, além dos trabalhos de preparação de mais 300 mil ha. A preocupação de não deixar nenhuma superfície de terra sem utilidade, aliada à política de combater as crises das subsistências (Estevão, 1983), ocorria no quadro de uma política autoritária do *Estado Novo*, que submetia os baldios e a sua usufruição comunitária ao regime florestal, apresentando-se com contornos de apropriação ilegal por parte do Estado.

Com o propósito de reforçar os instrumentos legais de repressão contra os povos, o *Estado Novo* criou um novo *Regulamento do Serviço de Polícia Florestal* (D.L. 39.931, de 24 de novembro de 1954). Com este decreto avocou-se competência de polícia florestal a todos os funcionários florestais, com direito a uso e porte de arma, fornecida pelo Estado. Estes funcionários não podiam ser demandados criminalmente sem autorização prévia do governo, isto mesmo depois de cessarem as suas funções. Os seus autos de notícia faziam *fé em juízo até plena prova em contrário*, caso não pudessem prender em flagrante delito os infratores.

10 O século XX teve a maior "sangria de emigrantes": entre 1964 e 1974, saíram cerca de 131 mil para a Alemanha, 423 mil para França entre 1955 e 1974, o que, somados a mais de 450 mil clandestinos, resulta cerca de um milhão de emigrantes, ou seja, 10% da população total e 25% da população ativa (Boletim Anual de Emigração, 1973; Cepeda, 1988: 117; Silva, 1998: 281-282). Relativamente à procedência geográfica dos movimentos migratórios e à origem social dos emigrantes, entre 1986 e 1989 teriam emigrado para o Brasil cerca de 310 mil portugueses, dos quais mais de um terço era proveniente do Minho (Goldey cit. in Silva, 1998: 281) e, na maioria dos casos, eram lavradores (Feijó cit. in Silva 1998:281). Importa ainda referir que o destino das migrações portuguesas alterou-se desde os anos cinquenta do século XX. Enquanto nesta década cerca de 82% dos emigrantes portugueses tinha como destino a América do Sul, sobretudo o Brasil, sendo residual para os países da Europa, já na década de 60 17,4% emigram para a América do Sul, 18,2% para EUA e Canadá e 61,8% para a Europa, dos quais mais de metade apenas para França (Godinho, cit. in Silva 1998: 281).

11 A Lei do Povoamento Florestal (Lei nº 1971, de 15.06.1938) determina as modalidades genéricas da arborização em todos os perímetros florestais já constituídos antes de 1936. De acordo com o Programa Nacional para a Valorização dos Terrenos Comunitários, de 2011 (MADRP), 91% da totalidade dos territórios comunitários reconhecidos oficialmente em 1940 situava-se a norte do Tejo, dos quais 66% nos distritos de Viseu, Guarda, Vila Real, Bragança e Coimbra. As maiores extensões destes territórios situavam-se no distrito de Vila Real, seguido de Viseu e Viana do Castelo que, no seu conjunto, detinham uma área de baldio de 236 983 ha, ou seja, 58,1 % do total de baldios do País.

O *Estado Novo* queria arborizar os baldios para conseguir a matéria-prima para a indústria, corrigir os caudais dos rios e ribeiras, para a defesa das várzeas e dos portos, para aumentar as exportações, reduzir as importações e dar ocupação às populações rurais. Assim, desde a década de 30 e prosseguindo nos anos 40 e 50, os terrenos baldios, que sempre tinham sido utilizados em prol do bem comunitário e onde cada comunidade retirava parte vital do seu sustento, seriam “expropriados” e utilizados para arborizar.

A relação entre o Estado e as populações rurais não era pacífica. Os povos serranos contestavam de forma vigorosa a florestação dos baldios. Conforme consta no *Plano de Povoamento Florestal*, no relatório justificativo da lei 1971, de 15.06.1938 (Radich e Baptista, 2005; Bica, 2010), era de prever que as populações rurais do Norte resistissem à espoliação e ocupação dos baldios pelos Serviços Florestais. Foi justamente durante a década de 50 que o romancista Aquilino Ribeiro publicou o livro “Quando os Lobos Uivam” (Ribeiro, 1958), no qual o escritor, já estigmatizado pela ditadura do *Estado Novo*, viria a sofrer um mandato de captura e a apreensão de todos os exemplares editados. Aquilino Ribeiro é arrasador na forma como denuncia a prepotência e a arrogância do Estado, que ignorou todo o ciclo de transferência de recursos e energia que o baldio proporcionava. Com efeito, do baldio retirava-se o mato, que servia de cama para os animais estabulados, que em conjugação com os excrementos proporcionava o estrume para fertilização das terras, sendo este o fertilizante tradicional usado pela pequena agricultura camponesa. Em algumas regiões, e através do sistema de afolhamento após o arroteamento ou a prática da queimada, partes dos baldios serviam também para o cultivo de cereais, especialmente do centeio. O baldio proporcionava ainda a lenha e arbustos que alimentavam lareiras e fornos de pão, o carvão para o uso local e para o mercado inter-regional e, em alguns casos, a pedra para edifícios e marcações de terrenos, a madeira para construção de casas, currais, carros e outros apetrechamentos, a água para fontes, chafarizes e levadas para regar as culturas, entre outras.

Perante este cenário, a *arborização* dos baldios, abalando profundamente a economia aldeã, começou a erodir um antigo modo de vida - a pastorícia - e acentuou a emigração, um fenómeno que, nestas terras altas, fez surgir uma outra maneira de governar a vida (Baptista, 1975 e 2011; Silva, 1998; Cardoso, 2010). Contudo, o regime pastoril ainda persistia de acordo com o sistema de *vezeiras* até aos anos 80 e 90, que constitui uma forma de pastoreio racionalizada no aproveitamento dos recursos coletivos (Silva, 1998: 116).¹² Perante a ausência do desenvolvimento agroindustrial do país, até meados do século XX, a economia camponesa detinha ainda uma certa autonomia, e era no quadro da aldeia que tinham lugar as atividades agro-pastoris e artesanais, baseadas

¹² As pastagens comuns são aquelas que são usufruídas pelos moradores duma comunidade, não interessando a forma como o fazem, se individualmente conduzindo para lá o seu rebanho quando o entendem e da forma que lhes é mais vantajosa, se comunitariamente, isto é, integrando o seu rebanho num “rebanho comum” ou *vezeira*, vigiado ou pastoreado por um pastor recrutado à vez, entre todos os donos de gado (Estêvão, 1996). A nível local, o baldio tem desempenhado um papel fundamental na agricultura, nomeadamente na manutenção das espécies pecuárias, em particular bovinos, ovinos e caprinos.

numa enorme dedicação e entreadjuada dos membros familiares e vizinhos, o que Silva (1998: 121) denomina de *esquemas comunitários*. Mesmo assim, o abandono por parte dos assalariados e pequenos camponeses mais pobres nos anos 60 e 70 fez com que os que ficaram obtivessem melhores salários e a pressão sobre a terra decrescesse. Muitos dos terrenos deixados incultos foram depois florestados com o apoio do Estado.

4 I OS BALDIOS APÓS 25 DE ABRIL DE 1974

Com o 25 de abril de 1974 abre-se uma janela de esperança na gestão dos baldios, em que o Estado abandona a gestão totalitária que vinha sendo feita pelo *Estado Novo*. Desde logo, o Programa da Reforma Agrária incluía a restituição dos baldios aos seus utentes, sendo o prenúncio dessa mudança a publicação da primeira Lei do Baldios (Decreto-lei 39/76, de 19 de janeiro), que estabeleceu os mecanismos e modalidades de restituição dos baldios às comunidades locais - os compartes.¹³

Mesmo antes da publicação das primeiras leis em 1976, organizou-se um movimento de compartes, formado amiúde em comissões *ad hoc*, exigindo ao poder instituído a publicação de leis que garantissem a devolução dos terrenos, fazendo jus à posse, uso, fruição e administração dos baldios (Rodrigues, 2006). Segundo Gralheiro (1990), os Decretos-Lei nº 39/76 e nº 40/76, de 19 de Janeiro, são a resposta dada às populações, em virtude das suas reivindicações e lutas pelos terrenos comunitários.¹⁴ Logo após a publicação desta legislação, que os povos reconheciam como boa e justa, era visível a grande ansiedade dos povos serranos, constituindo-se pelo país cerca de 600 Assembleias de Compartes e elegendo-se outros tantos Conselhos Diretivos, basicamente no norte e centro do país.¹⁵ A maioria das Assembleias de Compartes optou pela modalidade prevista na alínea b) do artigo 9º do DL nº 39/76, isto é, “*em regime de Associação entre os Compartes e o Estado, através de um Conselho Diretivo composto por quatro compartes eleitos pela Assembleia e um representante do Ministério de Agricultura e Pesca*”.

A preferência por esta modalidade tem por base um conjunto de atribuições e responsabilidades que competiam ao Estado, no plano de gestão florestal, como apoio jurídico, técnico e financeiro às Assembleias de Compartes (Rodrigues, 1987). Todavia, este novo paradigma teve os dias contados, pois cedo se fizeram sentir os constrangimentos, nomeadamente a insuficiente democratização de algumas estruturas do aparelho do Estado e de muitas Administrações Florestais, que defraudaram as expectativas das populações

13 “Dizem-se baldios os terrenos comunitariamente usados e fruídos por moradores de determinada freguesia, ou freguesias, ou parte delas” (DL nº 39/76, art.1). É, precisamente através desta lei que os baldios deixaram de estar submetidos ao regime florestal, reivindicação que já vinha sendo feita desde a década 60 do século passado.

14 Estes Decretos-Lei, que foram preparados no tempo do V Governo Provisório, do General Vasco Gonçalves, só foram publicados na vigência do VI Governo Provisório, sob a Presidência do Almirante Pinheiro de Azevedo e o Jurista António Bica como Secretário de Estado da Reestruturação Agrária.

15 Estas Assembleias distribuíam-se da seguinte forma: 132 em Viana do Castelo, 193 em Vila Real, 70 em Viseu, 58 em Bragança, 26 em Braga, 10 no Porto, 27 em Aveiro, 75 em Coimbra, 2 na Guarda, 2 em Leiria, 2 em Castelo Branco e 1 em Lisboa (Rodrigues, 1987: 61).

serranas e, conseqüentemente, as Assembleias de Compartes, uma vez que o apoio esperado foi traduzido em entraves.¹⁶ Por outras palavras, pretendeu-se a todo o custo afastar a tentativa de formar novos Conselhos Diretivos e tentar, pelo desgaste e cansaço, levar à inatividade aqueles que já se tinham formado. Com o evoluir da vida social e política, vão-se manifestando grupos de interesse contra a gestão democrática dos baldios (os caciques, inúmeras autarquias locais, grandes empresas de celulose, o Banco Mundial), os quais, por diversos processos convergentes e utilizando argumentos de ineficácia, procuraram impedir a aplicação integral da Lei dos Baldios.

Pouco tempo depois, a Lei nº 79/77, de 25 de outubro, atribuiu novas competências de gestão às autarquias locais, através do art. 109º. Após o conhecimento desta deliberação da Assembleia da República, milhares de compartes revoltam-se e erguem-se mais uma vez para defender os baldios, sendo a referida lei revogada, a 29 de novembro de 1977, voltando a prevalecer a legislação de 1976 (Rodrigues, 1987; 2006).

Esta controvérsia perdurou no tempo e no espaço, quer através de movimentos associativos dos baldios, quer pelas Assembleias de Compartes e Conselhos Diretivos, que, de 1976 a 1993, tiveram uma vida conturbada e prejudicada pela contínua e perseverante tentativa de destruir esta forma de administração democrática. Persistiram os inimigos dos baldios em dois objetivos principais: *a abertura dos baldios ao comércio jurídico e a entrega da administração dos baldios às Autarquias Locais*. Contudo, suportados pela Lei 68/93, de 4 de setembro, a administração dos baldios continuou a ser realizada pelos povos, formando-se novas Assembleias de Compartes. Foi ainda em 1978, em Coimbra, num grande encontro de agricultores, que se funda a Confederação Nacional de Agricultores (CNA) que coloca, entre os seus objetivos prioritários, a defesa da Lei dos Baldios e a prestação de apoio aos Conselhos Diretivos. Com este propósito foi então criado, em 1979, um departamento de baldios (Rodrigues, 1987).

O período de 1993 a 2006 foi marcado por uma acalmia legislativa, se bem que as autarquias continuaram a tentar a apropriação de baldios, sempre em conflitualidade com muitas comunidades e a tentar diferentes formas de pressão junto do poder Central e da Assembleia da República, no sentido de alterar a Lei dos Baldios, reclamando direta ou indiretamente, o fim das Assembleias de Compartes (Rodrigues, 2006).

Atualmente é reconhecida a importância económica, social e ambiental dos espaços comunitários que, por sua vez, não se coadunam com a ausência de uma gestão ativa e com a falta de investimento nestes territórios, o que vai comprometendo o futuro das aldeias (Carvalho, 2011). A este propósito importa referir a entrevista dada pelo Secretário de Estado das Florestas em 2012, manifestando que a gestão dos baldios, onde o Estado é, em muitos casos, cogestor, deve reverter para as competências dos Municípios ou das Comunidades Intermunicipais, argumentando que “*O abandono rural foi muito negativo*.”

¹⁶ Por exemplo, intromissões abusivas na vida de muitas Assembleias de Compartes, a não homologação de eleições de muitos Conselhos Diretivos, o congelamento das contas bancárias e as contínuas exigências burocráticas.

Temos de reverter essa situação e a melhor forma é a prevenção. (...) A gestão das matas e baldios poderá ser à escala intermunicipal (jornal *Público*, 22 de outubro 2012).

Perante esta controvérsia, a recorrente tentativa das entidades governamentais em apropriar-se dos baldios ou delegar nos municípios a gestão dos baldios, tem suscitado vozes de protesto, nomeadamente por parte das entidades gestoras de assembleias de compartes e pelas organizações representantes (BALADI- Federação Nacional das Florestas e a ACEB - Associação para a Cooperação entre Baldios), no sentido de intervir e evitar que a gestão dos baldios passe para as competências dos Municípios ou das Comunidades Intermunicipais.

5 | O NOVO QUADRO LEGAL DOS BALDIOS AO SERVIÇO DAS ECONOMIAS LOCAIS

Pelos dados do Recenseamento Geral Agrícola de 2009 (INE, 2011), entre 1989 e 2009 a área dos baldios aumentou 79 338 ha. Em Portugal Continental, segundo Monteiro (2011), existem cerca de 1088 unidades de baldios, encontrando-se sob duas modalidades de administração: feita exclusivamente pelos compartes ou em regime de associações entre os compartes e o Estado, onde os compartes aparecem representados pelos Conselhos Diretivos ou pelas Juntas de Freguesia. Verifica-se que a representação dos compartes é maioritariamente feita pelos Conselhos Diretivos, sob a modalidade de administração em regime de associação entre os compartes e o Estado, existindo neste regime 600 unidades de baldios, 198 exclusivamente pelos compartes e representadas pelos Conselhos Diretivos, 244 em que o representante dos compartes é a Junta de Freguesia em regime de associação entre os Compartes e o Estado, e 46 pelos compartes, estes representados pela Junta de Freguesia.

Apesar de estes territórios se estenderem ao longo de Portugal, cuja área rondará os 500 mil ha, predominam sobretudo no norte e centro do País, numa relação de articulação com a pequena propriedade agrícola, com a agricultura familiar e de montanha (Oliveira, 2011; Carvalho, 2017). Nesse sentido é também de assinalar que, de uma forma solidária, estes territórios comunitários têm sido defendidos, não apenas a nível nacional, mas também por algumas iniciativas de cooperação entre organizações galegas de baldios e de outras regiões de Espanha e de outros países da Europa (Baptista, 2011).

Neste propósito, a Federação Nacional de Baldios (BALADI) promoveu o 1º Congresso Europeu das Áreas Comunitárias.¹⁷ Os principais objetivos deste congresso passavam por conhecer as realidades comunitárias dos diferentes países e regiões da Europa, assim como encontrar a melhor forma de defender, valorizar e desenvolver esta

¹⁷ Este Congresso reuniu em Vila Real, em Setembro de 2011, na UTAD, representantes de vários países e regiões da Europa, nomeadamente de Espanha, Escócia e Itália, países identificados com mais áreas comunitárias e públicas. Este evento conta como um marco histórico na defesa das áreas comunitárias na Europa. Foi a primeira grande iniciativa a reunir diversos atores, nomeadamente universidades, técnicos e especialistas nos diversos recursos naturais de diferentes países, ligados aos baldios.

forma ancestral de propriedade. As reflexões havidas, durante este encontro, clarificaram de forma inequívoca a extraordinária importância destas áreas comunitárias, para além da sua riqueza sociológica e económica, o seu interesse biocultural, o seu significado político-jurídico, e o seu impacto positivo no desenvolvimento dos povos, dos países e das regiões. Pode-se mesmo concluir que, sem as áreas comunitárias, a Europa seria, hoje, um continente bem mais pobre.

Mais recentemente, foi publicada a Lei 75/2017, de 17 de agosto (Regime aplicável aos baldios e aos demais meios de produção comunitários), medida política relevante na recuperação do direito à propriedade comunitária, que possibilita aos compartes dissolver o regime de administração dos baldios com entidades públicas (por exemplo com Autarquias Locais).¹⁸ Ou seja, a partir deste novo quadro legislativo, e considerando um tempo de transição, é possível reverter situações de co-gestão entre compartes e o Estado para o regime de gestão exclusivo dos compartes ou Conselhos Diretivos, mas o término da co-gestão nunca deverá ir além do ano 2026 (cf. artigo 46º).

Entretanto, realizou-se na UTAD, em Vila Real, no dia 2 de julho de 2017, a VI Conferência Nacional dos Baldios, organizada pela BALADI - Federação Nacional dos Baldios, em que se reconheceu que a lei acima referida é de novo uma etapa histórica importante nas lutas contra as tentativas de usurpação da propriedade comunitária pelo Estado e por privados, conforme referido por vários representantes das organizações presentes na referida conferência.

A referida lei consagra a integração dos meios de produção comunitários e permite pensar a gestão dos baldios num quadro mais democrático e autónomo dos compartes, em que se define claramente, entre outros, conceitos como “baldios”, “comparte”, “grupo de baldios”, “meios de produção comunitários” e “universo de compartes” (cf. Artigo 2º). Pelo seu artigo 7º fica evidente o conceito de comparte, onde se aplica o critério de “ (...) residência na área onde se situam os imóveis, no respeito pelos usos e costumes reconhecidos pelas comunidades locais...”, pelo que desaparece uma certa ambiguidade em comparação com a lei anterior (Lei nº 68/93, de 4 de setembro, alterada pelas Leis nº 89/97 e 72/2014), pela qual fazia equivaler o comparte à condição de eleitor. Outro aspeto relevante é o de potenciar o desenvolvimento local sustentado, na forma de cooperativismo, como forma de dinamização económica dos recursos provenientes dos terrenos baldios (pedreiras, águas, eólicas, pesca, caça, madeiras, plantas, mel, entre outros) enquanto propriedade comunitária e em prol da economia local e solidária¹⁹.

Nesta nova lei, o Estado deixa de usufruir das receitas provenientes do aproveitamento dos baldios (cf. Artigo 50º). Esta é uma nova oportunidade para as cerca de

¹⁸ Esta nova lei resulta da conjuntura política atual na AR e do entendimento entre PS, PCP, BE e Partido Ecologista - os Verdes, com os votos contra do PSD e CDS-PP e a abstenção do PAN; vem revogar a Lei 68/93 de 4 de setembro, que possibilitava o *comércio jurídico e a entrega da administração dos baldios às Autarquias Locais*.

¹⁹ Além disso, estes territórios desempenham um papel relevante na geração de recursos hídricos e na proteção e segurança das populações no que concerne à erosão e deslocamento de terras, além de outras funções como a produção de oxigénio e redução de dióxido de carbono.

1000 unidades de baldios, que se deseja que sejam apoiadas por mais capacitação técnica competente e que assumam uma maior responsabilidade e aceitabilidade, nomeadamente na componente das políticas públicas, incluindo o financiamento no quadro dos fundos dos próximos Programas de Desenvolvimento Rural.

Finalmente, considera-se haver agora uma excelente oportunidade para desenvolver formas democráticas e de participação das populações em prol de uma economia local mais solidária (Carvalho, 2017; Miranda, 2016) refazendo, à volta do baldio, “a identidade comunitária e o *laço local* dos compartes ao terreno de `todos´ (Baptista, *cit. in* Carvalho, 2017: viii), não no sentido de complemento de economias individuais, mas antes fazendo parte de uma economia local em benefício coletivo.

6 | CONCLUSÃO

Sendo considerados territórios vitais pelas populações rurais e servindo de complemento às economias locais e aos sistemas agrários praticados na estrutura agrária minifundiária, os baldios foram objeto de cobiça pelos vários atores socioeconómicos e políticos ao longo dos tempos, incluindo vários governos do pós-25 de Abril. Atualmente, não se confinam apenas à agricultura, mas prestam também outros serviços à economia solidária local.

Os baldios e terras comunais, presentes em diversos modos de produção, desde o feudalismo até ao capitalista, têm sido objeto de disputa política secular durante a vigência dos vários regimes políticos (monárquico, republicano e democrático), com as suas diferenciadas e, por vezes, sofisticadas abordagens. Por outro lado, as populações dessas mesmas terras comunitárias têm sabido resistir às inúmeras tentativas de interferência gestonária e até, em alguns casos, de usurpação dos referidos recursos comuns, por parte de grupos de interesse, coadjuvados, ou não, pelas autoridades governamentais. Nesta perspetiva, os protagonistas mais antigos, designadamente os monarcas, fidalgos, mestres, comendadores e prelados – considerados os velhos “inimigos” dos baldios pelos seus representantes associativos – foram substituídos, já nos séculos XVIII e XIX, pelos liberais que autorizaram a alienação e passaram a jurisdição dos baldios para as Câmaras Municipais. Esta ofensiva, todavia, não teve lugar apenas durante a monarquia, passando também pelo regime republicano. Se a I República não resolveu o problema, este foi agudizado durante o autoritário *Estado Novo*, cujo impacto se fez sentir sobre as populações campesinas e serranas, através da criação de Serviços Florestais repressivos e pela implementação do Plano de Povoamento Florestal, com o objetivo de arborizar as terras comunitárias.

Através da resenha histórica sobre os baldios efetuada, reconhecemos que estes territórios sofreram grandes transformações na sua estrutura, jurisdição, gestão, posse e uso. As áreas baldias revelaram-se importantes na vida das populações, principalmente daquelas que, estando ligados à pequena agricultura, dependiam quase exclusivamente dos baldios para sobreviver. Porém, as funções dos baldios foram-se alterando ao longo

das últimas décadas, passando de áreas de pasto, mato e lenha, para áreas florestadas por intervenção do Estado. Essa florestação teve grandes repercussões na vida dos povos, principalmente das populações que habitavam as zonas da montanha e que viram alteradas as atividades aí praticadas, desde tempos ditos imemoriais, especialmente as agro-pastoris.

Juntaram-se a este outros grandes marcos históricos, sociais e políticos na demanda dos baldios, nomeadamente o que ocorreu após o 25 de Abril de 1974, pelo qual se reconheceu a propriedade comunitária dessas áreas. O Decreto-Lei nº 39/76 e a recente Lei dos Baldios, Lei nº 75/2017, fazem parte da história mais recente e têm como pressuposto a devolução destes terrenos comunitários aos povos, fazendo jus à posse, uso, fruição e administração dos baldios. Constituíram-se por todo o país as Assembleias de Compartes e elegeram-se os Conselhos Diretivos. Contudo, a impreparação cívica, a falta de competências e o êxodo rural provocaram a fraca adesão das populações aos atos de constituição e funcionamento das Assembleias de Compartes. Em conformidade com a lei, o suprimento dessas dificuldades foi conseguido, na maioria dos casos, por delegação de funções nas Juntas de Freguesia.

Os baldios, fazendo parte da área florestal, estão hoje no centro dos grandes desafios (combate aos riscos, combate e mitigação das alterações climáticas, problemas ambientais, etc.) aos quais as sociedades e os estados querem dar resposta. Por isso, nas soluções que vierem a ser encontradas, no que à gestão, fruição e posse dos baldios concerne, será sempre fundamental incluir as populações e atender aos seus anseios e à dotação dos meios necessários, com uma preocupação atualizada: a de fazer desenvolver formas democráticas e de participação das populações, em prol de uma economia local e solidária.

REFERÊNCIAS

Abel, Marília (1988). Os Baldios Portugueses em Período de Transição (1820-1910). *Revista de História*, vol. 8:339-344.

Baptista, Fernando O. (1975). *Portugal 1975 - Os campos*. Porto: Afrontamento.

Baptista, Fernando O. (1993). *A Política Agrária do Estado Novo*. Porto: Afrontamento.

Baptista, Fernando O. (2010). *O Espaço Rural - Declínio da Agricultura*. Lisboa: Celta.

Baptista, Fernando O. (2011). Comunicação ao Congresso. *Atas, 1ª Congresso Europeu das Áreas Comunitárias*, 23 e 24 de setembro, Vila Real: Federação das Associações Agroflorestais Transmontanas.

Bica, António (2003). O Regime Jurídico dos Baldios. *Revista Voz da Terra*.

Bica, António (2006). 30 anos de Gestão Democrática dos Baldios, Obra de Abril com Futuro. *Atas 5ª Conferência dos Baldios*. Viseu, 23 de abril, Porto: Edição Confederação Nacional de

Agricultura.

Bica, António (2010). *Baldios Quadro Histórico e Legal*. Viseu: Empresa Jornalística da Gazeta da Beira Revista.

Cardoso, António (2010). Migrações e trajetos de vida (1960-1990): um estudo de caso. *Estudos Regionais*, II Série, nº 4: 107-130.

Cardoso, António (2012). *Território e Desenvolvimento. Populações no concelho de Barcelos (1960-2011)*. V.N. Famalicão: Húmus; Braga: CICS/Universidade do Minho.

Cardoso, António; Silva, Manuel C. (2011). Entre o velho patrocínio e o clientelismo político-partidário: o caso de uma aldeia minhota no concelho de Barcelos (Portugal). *SOCIOLOGIA ON LINE*, nº 2, APS.

Carmo, Renato (2009). A Construção Sociológica do Espaço Rural. Da Oposição à Apropriação. *Sociologias*, Porto Alegre, ano 11, nº 21:252- 280.

Carvalho, Armando (2011). Comunicação ao Congresso. *Atas, 1º Congresso Europeu das Áreas Comunitárias*, 23 e 24 de setembro, Vila Real: Federação das Associações Agroflorestais Transmontanas.

Carvalho, Armando (2017). Baldio: Do Regime Florestal e Co-gestão à Economia Local e Solidária. Vila Real: Federação Nacional dos Baldios.

Cepeda, Francisco (1988). Emigração, regresso e desenvolvimento no nordeste interior português. Vila Real: UTAD.

Devy-Vareta, Nicole (1993). *A floresta no espaço e no tempo em Portugal. A arborização da Serra da Cabreira (1919-1975)*. Dissertação de Doutoramento em Geografia Humana, Faculdade de Letras, Universidade do Porto.

Devy-Vareta, Nicole (2003). O Regime Florestal em Portugal através do século XX (1903-2003). *Geografia*, Série I, 19: 447-455.

Durkheim, E. (2002). *As formas elementares da vida religiosa*. Oeiras: Celta.

Estêvão, João A. (1983). A floresta dos baldios. *Análise Social*, Vol. XIX, 77/78/79: 1157-1260.

Estêvão, João A. (1996). O Caso das Confrarias do Subsino. *Revista de Guimarães*, nº106: 95-158.

Filipe, José A., Coelho, Manuel F., Ferreira, Manuel A. (2007). *O Drama dos Recursos Comuns. À procura de soluções para os ecossistemas em perigo*. Lisboa: Edições Sílabo.

Gomes, Paulo F. (2009). *Posse, Gestão e Uso de Recursos em Regime de Propriedade Comum – Os Baldios do Norte de Portugal*, Tese de Doutoramento. ISA/UTL.

Gralheiro, Jaime (1990). *Comentário à (s) Lei (s) dos Baldios*. Coimbra: Almedina.

Hardin, Garrett (1968). The Tragedy of the Commons. *Science*, vol. 162 (3859): 1243-1248.

INE (2011), *Recenseamento Geral Agrícola*, 2009. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.

Lei das Sesmarias: *Livro 2, Tit. 15; Livro 2, Tit. 16; Livro 2, Tit. 17*. Consultado em 13.03.2018, disponível em: <http://www1.ci.uc.pt/ihti/proj/filipinas/l2p434.htm>.

Lopes, Ana M. (2011). *Transformações na Paisagem Rural do Norte de Portugal*. Dissertação de Mestrado em Arquitetura Paisagista, ISA/UTL.

Lopes, José (2007). Gestão dos Terrenos Comunitários do Noroeste da Península Ibérica: Muito Estado e Pouca Participação. *Atas III Congresso de Estudos Rurais*. Faro: UA.

MADRP (2011). Programa Nacional para a Valorização dos Territórios Comunitários. Comissão Nacional para a Valorização dos Territórios Comunitários, MADRP.

Mauss, Marcel [1993 (1924)]. Essai sur le don. Forme et raison de l'échange dans les sociétés archaïques. In M. Mauss, *Sociologie et Anthropologie*: 143-279. Paris: Quadrige, Press Universitaires de France.

Ministério dos Negócios Estrangeiros (1973). *Boletim Anual de Emigração*. Lisboa: Secretaria de Estado das Comunidades Portuguesas.

Miranda, J. Arménio (2016). *Marão, Minha Serra. Ansiões e o seu Baldio ao Longo do Tempo*. Amarante: Câmara Municipal de Amarante.

Monteiro, Loreto (2011). Comunicação ao Congresso. In *Atas, 1ª Congresso Europeu das Áreas Comunitárias*, 23 e 24 de setembro, Vila Real: Federação das Associações Agroflorestais Transmontanas.

Nova Enciclopédia Larousse (1994). Vol. 22, Lisboa: Círculo de Leitores.

O'Neill, Brian J. (1984). *Proprietários, Lavradores e Jornaleiros*. Lisboa: Imprensa Nacional.

Oliveira, Isménio (2011). Comunicação ao Congresso. *Atas, 1ª Congresso Europeu das Áreas Comunitárias*, 23 e 24 de setembro, Vila Real: Federação das Associações Agroflorestais Transmontanas.

Ordenações Afonsinas (s/d), *Livro 2: Tit. 17; Livro 4, Tit. 43*. Consultado em 13/03/2018, disponível em: <http://www1.ci.uc.pt/ihti/proj/filipinas/l2p434.htm>.

Ostrom, Elinor (1990). *Governing the Commons: the evolution of institutions for collective action*. Cambridge: Indiana University, University Press.

Ostrom, Elinor (2005). *Understanding Institutional Diversity*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

Portela, José (1986). *Trabalho cooperativo em duas aldeias de Trás-os-Montes*. Porto: Afrontamento.

Radich, Maria C. e Baptista, Fernando O. (2005). Floresta e Sociedade – Um Percurso (1875 - 2005). *Silva Lusitana*, 13 (2):143-157. Lisboa: EF.

Redfield, R. [1961(1956)]. *Peasant Society and Culture*. Chicago: University of Chicago Press.

Ribeiro, Aquilino (1958). *Quando os Lobos Uivam*. Lisboa: Bertrand.

Rodrigues, Manuel (1987). *Os Baldios*. Lisboa: Editorial Caminho.

Rodrigues, Manuel (2006). 30 anos de Gestão Democrática dos Baldios. Obra de Abril com Futuro. *Atas da 5ª Conferência dos Baldios*. Viseu, 23 de abril, Porto: Edição Confederação Nacional de Agricultura.

Silva, Manuel Carlos (1987). Camponeses nortenhos: 'conservadorismo' ou estratégias de sobrevivência, mobilidade e resistência. *Análise Social*, 97: 407-445.

Silva, Manuel Carlos (1990). Comunitarismo: identidade e diferenciação: o caso de uma aldeia do Alto Minho. *Cadernos Noroeste*, vol. 3 (1 e 2): 205-234.

Silva, Manuel Carlos (1998). *Resistir e Adaptar-se. Constrangimentos e Estratégias Camponesas no Noroeste de Portugal*. Porto: Edições Afrontamento.

Silva, Manuel Carlos (2014). *Socio-Antropologia Rural e Urbana. Fragmentos da sociedade portuguesa (1960-2010)*. Porto: Afrontamento.

Silva, Manuel Carlos e Cardoso, António (2009). O Rural-Urbano na Região Minhota. (Des) continuidades, assimetrias e dependências. *Minho: Traços de Identidade*. Braga: Universidade do Minho.

Simões, Sara e Cristóvão, Artur (2012). Baldios no Norte de Portugal: o papel da propriedade comunitária no desenvolvimento local. *Atas, VII Congresso Português de Sociologia*. (APS), 19 a 22 de Junho, Faculdade de Letras/Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação – Universidade do Porto.

Tonnies, Ferdinand [1979 (1887)]. *Comunidad y Asociación*. Barcelona: Península.

Weber, Max (1978). *Economy and Society*. California: University of California Press.

MONITORAMENTO DA ACLIMATAÇÃO DE DUAS ESPÉCIES FLORESTAIS AO AMBIENTE DE PLENO SOL UTILIZANDO A TÉCNICA DE FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA A

Data de aceite: 01/10/2021

Ana Clara de Castro Ferreira

Erika Freire de Sousa

Rhadassa Vitoria Santos Castro

Valeska Farias Caxias

Victor Alexandre Hardt Ferreira dos Santos

RESUMO: O processo de aclimação de espécies florestais é fundamental para o sucesso do estabelecimento das mudas no campo. Diante disso, o presente estudo determinou o tempo de aclimação ao sol de duas espécies florestais utilizando como critério o comportamento da eficiência na utilização da luz. Foram investigadas duas espécies florestais, *Cedrela odorata* e *Tabebuia rosea*, em dois experimentos separados, em novembro de 2014. Durante 29 dias foi mensurada a eficiência quântica máxima do fotossistema 2 (Fv/Fm) em mudas expostas ao pleno sol (tratamento) e mantidas sob sombra (controle). Os experimentos foram realizados inteiramente ao acaso com 10 repetições, sendo que uma muda representou uma unidade amostral. O estudo concluiu que o tempo de aclimação ao sol das espécies *Cedrela odorata* e *Tabebuia rosea* diferem no que se refere à eficiência de captura e utilização de luz solar. O Cedro necessita de, pelo menos, 25 a 30 dias de rustificação em pleno sol, enquanto, o Ipê

precisa de 15 a 20 dias. Outros estudos devem avançar o conhecimento sobre a relação do tempo de aclimação definido pela técnica de fluorescência da clorofila *a* e o desempenho das mudas em campo.

PALAVRAS - CHAVE: Rustificação, Cedro, Ipê, Mudas, Fluorescência da clorofila A.

ABSTRACT: The process of acclimatization of forest species is essential for the successful establishment of seedlings in the field. Therefore, the present study determined the time of acclimatization to the sun of two forest species using as a criterion the behavior of efficiency in the use of light. Two forest species, *Cedrela odorata* and *Tabebuia rosea*, were investigated in two separate experiments in November 2014. During 29 days, the maximum quantum efficiency of photosystem 2 (Fv/Fm) was measured in seedlings exposed to full sun (treatment) and maintained under shade (control). The experiments were carried out entirely at random with 10 repetitions, with a seedling representing a sample unit. The study concluded that the time of acclimation to the sun of the species *Cedrela odorata* and *Tabebuia rosea* differ with regard to the efficiency of capture and use of sunlight. Cedar requires at least 25 to 30 days of hardening in full sun, while Ipê needs 15 to 20 days. Other studies should advance the knowledge about the relationship between the acclimatization time defined by the chlorophyll a fluorescence technique and the performance of seedlings in the field.

KEYWORDS: Rustification, Cedar, Ipe, Seedlings, Chlorophyll A fluorescence.

INTRODUÇÃO

Para o estabelecimento de plantios florestais de sucesso é indispensável a produção de árvores de qualidade e para tal resultado, faz-se necessário o emprego de técnicas silviculturais adequadas e eficazes para o melhor desenvolvimento e adaptação das mudas no campo.

De acordo com Oliveira (2013), a busca por mudas para plantios comerciais e recuperação de áreas degradadas promoveram pesquisas visando a redução dos custos das etapas de produção, assim como, originou mudas mais resistentes e conseqüentemente com melhor desempenho no campo.

O processo de aclimação pode ser entendido como um preparatório fisiológico para a muda, visando desenvolver na mesma a resiliência contra estresses mecânicos e ambientais, que são passíveis de ocorrerem durante a fase de plantio. Esta etapa de produção implementada nos viveiros busca aumentar os índices de sobrevivência das mudas no campo e pode ser caracterizada por promover a redistribuição de energia da parte aérea para o sistema radicular (ORO *et. al.*, 2012).

Estudos sobre a autoecologia das espécies são primordiais para uma exploração florestal racional, tendo em vista que a capacidade de adaptação das espécies a diferentes níveis de irradiância está intimamente relacionadas a sua capacidade fotossintética, bem como a melhores técnicas para a produção de mudas de determinada espécie (ALMEIDA *et. al.*, 2004).

Ademais, o uso da fluorescência da clorofila *a* como uma técnica de medição da captura e utilização da energia solar permiti identificar o estresse e a recuperação desenvolvida pela planta. Diante disso, o presente estudo determinou o tempo de aclimação ao sol de duas espécies florestais utilizando como critério o comportamento da eficiência na utilização da luz.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado no viveiro da Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM). Foram investigadas duas espécies florestais, *Cedrela odorata* e *Tabebuia rosea*, em dois experimentos separados, em novembro de 2014. Durante 29 dias foi mensurada a eficiência quântica máxima do fotossistema 2 (F_v/F_m) em mudas expostas ao pleno sol (tratamento) e mantidas sob sombra (controle). Os experimentos foram realizados inteiramente ao acaso com 10 repetições, sendo que uma muda representou uma unidade amostral.

RESULTADOS

Para a espécie *Cedrela odorata*, foi observada uma acentuada queda em Fv/Fm 5 dias após a exposição ao pleno sol. A espécie iniciou o estudo com valor médio de 0,82 e caiu para 0,56, indicando um elevado nível de estresse que começou a ser superado após 15 dias, chegando ao final do processo - 29 dias - com média de 0,74 e equivalente às mudas mantidas na sombra. Para a espécie *Tabebuia rosea*, foi observada uma leve diminuição de Fv/Fm, apresentando no início do experimento valor médio de 0,84 e diminuindo para 0,69 no quinto dia de exposição ao pleno sol. A recuperação ocorreu 10 dias após a exposição, atingindo valores de médios de 0,80.

CONCLUSÃO

O tempo de aclimação ao sol das espécies *Cedrela odorata* e *Tabebuia rosea* diferem no que se refere à eficiência de captura e utilização de luz solar. O Cedro necessita de, pelo menos, 25 a 30 dias de rustificação em pleno sol, enquanto, o Ipê precisa de 15 a 20 dias. Outros estudos devem avançar o conhecimento sobre a relação do tempo de aclimação definido pela técnica de fluorescência da clorofila *a* e o desempenho das mudas em campo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Luciano Pessoa de *et al.* Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n.1, p. 83-88, jan-fev, 2004.

OLIVEIRA, Edinete Ferreira de. **Influência de diferente níveis de sombreamento e aclimação no estabelecimento pós plantio de mudas de Tenta Vermelho (*Adenantha pavonina* L.) em áreas alteradas.** 2013. 64 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais, na área de concentração em Silvicultura de Florestas Tropicais) – Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013.

ORO, Priscilla *et al.* Aplicação de regulador vegetal na aclimação de mudas de *Cariniana estrellensis*. **Cultivando o saber**, Cascavel, v. 5, n. 4, p. 103-112, 2012.

CAPÍTULO 6

MORFOMETRIA DE UMA MICROBACIA DO RIO ALAMBARI: IMPLICAÇÕES PARA O MANEJO E A CONSERVAÇÃO AMBIENTAL

Data de aceite: 01/10/2021

Data de submissão: 12/07/2021

Diego Cerveira de Souza

Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Botucatu – SP
<http://lattes.cnpq.br/5896182730366053>

RESUMO: As características morfométricas das microbacias hidrográficas exercem importante papel nos ciclos hidrológicos, sendo o seu conhecimento importante em estudos ambientais visando ao planejamento do uso do solo e à conservação do meio ambiente. O presente trabalho objetivou analisar a morfometria de uma das microbacias do rio Alambari, localizada no município de Botucatu/SP, e a partir desta análise obter um diagnóstico físico e ambiental da área da respectiva microbacia. Para tanto, foram calculadas as principais variáveis morfométricas, referentes à rede de drenagem e ao relevo, com a utilização de um sistema de informação geográfica. Os resultados obtidos mostraram que a microbacia estudada possui baixa suscetibilidade de degradação devido à baixa densidade de drenagem e índice de sinuosidade. Porém, cuidados de uso e manejo dos solos ainda devem ser tomados para evitar a degradação da qualidade ambiental da microbacia, haja vista a sua acentuada declividade e o seu valor elevado de razão de relevo. Estes resultados

são de grande valia para auxiliar na adoção de medidas manejo e conservação ambiental para o adequado planejamento territorial da microbacia.

PALAVRAS - CHAVE: análise morfométrica; manejo de bacias hidrográficas; conservação ambiental; uso e manejo do solo.

MORPHOMETRY OF A MICROBASIN OF THE ALAMBARI RIVER: IMPLICATIONS FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AND CONSERVATION

ABSTRACT: The morphometric characteristics of hydrographic microbasins play an important role in hydrological cycles, and their knowledge is important in environmental studies aimed at planning land use and environmental conservation. This study aimed to analyze the morphometry of one of the microbasins of the Alambari River, located in the municipality of Botucatu/SP, and from this analysis to obtain a physical and environmental diagnosis of the area of the respective microbasin. Therefore, the main morphometric variables were calculated, referring to the drainage network and the relief, using a geographic information system. The results obtained showed that the studied microbasin has low susceptibility to degradation due to the low drainage density and sinuosity index. However, care in the use and management of soils must still be taken to avoid the degradation of the environmental quality of the microbasin, given its steep slope and its high relief ratio value. These results are of great value to assist in the adoption of management and environmental conservation measures for the adequate territorial planning of

the microbasin.

KEYWORDS: morphometric analysis; watershed management; environmental conservation; land use and management.

1 | INTRODUÇÃO

A degradação ambiental é um problema que vem se agravando ao longo do tempo, promovendo um reordenamento do sistema de produção e da apropriação do espaço pelas forças produtivas (CUNHA; GUERRA, 1996). Essa apropriação, especialmente para fins agropecuários, é realizada, na maioria das vezes, sem práticas de manejo e conservação ambiental adequadas, gerando uma situação de conflito entre a sociedade e a natureza, pautada fundamentalmente nos princípios econômicos vigentes (CASSETI, 1991).

No estudo da degradação ambiental é necessário conhecer as relações entre os elementos que constituem o meio natural, bem como entender os processos, fenômenos e comportamentos do meio físico relacionados com as diferentes formas de interferência das ações humanas (PONS; PEJON, 2008). O conhecimento pormenorizado da degradação ambiental permite sugerir, com antecipação, obras de proteção que possam reduzir os impactos negativos a que estão submetidos os aglomerados humanos, assim como medidas emergenciais e ações corretivas para o enfrentamento da situação na eventual ocorrência de desastres naturais. (CARVALHO *et al.*, 2009).

As bacias hidrográficas são as unidades de planejamento mais adequadas para avaliação dos impactos causados pela atividade antrópica ao meio ambiente, os quais podem acarretar riscos ao equilíbrio e à manutenção da quantidade e qualidade da água, uma vez que estas variáveis estão diretamente correlacionadas com o uso do solo (BARUQUI; FERNANDES, 1985). A utilização da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gerenciamento ambiental não é recente, mas estas abordagens utilizando a bacia hidrográfica como unidade de estudo têm evoluído bastante, uma vez que as bacias apresentam características biogeofísicas que denominam sistemas ecológicos e hidrológicos relativamente coesos (PIRES *et al.*, 2002).

A caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados em análises hidrológicas ou ambientais, e tem como objetivo elucidar as várias questões relacionadas ao entendimento da dinâmica ambiental local e regional (TEODORO *et al.*, 2007). Ela é utilizada em programas de monitoramento, relatórios sobre as condições ambientais e programas de avaliação de impacto ambiental (PISSARRA *et al.*, 2010). A análise morfométrica descreve parâmetros morfológicos e seus processos, no intuito de diagnosticar mudanças, com ou sem interferência das atividades humanas.

As características morfométricas de uma bacia constituem elementos de grande importância para avaliação de seu comportamento hidrológico, pois, ao se estabelecerem

relações e comparações entre eles e dados hidrológicos conhecidos, podem-se determinar indiretamente os valores hidrológicos em locais nos quais faltem dados (VILLELA; MATTOS, 1975). Estas características exercem importante papel nos processos do ciclo hidrológico influenciando, dentre outros, a infiltração, a quantidade de água produzida como deflúvio, a evapotranspiração e o escoamento superficial e subsuperficial (TONELLO et al., 2006). Trata-se de medidas que auxiliam na análise de fenômenos essenciais para a compreensão das mudanças ambientais antrópicas.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo realizar a análise morfométrica de uma das microbacias do rio Alambari, localizada no município de Botucatu/SP, e a partir desta análise obter um diagnóstico físico e ambiental (grau de conservação) da área da microbacia em questão.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

Foi estudada uma das microbacias do rio Alambari (Figura 1), tributário do rio Tietê, situada no município de Botucatu/SP. As coordenadas geográficas são 22° 44' 42" a 22° 48' 12" S de latitude e 48° 23' 04" a 48° 25' 54" O de longitude. A precipitação média anual é de 1.300 mm, distribuída principalmente entre os meses de outubro a março. O clima predominante do município, classificado segundo o sistema Köppen é do tipo Cwa – clima subtropical úmido com invernos secos e verões quentes – em que a temperatura do mês mais frio é inferior a 18°C e do mês mais quente ultrapassa os 22°C.

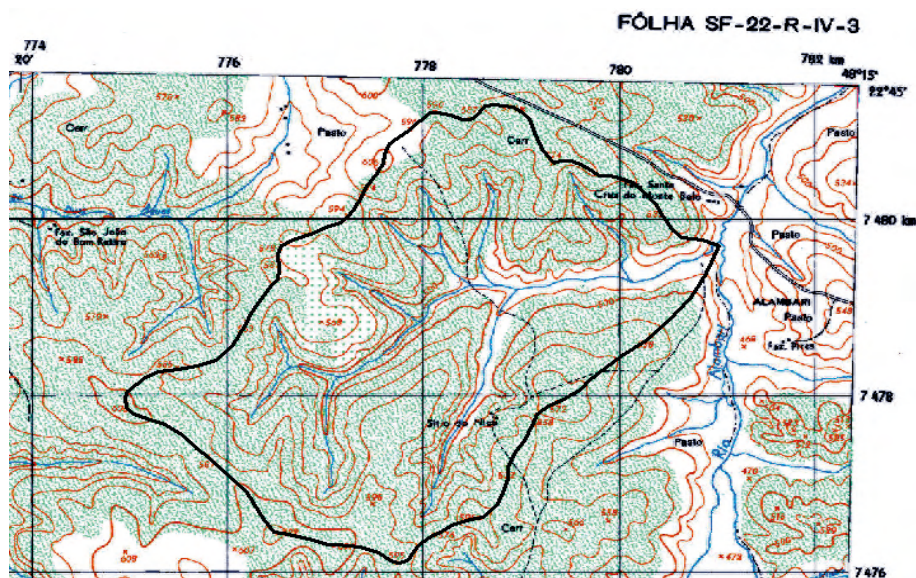


Figura 1. Delimitação da microbacia do rio Alambari estudada.

2.2 Coleta e análise dos dados morfométricos

Foram medidas ou calculadas as variáveis morfométricas tomando como base uma carta planialtimétrica em formato digital produzida pelo IBGE do município de Botucatu/SP, na escala 1:50000. Onde primeiramente foi feita a localização da microbacia na carta, depois foram delimitados os divisores topográficos, a rede de drenagem (Figura 2), as coordenadas e as cotas altimétricas (Figura 3) presentes no interior da microbacia, tudo com a utilização de um sistema de informação geográfica (programa Arcgis 9.2).

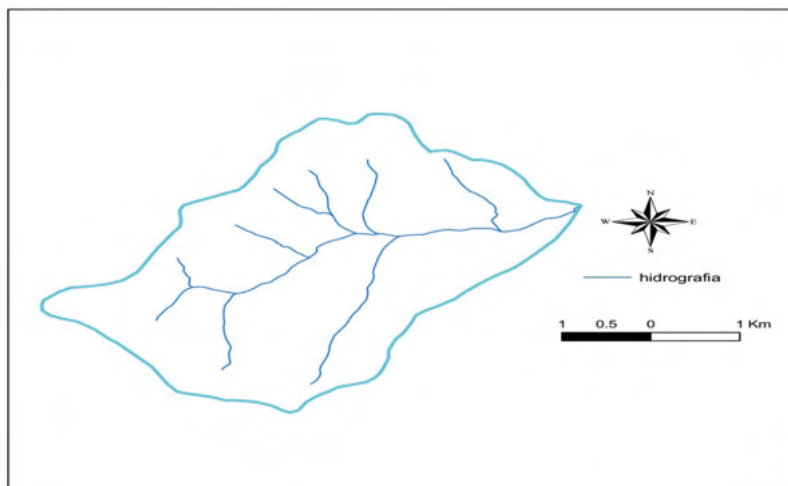


Figura 2. Rede de drenagem da microbacia do rio Alambari estudada.

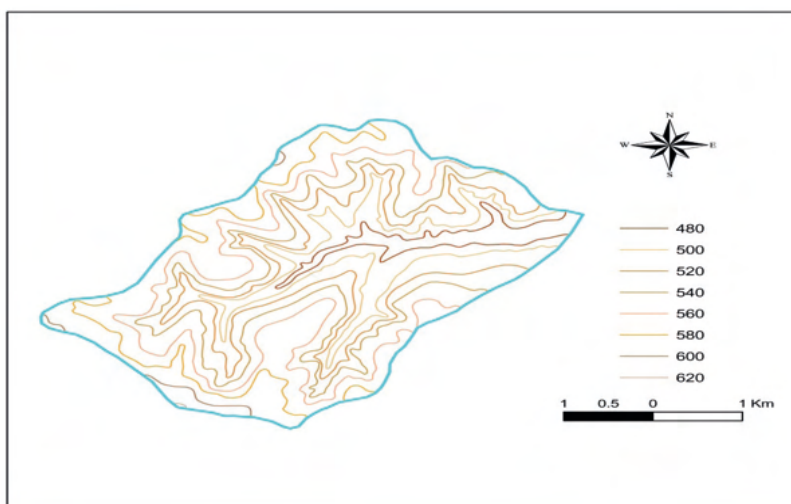


Figura 3. Cotas altimétricas da microbacia do rio Alambari estudada.

A partir dos dados medidos em carta foram obtidas as variáveis calculadas listadas na Tabela 1 através das fórmulas representadas para cada variável.

Parâmetro	Descrição
Perímetro (P)	Comprimento da linha imaginária ao longo do divisor de águas, expresso em metro (m) ou quilômetro (km).
Área (A)	Toda área drenada pelo sistema pluvial inclusa entre seus divisores topográficos, projetada em plano horizontal, sendo elemento básico para o cálculo de diversos índices morfométricos, expressa em m ² ou km ² .
Comprimento da rede de drenagem (Cr)	Variável dimensional que permite uma avaliação primária das alterações em termos de perda ou ganhos extensão dos caminhos para o escoamento linear das águas das bacias, expresso em metro (m) ou quilômetro (km).
Comprimento das cotas altimétricas (Cn)	Refere-se ao comprimento das curvas de nível localizadas no interior da microbacia, expresso em metro (m) ou quilômetro (km).
Comprimento do canal principal (Ccp)	O comprimento da vazão principal é dado pela somatória das distâncias equidistantes desde a linha do divisor de águas ao primeiro afluente (ravina) na microbacia.
Equidistância entre as cotas (ΔH)	Refere-se a distância média entre as curvas de mesmo nível, expressa em metro (m) ou quilômetro (km).
Amplitude Altimétrica (H):	É a variação entre a altitude máxima e altitude mínima.
Comprimento da Microbacia (C)	Comprimento do maior eixo longitudinal da microbacia, expresso em metros (m) ou quilômetros (km).
Largura da Microbacia (L)	Comprimento do maior eixo transversal da microbacia, expressa em metros (m) ou quilômetros (km).
Fator de forma (F)	Relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão). $Ff = \frac{A}{C^2}$
Declividade da Microbacia (D%)	A declividade relaciona-se com a velocidade em que se dá o escoamento superficial, afetando, portanto, o tempo que leva a água da chuva para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem das bacias. $D\% = \frac{ECn * \Delta H}{A}$
Densidade de drenagem (Dd)	Relação entre o comprimento total dos canais e a área da bacia hidrográfica. $Dd = \frac{Cr}{A}$
Coefficiente de Rugosidade (Rn)	Representa a relação entre a densidade de drenagem e a declividade da microbacia, sendo que quanto menor for menor a susceptibilidade e degradação a microbacia esta sujeita $Rn = Dd * D\%$
Razão de Relevo (Rr):	Representa a relação entre a amplitude altimétrica máxima e a maior extensão da microbacia, medida paralelamente a principal linha de drenagem. $Rr = \left(\frac{H}{C}\right) * 100$

Representa a distância média percorrida pelo escoamento superficial antes de encontrar um canal permanente.

Extensão do percurso superficial das enxurradas (Eps)

$$Eps = \frac{1}{2 * Dd}$$

É a relação entre o comprimento do canal principal e a distância vetorial entre os extremos do canal.

Índice de sinuosidade dos canais (Is)

$$Is = \frac{Ccp}{dv}$$

Tabela 1. Parâmetros morfométricos calculados.

Foi calculado o número de cursos d'água em cada ordem de classificação, bem como o comprimento total destes, para determinar a ordem da microbacia. A classificação da ordem de um rio oferece parâmetros mediante os quais podem se conhecer o grau de ramificação e/ou a bifurcação que se tem dentro da bacia hidrográfica, sendo mais utilizada a classificação de Strahler, como forma de classificar uma rede de drenagem.

Strahler (1957) designou o ordenamento das redes de drenagem da seguinte forma: os canais primários são designados de 1º ordem e a junção de dois canais primários, forma um de 2º ordem, e assim sucessivamente. Já um canal de uma dada ordem ligado a um canal de ordem superior não altera a ordem deste. A ordem do canal à saída da bacia é também a ordem da bacia.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a classificação apresentada por Strahler (1957), a microbacia do rio Alambari é classificada como sendo de 3º ordem, o que reflete uma microbacia com grau intermediário de ramificação. A Tabela 2 apresenta o número de segmentos em cada ordem de classificação, bem como o comprimento destes.

Ordem	Número de segmentos	Comprimento (km)
1	9	11,23
2	4	2,71
3	4	2,74
Total	17	16,68

Tabela 2. Ordenamento da rede de drenagem da microbacia do rio Alambari.

A Tabela 3 mostra os valores encontrados para as diversas características morfométricas estudadas.

Parâmetros	Valores
Perímetro (km)	17,28
Área (km ²)	16,16
Comprimento da rede de drenagem (km)	16,68
Comprimento do canal principal (km)	5,75
Equidistância entre as cotas (m)	20,00
Amplitude altimétrica (m)	140,00
Comprimento da MBH (km)	6,33
Largura da MBH (km)	3,30
Fator de forma	0,40
Declividade da MBH (%)	13,37
Densidade de drenagem (km/km ²)	1,03
Coeficiente de Rugosidade	13,77
Razão de relevo (%)	22,17
Extensão do percurso superficial das enxurradas	0,49
Índice de sinuosidade dos canais	0,91

Tabela 3. Parâmetros morfométricos da microbacia do rio Alambari.

O baixo valor de fator de forma encontrado mostra que a forma da microbacia é mais próxima a um retângulo, podendo-se inferir que esta fisiograficamente tende a maior conservação, pois seu formato aumenta o tempo de concentração das águas, assim, reduzindo os riscos de alagamentos e enchentes, e, por consequência, diminuindo os riscos de erosões na microbacia. Isso se deve ao fato de que numa bacia estreita e longa, com fator de forma baixo, há menor possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda sua extensão. Ademais, a contribuição dos tributários atinge o curso d'água principal em vários pontos ao longo do mesmo, afastando-se, portanto, da condição ideal da bacia circular, na qual a concentração de todo o deflúvio da bacia se dá num só ponto.

O relevo da microbacia, de acordo com a declividade calculada e a classificação da EMBRAPA (1999), pode ser considerado ondulado. Com isso, a susceptibilidade à degradação da microbacia em função desta variável pode ser considerada intermediária, já que este relevo propicia uma infiltração mediana da água ao longo do perfil do solo, promovendo um escoamento superficial também mediano. Todavia, segundo Silva *et al.* (2009) terras nesta classe de relevo apresentam riscos ou limitações permanentes quando usadas para culturas anuais, tornando-se necessário cuidados especiais de conservação de solos.

A magnitude dos picos de enchentes e a infiltração da água trazem como consequência, maior ou menor grau de erosão, dependendo da declividade da microbacia

(que determina maior ou menor velocidade de escoamento da água superficial), associada à cobertura vegetal, ao tipo de solo e ao uso da terra. Observa-se que a declividade é o principal fator do relevo condicionante da erosão. Sua variação determina formas e feições da paisagem, ditando também as potencialidades de uso e restrição ao aproveitamento das terras (DUARTE *et al.*, 2004).

Através do mapa planialtimétrico da microbacia também é possível verificar que ela está inserida entre curvas equidistantes verticalmente de 20 em 20 metros, sendo sua menor cota 480m e a maior 620m (Tabela 4).

Cota	Comprimento (km)
480	9,52
500	19,38
520	22,50
540	22,06
560	20,31
590	11,67
600	2,38
620	0,20
Total	108,02

Tabela 4. Cotas altimétricas da microbacia do rio Alambari.

A densidade de drenagem pode ser considerada baixa segundo a classificação apresentada por França (1968), o que quer dizer que provavelmente não se deve haver carreamento intenso de nutrientes pelos cursos d'água, podendo-se deduzir, pois, que os solos dessa bacia possivelmente sejam mais férteis do que em outras bacias de mesmo tamanho, mas que apresentam densidade de drenagem intensa ou média.

Valores baixos de densidade de drenagem estão geralmente associados a regiões de rochas permeáveis que facilitam a infiltração de água no solo e de regime pluviométrico caracterizado por chuvas de baixa intensidade (SILVA *et al.*, 2009a). Se existir um número bastante grande de cursos d'água em uma bacia, relativamente a sua área, o deflúvio atinge rapidamente os rios, e, assim, haverá provavelmente picos de enchentes altos e deflúvios de estiagem baixos (GARCEZ; ALVAREZ, 1998).

De acordo com a classificação apresentada por Rocha (1997), o coeficiente de rugosidade encontrado é médio, com isso, as terras da microbacia encaixam-se na classe B de uso do solo. Segundo o mesmo autor, deve ser evitado o uso da área da microbacia para agricultura intensiva, exceto se forem implantadas práticas de caráter conservacionista.

A razão de relevo encontrada é considerada intermediária, mostrando, assim, como verificada em função da declividade, que devem ser tomados cuidados na utilização

dos solos da microbacia, pois caso não sejam realizadas práticas adequadas, esta apresenta uma alta tendência à degradação, pois quanto maior a razão de relevo, maior será a quantidade de água a escoar superficialmente e, conseqüentemente, maior será a velocidade da água no sentido do maior comprimento da bacia (LOPES *et al.*, 2007).

A sinuosidade dos canais é influenciada pela carga de sedimentos, pela compartimentação litológica, estruturação geológica e pela declividade dos canais (LOPES *et al.*, 2007). O índice de sinuosidade calculado foi próximo a 1, o que, segundo Teodoro *et al.* (2007), indicam que os canais tendem a serem retilíneos o que favorece um maior transporte de sedimento e um melhor escoamento superficial, oferecendo condições desfavoráveis à ocorrência de enchentes. Valores superiores a 2,0 indicam que os canais tendem a ser tortuosos e os valores intermediários indicam formas transicionais, regulares e irregulares.

4 | CONCLUSÕES

Com relação à forma, a microbacia assemelha-se a um retângulo, mostrando assim uma baixa susceptibilidade à degradação em função desta variável, o mesmo acontece devido à densidade de drenagem encontrada, que foi considerada baixa, e ao índice de sinuosidade. No entanto, a declividade acentuada e o valor elevado da razão de relevo mostram que a microbacia pode ter problemas de degradação caso práticas conservacionistas de solo não sejam adotadas durante a utilização agropecuária ou florestal. O coeficiente de rugosidade também confirma essa predisposição da microbacia, classificando suas terras na classe de uso do solo B.

Para maiores considerações sobre as potencialidades e riscos apresentados pela microbacia são necessários estudos mostrando os tipos de solo presentes, as coberturas vegetais atuais, os processos erosivos existentes, a ocupação humana, e muitas outras variáveis importantes na diagnose geral do estado de uma microbacia.

REFERÊNCIAS

BARUQUI, A. M.; FERNANDES M. R. Práticas de conservação do solo. **Informe Agropecuário**, v.11, n.128, p.55-59, 1985.

CARVALHO, A. P.; MORAES NETO, J. M.; LIMA, V. L. A.; SILVA, D. G. K. C. Estudo da degradação ambiental do açude de Bodocongó em Campina Grande. **Engenharia Ambiental**, v.6, n.2, p.293-305, 2009.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Editora Contexto, 1991.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (ed.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Editora Edgard Blücher, 1996. p.335-379.

DUARTE, S. M. A.; SILVA, I. F.; MEDEIROS, B. G. S.; ALENCAR, M. L. S. Levantamento de solo e declividade da microbacia hidrográfica Timbaúba no Brejo do Paraibano, através de técnicas de fotointerpretação e Sistema de Informações Geográficas. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.2, n.2, 2004.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 1999.

FRANÇA, G. V. **Interpretação fotográfica de bacias e redes de drenagem aplicada a solos da região de Piracicaba**. 1968. Tese (Doutorado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ G. A. **Hidrologia**. São Paulo: Editora Edgard Blucher. 1998.

LOPES, R. M.; ASSUNÇÃO, H. F.; SCOPEL, I.; CABRAL, J. B. P. Características fisiográficas e morfométricas da microbacia do córrego Jataí no município de Jataí-GO. **Revista Eletrônica do Curso de Geografia do Campus Jataí – UFG**, n.9, p.142-163, 2007.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; DEL PRETTE, M. E. A utilização do conceito bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (ed.). **Conceitos de bacias hidrográficas: Teorias e Aplicações**. Ilhéus: Editus, 2002. p.17-35.

PISSARRA, T. C. T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A. S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do córrego rico, Jaboticabal (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.297-305, 2004.

PONS, N. A. D.; PEJON, O. J. Aplicação do SIG em estudos de degradação ambiental: o caso de São Carlos (SP). **Revista Brasileira de Geociências**, v.38, n.2, p.295-302, 2008.

ROCHA, J. S. M. **Manual de projetos ambientais**. Santa Maria: UFSM, 1997.

SANTOS, A. F. **Morfometria da microbacia hidrográfica do ribeirão Faxinal Botucatu-SP e alterações em suas áreas de biomassa no período de 1972 a 2000**. 2004. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu.

SILVA, L. C. N.; FERNANDES, A. L. V.; IZIPPATO, F. J.; OLIVEIRA, W. Uso do solo no manejo de bacias hidrográficas: o caso da microbacia córrego Prata, Três Lagoas, MS. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.2 n.1, p.01-13, 2009a.

SILVA, M. C.; COSTA, C. D. O.; CAPPI, N.; GENTIL, R. H. P. **Morfometria da microbacia do córrego Fundo no município de Aquidauana, MS**. Anais 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Corumbá, novembro, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.290-295, 2009b.

STRALHER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions American Geophysical Union**, v.38, p.913-920, 1957.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, v.20, p.137-157, 2007.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; ALVARES, C. A.; RIBEIRO, S.; LEITE, F. P. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – MG. **Revista Árvore**, v.30, n.5, p.849-857, 2006.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

FENOLOGIA DA *Koelreuteria bipinnata* FRANCH. EM ÁREA URBANA DE SÃO GABRIEL – RS

Data de aceite: 01/10/2021

Data de submissão 03/09/2021

Italo Filippi Teixeira

Universidade Federal do Pampa Campus São Gabriel
São Gabriel – RS
<http://lattes.cnpq.br/6700891457771569>

Matheus Estauber da Silva Borin

São Gabriel – RS
<http://lattes.cnpq.br/4550191210304120>

Nirlene Fernandes Cechin

Universidade Federal do Pampa Campus São Gabriel
São Gabriel – RS
<http://lattes.cnpq.br/3564089225264392>

RESUMO: Este trabalho objetivou caracterizar os padrões fenológicos da *Koelreuteria bipinnata* Franch (Árvore-da-china) presente no meio urbano de São Gabriel-RS e relacioná-los as variáveis climáticas temperatura máxima, mínima e média, precipitação e fotoperíodo médio. Foi desenvolvido um estudo fenológico em três áreas, denominadas sítios, do perímetro urbano do município e foram avaliados quinzenalmente 48 exemplares no período entre abril/2017 até março/2018. Os resultados demonstraram que as mudanças foliares ocorreram em todo o período de estudo, a floração começou durante verão, com surgimento dos botões florais no fim de fevereiro, estendendo-se até setembro, os frutos verdes presentes no início de abril culminando a

sua maturação e queda em fins de outubro e as sementes verdes em março, ficando maduras em maio e dispersão até agosto. Observou-se uma maior interação das fenofases com as variáveis temperatura média e fotoperíodo e menor com a precipitação.

PALAVRAS - CHAVE: Árvore-da-china; fenofase; fotoperíodo; precipitação; temperatura.

PHENOLOGY OF THE *Koelreuteria bipinnata* FRANCH. IN THE URBAN AREA OF SÃO GABRIEL – RS

ABSTRACT: This paper aimed to characterize the phenological patterns of *Koelreuteria bipinnata* Franch (Tree-of-china) present at urban environment of São Gabriel-RS and relate them climatic variables climatic variables maximum, minimum and average temperature, precipitation and average photoperiod. We developed a phenological study in three areas of the urban perimeter of the municipality and have been assessed biweekly 48 exemplars from a structured form from April/2017 to March/2018. The results demonstrated that the leaf changes have occurred throughout the period of study, flowering began during the summer, and the onset of floral buds the end of February, extending to September, the green fruit began to emerge in early April culminating his maturation and fall of at the end of October and the seeds began to emerge in March, becoming mature in May and dispersion until August. It was observed an interplay of phenophases with the variable's average temperature and photoperiod and a little less with precipitation.

KEYWORDS: Tree-of-china; phenophase;

photoperiod; precipitation; temperature.

INTRODUÇÃO

Certas condições de desenvolvimento proporcionadas às espécies arbóreas nos núcleos urbanos - impermeabilização, sombreamento, compactação do solo, alteração climática e ação predatória - dentre outras, são adversas ao seu crescimento (ZAMPRONI et al., 2014). Segundo Biondi e Althaus (2005), no meio natural, muitas vezes a espécie introduzida assume um comportamento diferente dos padrões esperados.

Quanto mais o processo de urbanização respeitar os limites naturais do meio, tornando-o organizado, mais eficiente é o planejamento da arborização urbana (BIONDI; ALTHAUS, 2005; MARTINI et al., 2014).

Dentre as variáveis que compõem este planejamento está a fenologia, que representa a dimensão temporal da história natural, ou seja, os eventos da vida regidos pelo tempo, que buscam compreender e incorporar as fases de reprodução, crescimento e senescência, associando às condições ambientais e evolutivas (FORREST e MILLER-RUSHING, 2010).

Entre os fatores que condicionam os padrões fenológicos das espécies vegetais, a sazonalidade climática provavelmente seja o mais importante. Além do clima regional, as plantas estão sujeitas às variações ambientais locais que podem ter influência no comportamento fenológico (PALIOTO et al., 2007, REBELATTO et al., 2013, MORELLATO, 2007). Assim, a fenologia passou a ser usada como uma importante ferramenta para o acompanhamento das mudanças climáticas, bem como um modelo para prever futuras alterações ambientais (CLELAND et al., 2007; MILANI, 2003).

Post et al. (2008) comentam que a fenologia explica a dinâmica dos ambientes e não apenas responder suas relações com variáveis climáticas. Tal visão contribuiu no conhecimento individual das plantas e sua interação com a comunidade, a população e a paisagem. Larcher (2006) afirma que a organização das datas fenológicas proporciona informações ecológicas importantes sobre a duração média das diferentes fenofases das distintas espécies em uma área, sobre o local e sobre as diferenças determinadas pelo clima nas datas de início dessas fases.

Embora essas tendências caracterizem a sensibilidade das fenofases aos fatores ambientais, deve-se considerar os fatores genéticos e evolutivos que regulam o ciclo das fenofases, pois os padrões naturais são, na maioria, o resultado da interação entre o ambiente e os fatores genéticos. Entendendo tais interações pode-se verificar se as mudanças observadas tendem a ser respostas adaptativas a essas condições (HAGGERTY; MAZER, 2008).

Dentre as espécies utilizadas na arborização urbana, com alto potencial de adaptação às condições climáticas e ambientais está a *Koelreuteria bipinnata* Franch. (Árvore-da-

china), uma árvore caducifólia de médio porte (10-12 m), da família Sapindaceae, nativa do sudoeste da China (LUO et al., 2015). Para Lorenzi et al. (2003), a árvore possui beleza notável, sendo adequada para composição de parques e arborização de ruas.

O presente estudo teve como objetivo caracterizar os padrões fenológicos da *Koelreuteria bipinnata* Franch, presente em 3 sítios no meio urbano do município de São Gabriel-RS, em relação as variáveis climáticas: temperaturas máxima, média e mínima (°C), precipitação (mm) e fotoperíodo médio (h).

METODOLOGIA

As áreas de estudo estão localizadas no perímetro urbano (latitude -30,336 e longitude -54,32) do município de São Gabriel, RS. Segundo Alvares et al. (2014) o clima do município é subtropical “Cfa” e apresenta a temperatura média do mês mais quente superior a 24 °C, e mês mais frio oscila entre - 3 °C e 14 °C.26° C. As precipitações são distribuídas regularmente ao longo do ano com chuvas torrenciais no verão, sendo a precipitação média anual relativamente alta, com 1300 mm e ventos dominantes soprando no sentido SE-NO. (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO GABRIEL, 2015).

Foi realizado um censo dos exemplares de *Koelreuteria bipinnata* Franch. existentes nas 3 áreas denominadas de sítios (Figura 1). Segundo informações verbais, os sítios apresentam diferentes idades de implantação: 1 (com 42 anos) e 2 (com 31 anos), ambos na região central do município, e 3 (com 7 anos), localizado na periferia da cidade. Tal divisão foi necessária, para uma melhor localização e controle dos exemplares. O censo demonstrou a existência de 48 exemplares que foram monitorados quinzenalmente durante um ano, começando em abril de 2017 até março de 2018.



Figura 1 - A. - Localização do município de São Gabriel, RS, do global ao local; B. – Localização dos sítios na área urbana do município.

Fonte: IBGE (2010) e Google Earth adaptado (2015).

A coleta de dados foi realizada utilizando-se um formulário constando as fenofases e suas subdivisões, conforme Fournier (1974):

1. Floração:

1.1. Presença de botões florais – Pbf; 1.2. Árvore totalmente florida – Atf; 1.3. Árvore com floração adiantada – Afa; 1.4. Floração terminando – Fter; 1.5. Floração concluída – Fc;

2. Frutificação:

2.1. Presença de frutos novos – Pfn; 2.2. Presença de frutos maduros – Pfm; 2.3. Frutos Maduros caindo – Fmc;

3. Sementes:

3.1. Presença de sementes verdes – Sv; 3.2. Presença de sementes maduras – Sm; 3.3. Sementes em dispersão - Sd;

4. Mudança foliar:

4.1. Poucas folhas – Apf; 4.2. Árvore desfolhada – Ad; 4.3. Aparecimento das folhas novas – Afn; 4.4. Folhas em sua maioria novas – Fmn; 4.5. Folhas totalmente novas – Ftn; 4.6. Copa completa – Cc; 4.7. Copa completa de folhas velhas - Ccfv

Os dados meteorológicos, obtidos em sites especializados, processados quinzenalmente e correlacionados com as fenofases foram: temperatura máxima, média e mínima (°C), precipitação (mm) e fotoperíodo médio (h).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto a floração, foi possível observar que durante as quatro estações o fotoperíodo variou entre 11h à 14h de duração. No período de estudo, quando o fotoperíodo apresentou maior duração (acima de 13h) e nas estações inverno, primavera e início do verão, não houve desenvolvimento significativo da floração.

Entretanto, de fevereiro até junho, foi identificada a presença de botões florais e árvores com floração adiantada, período este que apresentou um fotoperíodo com duração menor de 13h. Assim, pode-se dizer que existe uma relação entre o fotoperíodo e o desenvolvimento da floração da espécie, sendo a menor duração do fotoperíodo um fator determinante na produção de botões florais (Figura 2).

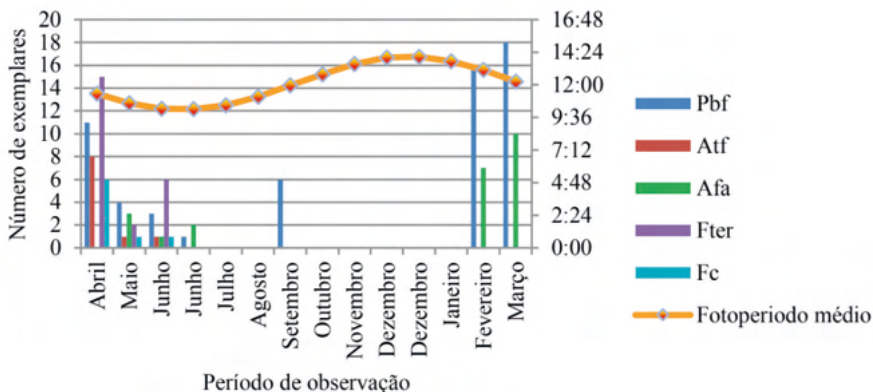


Figura 2 - Comportamento do fotoperíodo sobre a floração de *Koelreuteria bipinnata* Franch. localizadas em 3 sítios do ambiente urbano em São Gabriel – RS – Brasil.

Pbf - Presença de botões florais; Atf - Árvore totalmente florida; Afa - Árvore com floração adiantada; Fter - Floração terminando; Fc - Floração concluída;

Fonte: os Autores (2016)

A variação de 3,5 horas no comprimento do dia no Rio Grande do Sul, associada às alterações diretas na temperatura, pode definitivamente desencadear respostas fisiológicas previsíveis em diversas espécies (MARQUES; OLIVEIRA, 2004; MARCHIETTO et al., 2007)

Zamproni et al. (2013) observaram que o período de floração da *Tipuana tipu* coincide com os meses de maiores valores de fotoperíodo. Em 2014, os mesmos autores, estudando a fenologia da *Bauhinia variegata* observaram que o início da floração coincidiu com o menor fotoperíodo e maior precipitação e umidade relativa, caracterizado por um período em que as médias de temperatura foram inferiores a 15 °C.

Meyer et al. (2012) observaram na fenologia da Sibipiruna (*Poincianella pluviosa*) que a insolação apresenta influência positiva e direta na ocorrência de brotação e folhas novas, pois os estímulos hormonais para a quebra de dormência das gemas ocorrem muito em função do aumento da quantidade de horas de sol.

A influência do fotoperíodo sobre a frutificação da *Koelreuteria bipinnata* Franch. ficou perceptível quando se observou que o desenvolvimento dos frutos ocorreu no mesmo período da floração, sendo este período o qual tem menor duração do fotoperíodo. Logo, é possível observar uma relação entre a menor duração do fotoperíodo e o desenvolvimento dos frutos da espécie. (Figura 3).

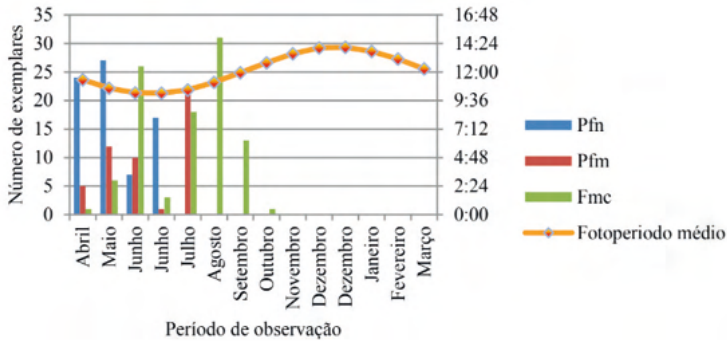


Figura 3 - Comportamento do fotoperíodo sobre a frutificação de *Koelreuteria bipinnata* Franch. no ambiente urbano em São Gabriel – RS - Brasil.

Pfn - Presença de frutos novos; Pfm - Presença de frutos maduros; Fmc - Frutos maduros caindo;

Fonte: os Autores (2016)

Bauer et al. (2014), em estudo fenológico da *Ocotea pulchella* observaram o surgimento de frutos em uma relação positiva com o comprimento do dia e a temperatura.

Analisando a fenologia da Sibipiruna (*Poincianella pluviosa*), Meyer et al. (2012), constataram uma correlação significativa da insolação com a presença de frutos maduros na copa e a sua dispersão, mostrando que a temperatura elevada, nos primeiros meses do ano, está associada à formação dos frutos novos oriundos das flores da primavera anterior e que a maturação dos frutos e sua posterior dispersão, ocorridos no inverno, estão associados às baixas temperaturas do período, sendo também correspondente a correlação negativa com a insolação (menor quantidade de horas de sol no inverno).

Entre abril e agosto ocorreram os maiores valores de sementes verdes e maduras, respectivamente, e foi o período no qual a duração do fotoperíodo foi menor. Assim, é possível dizer que existe uma relação entre a menor duração do fotoperíodo e o desenvolvimento das sementes da espécie (Figura 4).

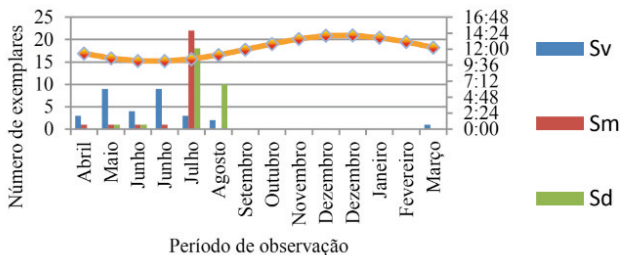


Figura 4 - Comportamento do fotoperíodo sobre as sementes de *Koelreuteria bipinnata* Franch. no ambiente urbano em São Gabriel – RS - Brasil.

Sv - Presença de sementes verdes; Sm - Presença de sementes maduras; Sd - Sementes em dispersão;

Fonte: Autores (2016)

Conforme Castro et al. (2005), além do florescimento, o fotoperíodo interfere durante toda a vida da planta em diversos processos fisiológicos como a própria germinação de algumas sementes que pode receber a influência do fotoperíodo ao qual estava submetida a planta mãe.

Zamproni et al. (2014), estudando a fenologia de *Bauhinia variegata*, observaram que o início da dispersão das sementes coincide com o período de maiores temperaturas e fotoperíodo.

Na mudança foliar observou-se diferenças em dois períodos: de abril a setembro - diminuição na duração do fotoperíodo e início de perda foliar das árvores e diminuição do seu preenchimento de copa; de outubro a março - aumento na duração do fotoperíodo e início do preenchimento das copas das árvores com a produção de folhas novas. Nos dois períodos houve influência do fotoperíodo. Assim, a maior duração do mesmo é um fator determinante para a produção de folhas novas, e a menor duração um fator determinante para queda das folhas. (Figura 5).

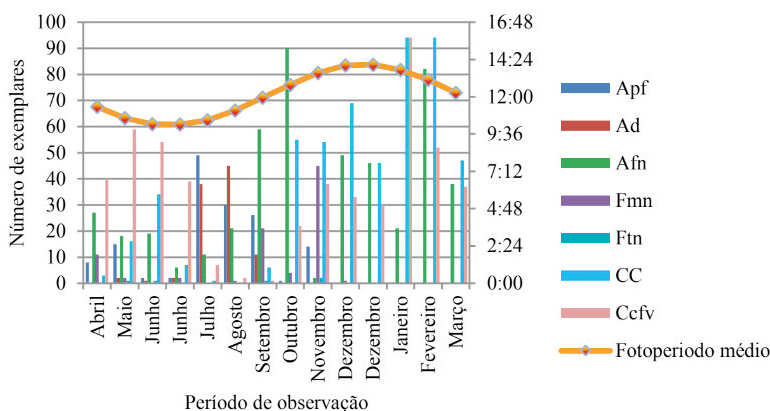


Figura 5 - Comportamento do fotoperíodo sobre a mudança foliar de *Koelreuteria bipinnata* Franch. no ambiente urbano em São Gabriel – RS - Brasil.

Apf - Poucas folhas; Ad - Árvore desfolhada; Afn - Aparecimento das folhas novas; Fmn - Folhas em sua maioria novas; Ftn - Folhas totalmente novas; Cc - Copa completa; Ccfv - Copa completa de folhas velhas.

Fonte: os Autores (2016)

Brun et al. (2005), estudando algumas espécies utilizadas na arborização urbana em Santa Maria-RS, verificaram que a brotação no *Handroanthus chrysotrichus* (Ipê amarelo) não ocorre durante o período de menor insolação, pois esse fator está associado a inibição da ação dos hormônios responsáveis pela formação de tecidos foliares e, consequentemente, a inibição total da formação dos brotos neste período, sendo este o fator responsável pela baixa intensidade de folhas novas.

Martini et al. (2010), analisando a fenologia de *Ocotea puberula*, verificaram que

a queda foliar esteve associada ao período de menores temperaturas e fotoperíodo mais curto, sendo a época com menor umidade e precipitação.

O fotoperíodo funciona, portanto, como um sinal que adverte as plantas, no outono, da aproximação do inverno, e isso as estimulam a se prepararem para o clima desfavorável que enfrentarão a seguir (CASTRO et al., 2005).

O período escuro (noite) é fundamental para o controle quantitativo do florescimento, colaborando com os estudos realizados por Bleasdale (1977), onde afirma que é no período escuro (noite) que ocorre a transformação lenta de fitocromo ativo em inativo. Segundo Pedroso et al. (2007), para as plantas de dias curtos florescerem, as noites têm que ser suficientemente longas para a maior quantidade possível de fitocromo ativo se transformar em inativo, pois as plantas de dias curtos só florescem quando o teor de fitocromo inativo for elevado no início do dia, portanto, a fonte de luz artificial quebra o efeito da noite, impedindo a transformação de fitocromo ativo em inativo.

O desenvolvimento da floração ocorreu no período em que a temperatura esteve entre 15 °C a 30 °C, não ocorrendo floração em temperaturas acima de 30 °C, com isso, é possível observar uma relação entre a floração e as temperaturas não tão elevadas (Figura 6).

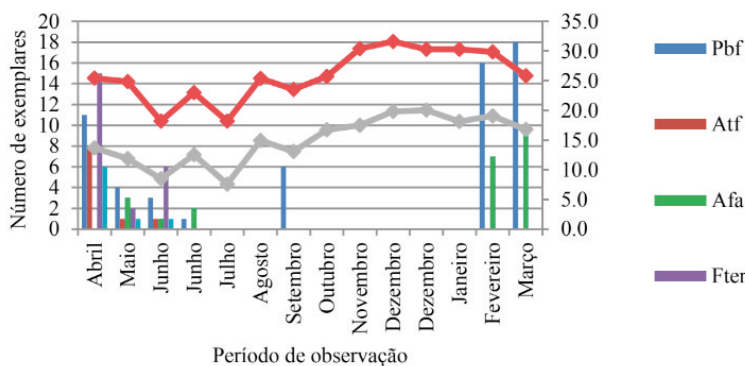


Figura 6 - Comportamento das temperaturas médias máximas e mínimas sobre a floração de *Koelreuteria bipinnata* Franch. no ambiente urbano em São Gabriel – RS - Brasil.

Pbf - Presença de botões florais; Atf - Árvore totalmente florida; Afa - Árvore com floração adiantada; Fter - Floração terminando; Fc - Floração concluída;

Fonte: os Autores (2016)

Santos e Fisch (2013), num estudo fenológico realizado com espécies arbóreas, observaram que a floração apresentou maior índice de atividade nas estações de transição (outono e primavera), estações em que a temperatura mensal é mais amena (em torno de 20 °C) e a precipitação moderada (cerca de 45 mm/mês). Corroborando os autores acima, Palioto et al. (2007) ao avaliarem exemplares de *Androanthus chrysotrichus* ocorrentes na

arborização do campus da Universidade Estadual de Maringá – PR, também detectaram que a floração iniciava na estação fria e seca (julho) e de menor fotoperíodo, estendendo-se até setembro.

Na figura 7 é possível observar que os frutos começaram a surgir e a se desenvolver no período em que a temperatura era mais amena, entre 20 °C a 25 °C. Novamente, temperaturas altas estão associadas negativamente na produção de frutos.

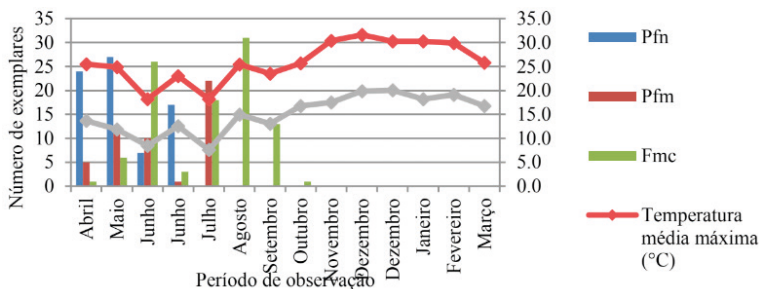


Figura 7 - Comportamento das temperaturas médias máximas e mínimas sobre a frutificação de *Koelreuteria bipinnata* Franch. no ambiente urbano em São Gabriel – RS – Brasil.

Pfn - Presença de frutos novos; Pfm - Presença de frutos maduros; Fmc - Frutos maduros caindo;

Fonte: Autores (2016)

Kozlowski (1985) afirma que a época de formação de flores das árvores em qualquer espécie é controlada pela temperatura. Esta é responsável, também, pela regulação da produção de sementes e frutos, iniciação floral, dormência dos botões, abertura de flores e abertura e crescimento dos frutos.

Na figura 8 observa-se que a ocorrência das sementes está associada a temperaturas entre 20 °C a 25 °C. A produção de sementes em temperaturas mais altas (acima de 30 °C) não ocorreu, sendo a temperatura alta um fator limitante para o desenvolvimento das sementes.

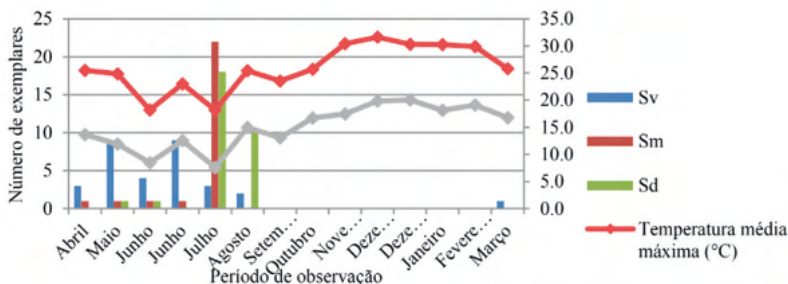


Figura 8 - Comportamento das temperaturas médias máximas e mínimas sobre as sementes de *Koelreuteria bipinnata* Franch. no ambiente urbano em São Gabriel – RS.

Sv - Presença de sementes verdes; Sm - Presença de sementes maduras; Sd - Sementes em dispersão;

Fonte: os Autores (2016)

Meyer et al. (2012), verificaram na fenologia da Sibipiruna (*Poincianella pluviosa*), na arborização em Santa Maria - RS, que a temperatura apresenta correlação negativa em relação a maturação dos frutos e a dispersão das sementes, devido a ocorrência destas fenofases nos meses mais frios.

Em relação a mudança foliar e a temperatura, é possível observar que durante o inverno, com a diminuição na temperatura, a maioria das árvores perderam folhas. Por outro lado, o aparecimento de folhas novas e o preenchimento da copa pode estar associado ao aumento da temperatura. Assim, a temperatura é uma condicionante para ocorrência da mudança foliar da espécie (Figura 9). Borchert et al. (2002) corroboram esta afirmação ao citar que a perda de folhas no período seco constitui um fator de economia hídrica para as plantas, em que a baixa umidade relativa do ar estimula a abscisão foliar.

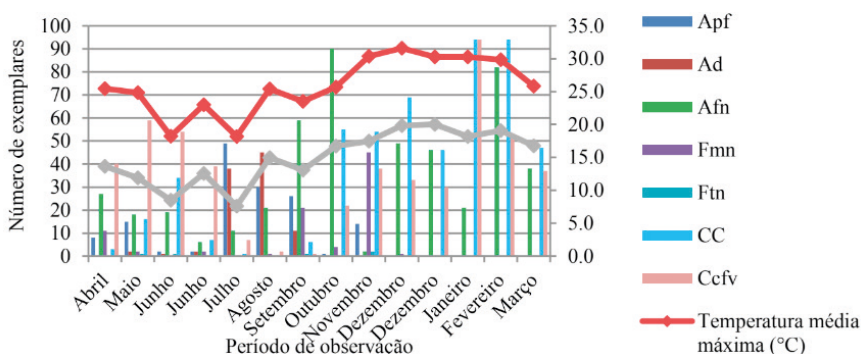


Figura 9 - Comportamento das temperaturas médias máximas e mínimas sobre a mudança foliar de *Koelreuteria bipinnata* Franch. no ambiente urbano em São Gabriel – RS – Brasil.

Apf - Poucas folhas; Ad - Árvore desfolhada; Afn - Aparecimento das folhas novas; Fmn - Folhas em sua maioria novas; Ftn - Folhas totalmente novas; Cc - Copa completa; Ccfv - Copa completa de folhas velhas.

Fonte: os Autores (2016)

Brun et al. (2007) estudando a fenologia de Pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) verificaram que a temperatura e a insolação foram as variáveis climáticas indutoras da produção de folhas novas. Zamproni et al. (2013) observaram que a queda foliar da *Tipuana tipu* esteve relacionada com duas variáveis: temperatura média com valores baixos (menor que 15 °C) e com a ausência da precipitação.

Em relação floração é possível observar, na figura 10, que em períodos de alta precipitação a ocorrência da floração é afetada. A floração ocorreu entre fevereiro e junho, meses do qual a precipitação não possui valores altos, chegando no máximo a 150 mm. Portanto, a precipitação em alta quantidade afeta o desenvolvimento da floração da espécie.

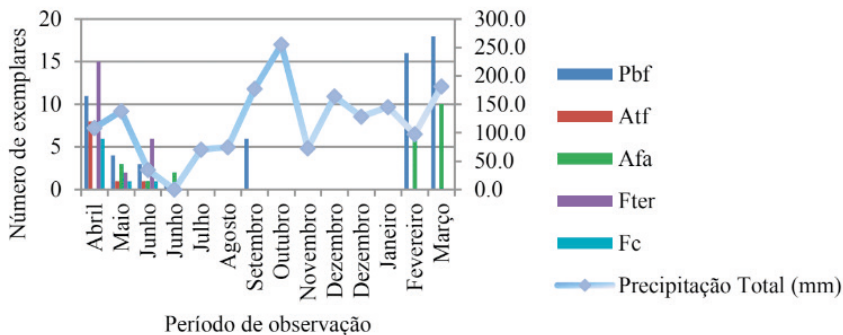


Figura 10 - Comportamento da precipitação sobre a floração de *Koelreuteria bipinnata* Franch. no ambiente urbano em São Gabriel – RS – Brasil.

Pbf - Presença de botões florais; Atf - Árvore totalmente florida; Afa - Árvore com floração adiantada; Fter - Floração terminando; Fc - Floração concluída;

Fonte: os Autores (2016)

Felippi et al. (2012), estudando o comportamento de *Cordia trichotoma*, observaram que a queda dos botões florais foi associada ao excesso de chuvas que ocorre durante a floração o que não se comprovou como uma regra quando houve uma pluviometria baixa e uma intensa floração.

A partir da figura 11, observou-se que a frutificação ocorre entre fevereiro e junho, períodos em que a precipitação está entre 150 mm e 50 mm, portanto a frutificação ocorre nos períodos de intensa pluviosidade.

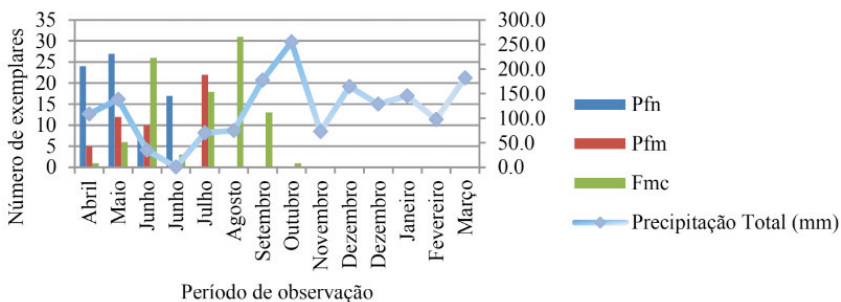


Figura 11 - Comportamento da precipitação sobre a frutificação de *Koelreuteria bipinnata* Franch. no ambiente urbano em São Gabriel – RS – Brasil.

Pfn - Presença de frutos novos; Pfm - Presença de frutos maduros; Fmc - Frutos maduros caindo;

Fonte: os Autores (2016)

Mikich e Silva (2001) observaram em um estudo da composição florística e fenológica de remanescentes da Floresta Estacional Semidecídua, no município de Fênix - PR, que as espécies *Eugenia florida*, *Eugenia uniflora* e *Eugenia myrcianthes* apresentaram frutificação

no período de maior concentração de chuvas. Resultados semelhantes obtiveram Rego et al. (2006) com Imbuia (*Ocotea porosa*), em Colombo - PR.

O amadurecimento e a dispersão de sementes estão associados aos períodos de menor precipitação, ocorrendo entre abril até julho, sendo julho o mês do ápice das sementes maduras e sementes em dispersão. Durante o período em que as chuvas passaram dos 100 mm, não houve produção de sementes (Figura 12).

Para Morellato e Leitão-Filho (1996), a dispersão das sementes geralmente está relacionada a melhores condições para a liberação das sementes e estabelecimento das plântulas e, talvez por isso, a maioria das espécies anemocóricas ou autocóricas, com frutos secos e deiscentes, frutifica durante a estação seca, quando a baixa precipitação e os ventos mais fortes favorecem a dispersão dos diásporos dos frutos.

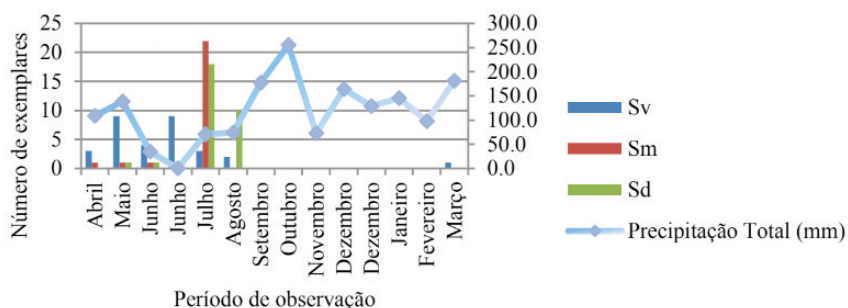


Figura 12 - Comportamento da precipitação sobre as sementes de *Koelreuteria bipinnata* Franch. no ambiente urbano em São Gabriel – RS - Brasil.

Sv - Presença de sementes verdes; Sm - Presença de sementes maduras; Sd - Sementes em dispersão;

Fonte: os Autores (2016)

Conforme Biondi et al. (2007), a dispersão de sementes ocorreu durante o período de menor precipitação e pode estar associada a uma estratégia das espécies estudadas em apresentar frutos secos, pois seriam dispersados pelo vento. Este fato é corroborado por Rego et al. (2006), em um monitoramento dos ciclos fenológicos da Imbuia (*Ocotea porosa*), em Colombo - PR, onde observaram que a dispersão das sementes ocorreu na época do fim das chuvas.

Na figura 13 é possível observar que no aumento do volume das chuvas ocorreu o aparecimento de folhas novas, e com a diminuição do volume das chuvas, ocorreu o desfolhamento das árvores.

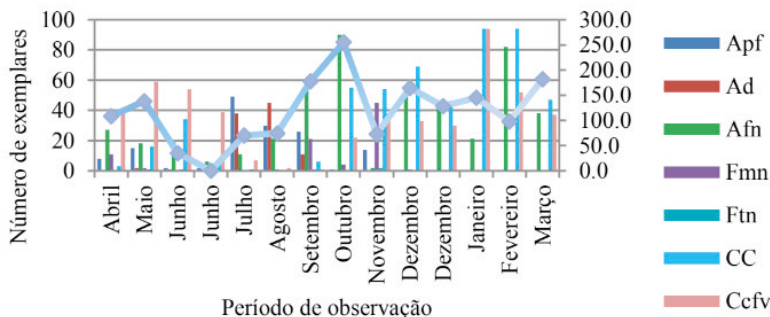


Figura 13 - Comportamento da precipitação sobre a mudança foliar de *Koelreuteria bipinnata* Franch. no ambiente urbano em São Gabriel – RS - Brasil.

Apf - Poucas folhas; Ad - Árvore desfolhada; Afn - Aparecimento das folhas novas; Fmn - Folhas em sua maioria novas; Ftn - Folhas totalmente novas; Cc - Copa completa; Ccfv - Copa completa de folhas velhas.

Fonte: os Autores (2016)

Segundo Pereira e Amaral (2008), em estudos com espécies arbóreas em um bosque de Patos de Minas - MG, a queda foliar se relacionou com o período de menores índices pluviométricos, assim como Santos e Fisch (2013), em um trabalho fenológico com espécies arbóreas na região urbana de São Paulo - SP. Para Jordan (1983), o estresse hídrico e a disponibilidade de nutrientes podem influenciar na queda de folhas. A deficiência hídrica temporária é um fator importante mesmo em climas praticamente uniformes e com chuvas bem distribuídas.

CONCLUSÕES

Em relação às variáveis climáticas, observou-se a interação das fenofases da planta com a variável temperatura média e fotoperíodo, e um pouco menos expressivo, a precipitação.

E por fim, é importante ressaltar que devido a inexistência de trabalhos científicos que tratem do tema fenologia da *Koelreuteria bipinnata* Franch., conclui-se, também, a necessidade de continuidade dos estudos para comparações das fenofases ao longo de alguns anos para poder-se afirmar sobre o momento da ocorrência de cada uma e a real influência das variáveis climáticas sobre elas.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n.6, p.711–728, 2014.
- BAUER, D.; MÜLLER, A.; GOETZ, M. N. B.; SCHMITT, J. L. Fenologia de *Ocotea pulchella*, *Myrcia brasiliensis* e *Psidium cattleianum*, em Floresta Semidecídua do Sul do Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 657 – 668, 2014.
- BIONDI, D.; ALTHAUS, M. **Árvores de Rua de Curitiba - Cultivo e Manejo**. Curitiba: FUPEF, 2005. 175p.
- BIONDI, D.; LEAL, L.; BATISTA, A. Fenologia do florescimento e frutificação de espécies nativas dos Campos. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 269-276, 2007.
- BLEASDALE, J. K. A. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: E. P. U., 1977. 176 p.
- BORCHERT, R.; RIVERA, G.; HAGNAUER, W. Modification of vegetative phenology in a tropical semi-deciduous forest by abnormal drought and rain. **Biotropica**, Washington, v. 34, n. 1, p. 27-39, 2002.
- BRUN, F. G. K.; LONGHI, S. J.; BRUN, E. J.; FREITAG, A. S.; SCHUMACHER, M. V. Comportamento fenológico e efeito da poda em algumas espécies empregadas na arborização do bairro Camobi – Santa Maria, RS. **REVSBAU**, Piracicaba, v.2, n.1, p. 44-63, 2007
- BRUN, E. J.; BRUN, F. G. K.; LONGHI, S. J.; SCHUMACHER, M. V.; FREITAG, A. S.; GREFF, L. T. B. Comportamento fenológico e efeito da poda de algumas espécies empregadas na arborização da Vila Santos Dumont, Bairro Camobi – Santa Maria, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, XX, 2005, Belo Horizonte-MG. **Anais...** Belo Horizonte: SBAU, 1 CD-ROM, 2005.
- CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; PERES, L. E. P. **Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática**. São Paulo: Ceres, 2005. 640 p.
- CLELAND, E.; CHUINE, I.; MENZEL, A.; MOONEY, H.; SCHWARTZ, M. Shifting plant phenology in response to global change. **Trends in Ecology & Evolution**, Amsterdam v. 22, n. 7, p. 357-365, 2007.
- CRESTANA, M. S. M. **Árvores e Cia**. Governo do Estado de São Paulo, 131p. 2007.
- CROCE, C. G. G. **Implantação de arborização em via pública: aspectos fenológicos, locais e sociais**. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu - SP, 86p, 2010.
- FORREST, J.; MILLER-RUSHING, A. J. Toward a synthetic understanding of the role of phenology in ecology and evolution. **The Royal Society**, London, v. 365, 2010.
- FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas em árboles. **Turrialba**, Turrialba, v. 24, n. 4, p. 422-424, 1974.
- GOOGLE. Google Earth website. <http://earth.google.com/>, 2016.

HAGGERTY, B. P.; MAZER, S. J. **The Phenology Handbook**: a guide to phenological monitoring for students, teachers, families, and nature enthusiasts. Santa Barbara: University of California, 2008. 40 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010: características da população e dos domicílios: resultados do universo**. Disponível em: < <http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=793> > Acesso em: 14 de dezembro de 2016.

JORDAN, C. F. Productivity of tropical rain forest ecosystems and the implications for their use as future wood and energy sources. In: GOLLEY, F. B. (Ed.). **Tropical rain forest ecosystems**: structure and function. 1983. p. 117-136.

KOZLOWSKI, T.T. Soil aeration, flooding, and tree growth. **Journal of Arboriculture**, Champaign, v.11, n. 3, p. 85-96, 1985.

LARCHER, W. **Ecologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2006. 531p.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. **Árvores exóticas no Brasil: madeiras ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa, SP: Plantarum. 2003. 173p.

LUO, Z., TIAN, D., NING, C., YAN, W., XIANG, W., PENG, C. **Roles of *Koeleruteria bipinnata* as a suitable accumulator tree species in remediating Mn, Zn, Pb, and Cd pollution on Mn mining wastelands in southern China**. **Environmental Earth Science, Switzerland AG**, n° 74, p. 4549–4559, 2015.

MARCHIORETTO, M. S.; MAUHS, J.; BUDKE, J. C. Fenologia de espécies arbóreas zoocóricas em uma floresta psamófila no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v.21, n. 1, p. 193 - 201, 2007.

MARTINI, A.; GASPARGAR, R. G. B.; BIONDI, D. **Diagnóstico da implantação da arborização de ruas no Bairro Santa Quitéria, Curitiba - PR**. **REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.9, n.2, p 148-167, 2014.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. **Fenologia de *Ocotea puberula* (Rich.) Nees em diferentes ambientes: natural e antrópico**. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, XVI, 2010, Bento Gonçalves-RS: SBAU/ISA, Anais... Bento Gonçalves-RS, 2010. v. 1. p. 15-26**.

MEYER, E. A.; BRUN, E. J.; BRUN, F. G. K. **Fenologia de *Sibipiruna* (*Poincianella pluviosa* (DC.) L.P. Queiroz) na arborização urbana de Santa Maria RS**. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, XVI, 2012, Uberlândia-MG: SBAU, Anais...Uberlândia-MG 2012, p. 113-122**.

MIKICH, S. B.; SILVA, S. M. **Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil**. **Acta botanica brasilica**, Belo Horizonte, v.15, n.1, p. 89-113, 2001.

MILANI, J. E. F. **Comportamento fenológico de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Araucária, PR**. 100p. 2003. Tese (Mestre em Ciências Florestais) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MORELLATO, L. P. C. A pesquisa em fenologia na América do Sul, com ênfase no Brasil, e suas perspectivas atuais. In: REGO, G. M. et al. (Ed.). **Fenologia: Ferramenta para Conservação, Melhoramento e Manejo de Recursos Vegetais Arbóreos**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2007. p. 37-48.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. Reproductive phenology of climbers in a southeastern Brazilian forest. **Biotropica**, Lawrence, v. 28, n. 2, p. 180-191, 1996.

PALIOTO, G. F. et al. Fenologia de Espécies Arbóreas no Campus da Universidade Estadual de Maringá. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 441-443, jul. 2007.

PEDROSO, L.; SILVA, L.; PEREIRA, M. Influência do fotoperíodo no florescimento da Neve-da-montanha (*Euphorbia leucocephala*). **Revista Nucleus**, Ituverava, v. 4, n. 1. 2007.

PEREIRA, S. G.; AMARAL, A. F. Fenologia das espécies arbóreas do Bosque do Mocambo, em Patos de Minas – MG. **Perquirêre**, Patos de Minas, v. 5, n. 5, p. 12-25, 2008.

POST, E.; PEDERSEN, C.; WILMERS, C. C.; FORCHHAMMER, M. C. Warming, plant phenology and the spatial dimension of trophic mismatch for large herbivores. **Proc. Biol. Sci.**, London, v. 275, n. 1646, p. 2005-2013, 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO GABRIEL. **Plano Diretor do Município de São Gabriel**. 2007. Disponível em: <<http://www.saogabriel.rs.gov.br/2013/comunidade/planoDiretor.html>> Acesso em: 15 dez. 2015.

REGO, G. M.; LAVORANTI, O. J.; NETO, A. A. Monitoramento dos ciclos fenológicos da Imbuia, no Município de Colombo, PR. Comunicado Técnico nº 174. **Embrapa Florestas**. Colombo, PR, 2006.

REBELATTO, D.; LEAL, T.S.; MORAES, C.P.de. Fenologia de duas espécies de Ipê em área urbana do município de Araras, São Paulo, Brasil. **REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.8, n.1, p.1-16, 2013.

ZAMPRONI, K.; BIONDI, D.; LIMA NETO, E. M.; MARTINI, A. Efeito das variáveis meteorológicas sobre a fenologia de Tipuana tipu (Benth.) O. Kuntze na arborização urbana de Curitiba - PR. **REVSBAU**, Piracicaba, v. 8, p. 1-14, 2013.

ZAMPRONI, K.; MARTINI, A.; BIONDI, D. Fenologia de Bauhinia variegata L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, V, 2014, Belo Horizonte. **Anais eletrônicos...** Belo Horizonte/MG: IBEAS. 2014. Disponível em: <www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/VI-022.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2015

CAPÍTULO 8

METODOLOGIA PARA CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E GENÉTICA DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis*) PARA A CONSERVAÇÃO E USO SUSTENTÁVEL

Data de aceite: 01/10/2021

Data da submissão: 18/08/2021

João Bosco Vasconcellos Gomes

Embrapa Florestas. Estrada da Ribeira
Colombo, PR
<http://lattes.cnpq.br/6857040451096506>

Marcos Silveira Wrege

Embrapa Florestas. Estrada da Ribeira
Colombo, PR
<https://orcid.org/0000-0002-6368-6586>
<http://lattes.cnpq.br/8219074753068077>

Letícia Penno de Sousa

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
<http://lattes.cnpq.br/0295603184467599>

Márcia Toffani Simão Soares

Embrapa Florestas. Estrada da Ribeira
Colombo, PR
<https://orcid.org/0000-0003-3820-1855>
<http://lattes.cnpq.br/8126806697900042>

Valderês Aparecida de Sousa

Embrapa Florestas. Estrada da Ribeira
Colombo, PR
<https://orcid.org/0000-0003-1138-8189>
<http://lattes.cnpq.br/7394142748731060>

Elenice Fritzsos

Embrapa Florestas. Estrada da Ribeira
Colombo, PR
<https://orcid.org/0000-0003-1225-7623>
<http://lattes.cnpq.br/5911347834354100>

Ananda Virginia de Aguiar

Embrapa Florestas. Estrada da Ribeira
Colombo, PR
<http://lattes.cnpq.br/5613653432409380>

Itamar Antônio Bognola

Embrapa Florestas. Estrada da Ribeira
Colombo, PR
<http://lattes.cnpq.br/7188332775812929>

RESUMO: *Ilex paraguariensis* (A. St. Hil.), conhecida como erva-mate no Brasil ou yerba mate nos países da América Latina de língua espanhola, é uma espécie arbórea nativa das regiões serranas frias e úmidas do Sul e do Centro Oeste do Brasil. A espécie ocorre, na maior parte da área, na Floresta Ombrófila Mista - FOM. Por meio do acordo firmado em 2015 na COP21, o Brasil assumiu o compromisso de aumentar a conservação dos recursos genéticos e promover o uso sustentável de sua biodiversidade. Para dar subsídios a esta demanda, foi desenvolvida a presente metodologia visando caracterizar o ambiente e a genética de populações de erva-mate. O método desenvolvido consistiu em: 1) definir as zonas periféricas de ocorrência de erva-mate e indicar regiões com prioridade para amostragens; 2) obter amostras para genotipagem e para determinar os compostos fenólicos nas folhas; 3) amostrar os solos; 4) analisar o clima; e 5) identificar os nichos ecológicos das populações. As coletas ocorreram em cinco pontos nas zonas periféricas da área de distribuição natural da espécie, onde suas populações têm maior diversidade genética. O

material foi genotipado, para conhecimento de suas características genéticas. Suas folhas foram analisadas quanto aos compostos fenólicos. Os resultados obtidos demonstram que a erva-mate ocorre na natureza em condições pedoclimáticas adversas, desde o extremo sul do Brasil, no estado do Rio Grande do Sul, até o sul do Mato Grosso do Sul, em altitudes que variam desde os 211 até os 1700 metros, nos mais diversos tipos de solos, desde os mais profundos até os mais rasos, em variadas condições de fertilidade, em clima frio e úmido, com riscos variados de geada, formando grupos de populações com características comuns, em função das condições pedoclimáticas de cada região. A metodologia desenvolvida é passível de aplicação em populações de outras espécies arbóreas nativas.

PALAVRAS - CHAVE: Conservação genética, distribuição de espécie, *Ilex paraguariensis*.

METHODOLOGY FOR ENVIRONMENTAL AND GENETIC CHARACTERIZATION OF YERBA MATE (*Ilex paraguariensis*) FOR CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE

ABSTRACT: *Ilex paraguariensis* (A. St. Hil.), known as “erva-mate” in Brazil or yerba mate in Spanish-speaking Latin American countries, is a tree species native to the cold and humid mountainous regions of the South and Midwest of Brazil. The species occurs, in most of the area, in the Ombrophilous Mixed Forest - FOM. Through the agreement signed in 2015 at COP21, Brazil assumed the commitment to increase the conservation of genetic resources and promote the sustainable use of its biodiversity. To support this demand, the present methodology was developed to characterize the environment and genetics of yerba mate populations. The method developed consisted of: 1) defining the peripheral zones of occurrence of yerba mate and indicating regions with priority for sampling; 2) obtain samples for genotyping and to determine phenolic compounds in leaves; 3) sample the soils; 4) analyze the climate; and 5) identify the ecological niches of populations. The collections took place at five points in the peripheral zones of the species natural distribution area, where their populations have greater genetic diversity. The material was genotyped for knowledge of its genetic characteristics. Its leaves were analyzed for phenolic compounds. The results obtained demonstrate that yerba mate occurs in nature in adverse pedoclimatic conditions, from the extreme south of Brazil, in the state of Rio Grande do Sul, to the south of Mato Grosso do Sul, at altitudes ranging from 211 to 1700 meters, in the most diverse types of soils, from the deepest to the shallowest, in varied fertility conditions, in a cold and humid climate, with varied risks of frost, forming groups of populations with common characteristics, depending on the pedoclimatic conditions of each region. The developed methodology can be applied to populations of other native tree species.

KEYWORDS: Genetic conservation, species distribution, *Ilex paraguariensis*.

1 | INTRODUÇÃO

Ilex paraguariensis (A. St. Hil.), conhecida popularmente como erva-mate no Brasil ou yerba mate nos países da América Latina de língua espanhola, é uma espécie arbórea nativa das regiões serranas frias e úmidas do Sul e do Centro Oeste do Brasil. A espécie ocorre na Mata Atlântica, concentrando-se na Floresta com Araucária, fitofisionomia

conhecida também como Floresta Ombrófila Mista (FOM), um dos mais importantes tipos de vegetação do bioma Mata Atlântica e de elevada vulnerabilidade às mudanças climáticas globais. A FOM ocorre nas regiões de altitude do Sul e do Sudeste do Brasil, em áreas de temperaturas muito baixas. As espécies que ocorrem neste tipo de vegetação são vulneráveis porque, com o aquecimento global, não têm onde se realocarem e estão sujeitas a maior perda de diversidade, principalmente nas áreas periféricas e de transição climática. A manutenção da cobertura arbórea é fundamental para garantir a capacidade de adaptação e de resiliência da espécie às ameaças climáticas, bem como os serviços ecossistêmicos, entre os quais estão relacionadas as seguranças hídrica e energética do Sul e do Sudeste do país e a mobilização de carbono da atmosfera. Nela ocorrem as nascentes dos principais rios da região que suprem os reservatórios de água para as cidades, o campo e as hidroelétricas.

A obtenção de resultados que gerem informações para auxiliar no aumento da capacidade de adaptação e de resiliência da espécie às ameaças climáticas e que visem garantir a manutenção de sua diversidade genética é fundamental e atende aos termos do acordo do clima de Paris, 21^a Conferência das Partes - COP21, da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, do qual o Brasil é signatário e no qual se comprometeu a aumentar a capacidade de conservação das espécies nativas e a garantir o uso sustentável dos recursos da biodiversidade dos biomas brasileiros, inclusive os do bioma Mata Atlântica.

No trabalho, foram obtidos resultados que auxiliarão os formuladores de políticas públicas e os tomadores de decisão na criação de leis e normas que colaborem para manter a capacidade de adaptação e de resiliência da erva-mate às ameaças do clima, como a indicação de áreas de menores riscos climáticos e de grupos de populações com características comuns, que podem facilitar a indicação das melhores zonas para estabelecimento da espécie e, assim, auxiliar nos processos de tomada de decisão.

Neste contexto, desenvolvemos uma metodologia para caracterizar o ambiente e a genética de populações naturais de erva-mate, visando garantir a manutenção ou aumento da capacidade de conservação e do uso sustentável dos recursos genéticos da espécie. O método consiste de cinco etapas: 1) definição das zonas periféricas de distribuição de erva-mate e seleção de regiões com prioridade para amostragem; 2) amostragem no campo para genotipagem e indicação de compostos fenólicos nas folhas; 3) amostragem de solo; 4) caracterização do clima, e 5) identificação dos nichos ecológicos dos grupos populacionais. Atualmente, o presente protocolo está sendo utilizado para estudo de populações situadas na região Sul do Brasil, área de predominância da espécie.

Embora tenha sido desenvolvido para erva-mate, o método pode ser aplicado, com adaptações, para uso em outras espécies arbóreas nativas. O método pode servir também para que pesquisadores na área de conservação de recursos genéticos elaborem planos de amostragem de material genético no campo com uma abordagem multidisciplinar.

2 | METODOLOGIA

No desenvolvimento do método, foram programadas atividades multidisciplinares envolvendo diferentes áreas do conhecimento, com o objetivo de obter informações para garantir o aumento da capacidade de conservação e do uso sustentável dos recursos genéticos da erva-mate. Para atingir este objetivo, diferentes grupos populacionais da espécie foram caracterizados geneticamente e relacionados ao sítio de ocorrência de cada um quanto aos atributos pedoclimáticos, analisando o desenvolvimento dos indivíduos no ambiente. Para este fim, foram feitos dois tipos de levantamento, o primeiro contando com dados primários obtidos em campo e o segundo, com dados secundários da literatura e de herbários de acesso público, como os do Centro de Informações Ambientais – CRIA (CRIA, 1999), por exemplo.

No trabalho de campo, foram feitas expedições a algumas regiões estratégicas dentro da região de distribuição natural da espécie, em áreas periféricas e de transição climática, onde alguns indivíduos foram aleatoriamente selecionados, amostrados e georreferenciados, respeitando-se um raio mínimo de 100m entre as árvores, para evitar a obtenção de amostras aparentadas. Paralelamente, os parâmetros pedoclimáticos dos locais de coleta foram levantados.

Entre os atributos pedológicos, obteve-se a classificação do solo e a profundidade, drenagem, pedregosidade, textura e fertilidade do solo. Para cada indivíduo, mediu-se a altura e a circunferência na altura do peito (CAP). Estas informações serviram para desenvolver modelos de crescimento dos indivíduos nos seus habitats, permitindo caracterizá-los geneticamente em relação ao potencial de produção.

Em relação aos pontos de presença da espécie, dados secundários foram compilados e organizados, avaliando sua qualidade e eliminando aqueles com suspeita de erro, por exemplo os discrepantes, com o objetivo de completar os levantamentos de campo e dar uma melhor dimensão espacial às análises. Este processo de validação de dados é necessário, pois os bancos são alimentados por diversas fontes, provenientes de diversos herbários que utilizam metodologias distintas, sendo necessária uma uniformização.

Com o mesmo objetivo, foram utilizados também dados secundários de clima, de solos e de parâmetros genéticos das populações naturais, como testes de procedências e de progênes obtidos na literatura.

2.1 Definição das zonas periféricas de distribuição da erva-mate visando o planejamento estratégico para amostragem

Ao todo, para o desenvolvimento do trabalho, foram feitas cinco expedições a campo e, em cada uma delas, houve uma etapa de planejamento da viagem, por meio de contatos previamente estabelecidos, verificando a possibilidade de acompanhamento de um técnico local, com bom conhecimento da região e das áreas preservadas, com o

objetivo de amostrar as áreas com melhor conservação e evitar a amostragem em áreas não conservadas, com árvores provenientes de outras regiões.

As coletas de campo foram feitas priorizando as zonas periféricas de distribuição da espécie, onde a diversidade genética é maior e o risco de extinção de populações mais fragilizadas e menos adaptadas é maior. Devido às diferenças das condições do clima nas zonas periféricas em relação às zonas predominantes da espécie, existem populações de erva-mate que são únicas (endêmicas) e ocorrem apenas nestas zonas e, por estarem no limite máximo das condições favoráveis para se desenvolver, o risco de extinção é iminente e pode ser irreversível.

Assim, alguns critérios foram definidos pela equipe para a seleção das regiões visando a amostragem, entre os quais priorizar áreas mais preservadas, dentro de Florestas Nacionais (Flonas) ou no entorno, seguindo orientação de seus diretores, ou Parques Nacionais. Nos locais em que não existiam Flonas ou Parques, as áreas melhor preservadas foram indicadas por professores e pesquisadores das universidades locais e institutos de pesquisa, envolvendo também a participação das comunidades locais, geralmente agricultores familiares.

Foram feitas expedições aos seguintes locais: estados do Rio de Janeiro e de Minas Gerais - Parque Nacional do Itatiaia; estado do Rio Grande do Sul - municípios da Serra do Sudeste (Escudo Sul-Riograndense) - Pelotas, Canguçu e Santana da Boa Vista; Flona de São Francisco de Paula; município de Machadinho e região; Flona de Passo Fundo; estado do Paraná - município de Quatro Barras e região; Mato Grosso do Sul – município de Laguna Caarapá. A Figura 1 traz uma representação sintética da metodologia utilizada.

Os levantamentos feitos nas cinco expedições serviram para aumentar as amostragens que estão sendo feitas ao longo das últimas décadas, formando um banco de dados da espécie, e que requer continuidade, ao longo das próximas décadas, com novas expedições, por exemplo, às regiões sudoeste, oeste e noroeste do estado do Paraná, conhecidas por possuírem características de solo e de clima inigualáveis e que são capazes de proporcionar desenvolvimento diferenciado das espécies, entre as quais a erva-mate, assim como os estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

2.2 Genotipagem

Nas regiões selecionadas para as expedições, foram efetuados os trabalhos de campo, selecionando aleatoriamente indivíduos para a identificação, mensuração e coleta de material biológico. Em cada local amostrado, foram analisadas em média 30 árvores, respeitando o raio mínimo de 100m entre indivíduos (Sousa et al., 2005), conforme mencionado anteriormente. Foram registradas as coordenadas geográficas dos indivíduos; foram feitas coletas de amostras de folhas para genotipagem (em laboratório), visando conhecer as características genéticas das populações (Figura 2).

2.2.1 Amostragem para genotipagem

Genotipagem é a técnica que visa conhecer a constituição genética de uma célula, de um organismo ou de um indivíduo. Várias técnicas podem ser usadas para este fim. Uma delas é a de microssatélites, que são unidades de repetição de pares de bases de DNA (Adenina-Timina: AT e Guanina-Citosina: GC), as quais são utilizadas como marcadores genéticos em estudos de parentesco. Neste trabalho, foi utilizada a técnica de microssatélites para o conhecimento da constituição genética de populações de erva-mate (Sousa et al., 2005).

O método tradicional de amostragem para genotipagem de espécies arbóreas, utilizado neste trabalho, baseia-se na coleta de folhas e ramos.

2.3 Amostragem de solos

Amostras de solos (Figura 3) foram coletadas nas profundidades de 0-20 cm; 20-50 cm e 50-100 cm, em local próximo à coleta de cada indivíduo amostrado, sendo feita sua classificação no campo. Em cada expedição, foram coletadas em torno de 90 amostras de solos para a determinação dos atributos pedológicos, entre os quais profundidade, drenagem, pedregosidade, textura, fertilidade, capacidade de armazenamento de água (CAD), quantidade de matéria orgânica e pH. As amostras foram levadas ao laboratório para as análises físicoquímicas.

Paralelamente, foram trabalhados dados secundários, com levantamento dos mapas de solos dos Estados com ocorrência de erva-mate, compondo uma legenda completa, com todos os atributos importantes para erva-mate, de acordo com os critérios estipulados em Garrastazu et al. (2009).

Em ambiente SIG, a partir do mapa com as classes de solos por Estado, as tabelas de atributos correspondente aos mapas foram exportadas do ArcGIS para o formato texto (dbf), as quais foram trabalhadas em planilha eletrônica do Excel, inserindo os dados dos atributos de solos que não haviam no mapa original (profundidade, drenagem, pedregosidade etc.). A tabela dos atributos foi elaborada e associada às legendas dos solos a partir de informações das cartilhas que acompanhavam os mapas. Na etapa seguinte, a tabela foi importada novamente para o ArcGIS, obtendo-se o mapa de solos com a legenda atualizada contendo os atributos, cada um compondo uma camada, pronta para ser utilizada no mapeamento da distribuição de ocorrência de erva-mate ou para uso na caracterização dos atributos de solos de cada ponto de ocorrência da espécie.

2.4 Caracterização do clima

A importância de analisar as condições climáticas para o desenvolvimento da erva-mate ocorre em função de poder definir um calendário para plantio, nas melhores condições e nas melhores regiões, compreendida pelas regiões em que as variáveis climáticas melhor atendem à necessidade da espécie (Wrege et al., 2016), além de poder relacionar com os

dados de crescimento da espécie.

A caracterização do clima nas regiões em que a erva-mate ocorre foi estabelecida por meio de sistemas de informações geográficas - SIG. Neste ambiente, as camadas de clima elaboradas por Wrege et al. (2011) (Wrege et al., 2016; 2018a) (escala 1:250.000) foram relacionadas aos pontos georreferenciados de ocorrência de indivíduos da espécie, usando a função do ArcGIS (ESRI, 2011) “Extract values to point”, onde, para cada ponto, foi obtido um valor de cada variável climática para cada mês, estação do ano e para o ano na região Sul do país.

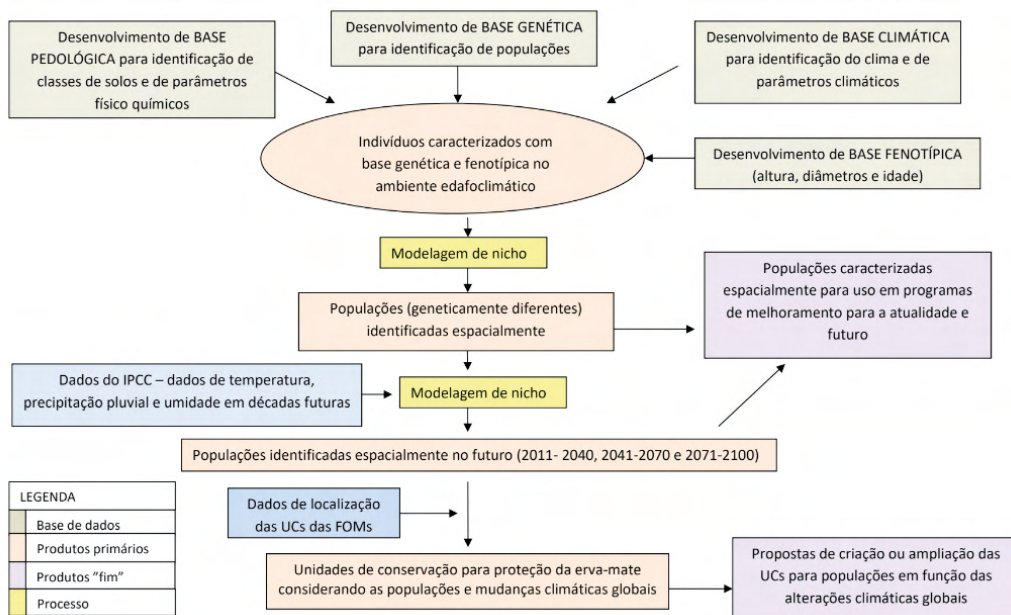


Figura 1. Representação esquemática dos procedimentos metodológicos desenvolvidos para erva-mate (elaborado por Marcos Silveira Wrege).

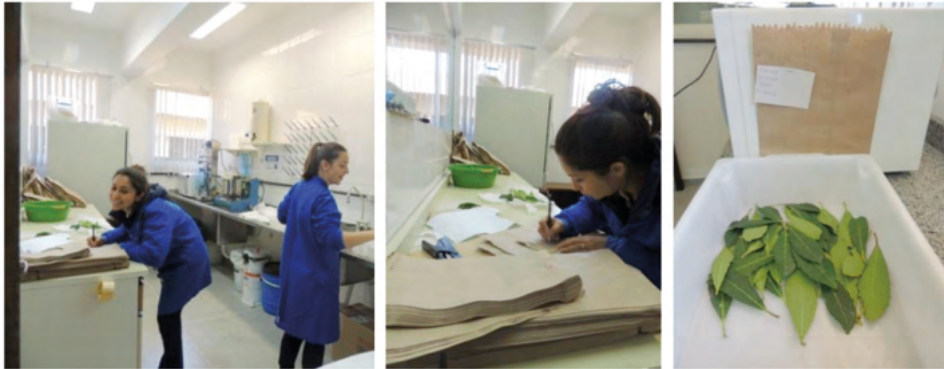


Figura 2. Extração das folhas da erva-mate para genotipagem das populações. Fotos: Márcia Toffani Simão Soares.



Figura 3. Extração de amostras de solos e classificação em campo
(Foto: Márcia Toffani Simão Soares).

As variáveis climáticas relacionadas, referentes ao período 1976-2005, foram a temperatura mínima, mínima absoluta, média, máxima e máxima absoluta; pluviosidade; evapotranspiração potencial e a diferença (P-ETP) entre a precipitação pluvial (P) e a evapotranspiração potencial (ETP). A fonte dos dados primários utilizados que deram origem às camadas das variáveis climáticas referem-se ao IDR (Iapar/Emater), Epagri, Fepagro, 8º Disme/Inmet, ANA, Universidades Federais e Embrapa, obtidas de Wrege et al. (2011).

As camadas foram geradas por dois métodos diferentes, dependendo de suas características: 1) “regressão linear múltipla” (Pinto et al., 1972), no caso das temperaturas e evapotranspiração potencial; ou 2) “krigagem indicatriz”, no caso da precipitação pluvial e do balanço hídrico. No primeiro caso, utilizou-se o modelo numérico do terreno (MNT) (USGS, 1999), que representa a altitude, além de modelos gerados para a latitude e a longitude (escala 1:250.000), seguindo-se metodologia conforme Wrege et al. (2011).

As relações existentes entre a temperatura e a altitude (MNT, em metros), a latitude e a longitude (em graus decimais) foram estabelecidas pela seguinte expressão matemática:

$$\text{temperatura} = a + b \times (\text{altitude}) + c \times (\text{latitude}) + d \times \text{longitude}$$

Onde:

a: constante; b: coeficiente da altitude; c: coeficiente da latitude; d: coeficiente da

longitude.

Para a obtenção das camadas das temperaturas, utilizou-se a função calculadora de camadas (“raster calculator”) do programa ArcGIS (ESRI, 2011), onde foi aplicada a equação apresentada anteriormente. Os coeficientes das equações de regressão foram publicados por Wrege et al. (2011; 2016).

A técnica da “krigagem indicatriz” foi usada para mapear a precipitação pluvial e o balanço hídrico. Usou-se a função “Geostatistical Analyst” do ArcGIS para elaborar as camadas (escala 1:250.000).

Do mesmo modo que foi feito para os solos, as variáveis de clima podem ser relacionadas à composição fitoquímica das folhas de erva-mate e, com os dados obtidos no item referente aos solos, relacionar a composição das folhas com as variáveis pedoclimáticas (solo + clima) e determinar quais são as melhores condições ambientais para o desenvolvimento da erva-mate e a produção dos compostos.

2.5 Definição de zonas homogêneas

Técnicas estatísticas foram usadas para auxiliar na definição do clima na região de distribuição da espécie, contribuindo para estabelecer os limites dos parâmetros climáticos dentro dos quais a espécie encontra condições para o seu desenvolvimento (Fritzsons et al., 2017; 2018). O trabalho foi feito em nível de estado, para a região sul do país, utilizando dados climáticos obtidos de Wrege et al. (2011). Os dados foram separados em dois grupos, baseados no “Zoneamento Ecológico para Plantios Florestais do estado do Paraná e do estado de Santa Catarina” (Carpanezi et al., 1986, 1988): 1) zonas onde a erva-mate ocorre naturalmente e 2) zonas onde não ocorre.

Foram utilizados os seguintes dados: temperatura média anual, temperatura média no verão, no inverno; média da precipitação pluvial acumulada no ano, no inverno, no verão; diferença entre precipitação pluvial e evapotranspiração potencial acumulada no ano, no verão e no inverno (mm); altitude (m) e insolação média anual (horas). Os dados utilizados, referentes ao período entre 1976 e 2005, foram publicados por Wrege et al. (2011), provenientes de estações meteorológicas do Sul do Brasil, entre as quais as do IDR (Iapar/Emater), Ciram/Epagri, Deapi, ANA, 8º Disme/Inmet, universidades federais e Embrapa.

Os dados foram organizados em planilhas eletrônicas e submetidos à análise estatística descritiva, para identificar os valores médios, máximos e mínimos. Foram aplicados dois testes estatísticos, o de Student e o de Mann-Whitney, para verificar quais variáveis climáticas foram significativamente diferentes, utilizando respectivamente os valores médios e as medianas referentes a cada grupo.

Por sua vez, nas áreas onde a erva-mate está presente, os pontos de presença da espécie foram separados em grupos pela análise de cluster. Para este fim, utilizou-se dados de clima das estações meteorológicas mais próximas possível de cada ponto.

Utilizou-se uma outra análise estatística, a ANOVA (one way) para diferenciar subgrupos resultantes da análise de cluster. Os gráficos de distribuição de frequências auxiliaram na visualização das diferenças dos grupos e subgrupos.

2.6 Identificação dos nichos ecológicos de grupos populacionais

A modelagem de nicho ou modelagem de distribuição (potencial) de espécies trabalha com dados de distribuição geográfica de espécies, entre as quais latitude e longitude, e com camadas ambientais, como variáveis de clima, atributos de solos e, ou elementos da paisagem (como relevo, topografia etc.), compondo um sistema matemático de previsão de distribuição geográfica de espécies.

Predição mais precisa requer um conjunto de pontos georreferenciados de qualidade, contando com a certeza da presença da espécie. As camadas ambientais precisam corresponder às regiões onde a espécie ocorre. Quanto mais detalhada for a escala das camadas, melhor poderá ser a representação dos resultados contendo as predições de ocorrência da espécie. Todas as camadas devem ter a mesma dimensão, escala e projeção.

A predição de ocorrência de erva-mate foi feita utilizando dois modelos de algoritmos: *Bioclim* e *Niche Mosaic*. Esses modelos foram selecionados por representarem melhor as condições naturais de ocorrência da espécie. Para cada espécie, há um modelo correspondente que gera o melhor resultado, com menor erro de previsão de ocorrência.

As zonas periféricas da região de distribuição de erva-mate foram delimitadas, baseando-se nos elementos de paisagem (relevo e altitude) e nas variáveis de clima. O efeito das mudanças climáticas (WMO, 2013) foi testado sobre as zonas de ocorrência da espécie, utilizando dados climáticos do Sul do país (Wrege et al., 2011) e das demais regiões de ocorrência de erva-mate. Para os cenários futuros, foram utilizados modelos climáticos do Eta RCM (modelo climático regional), o HadGEM2-ES, o qual engloba toda a América do Sul, América Central e Caribe, cujos cenários futuros foram preditos de acordo com o proposto no Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (AR5/IPCC) (IPCC, 2013).

As áreas correspondentes à zona de distribuição da erva-mate foram calculadas, usando dois modelos matemáticos (algoritmos). As áreas dos cenários futuros também foram calculadas, em metros quadrados, além da percentagem de sua redução.

Os programas usados foram o Open Modeller (Muñoz et al., 2011) e o ArcGIS 10.1 (ESRI, 2011). O primeiro é um programa de modelagem de nicho ecológico, de acesso público. O segundo é um software proprietário de sistema de informações geográficas – SIG, que trabalha com operações e edições de camadas e indica escala, posição do Norte, sistema de projeção, cálculo de áreas e permite elaborar legenda com a classificação de zonas. Mapas de referência para grupos populacionais de erva-mate contendo sua localização foram elaborados.

3 | RESULTADOS OBTIDOS

A caracterização das zonas de distribuição de erva-mate quanto às variáveis de clima, aos atributos de solos e ao material genético é fundamental para o desenvolvimento da cultura no país, demandando, para este fim, uma metodologia multidisciplinar. Assim, pode-se conhecer o desenvolvimento de um conjunto de indivíduos com características comuns - grupos de populações - por região, em função das condições ambientais (solo e clima). Com este intuito, foram feitas as expedições às cinco regiões do país citadas anteriormente, priorizando as zonas periféricas da distribuição da espécie, a fim de se conhecer as condições pedoclimáticas que limitam sua ocorrência e obter amostras de populações com maior diversidade genética. Estas zonas têm maior riqueza de material genético e contêm populações únicas, endêmicas, pelo fato de ocorrerem condições ambientais diferentes, existentes apenas nas zonas de transição. As populações, nestas zonas, estão sujeitas a um risco maior de “desaparecimento” (extinção), por estarem situadas na zona periférica de distribuição da espécie, onde a faixa de clima representa o ponto de virada entre a região favorável e a desfavorável. Portanto, são zonas que devem ser priorizadas para a amostragem de indivíduos e caracterização do ambiente, que podem deixar de existir em decorrência das mudanças climáticas globais e das ações antrópicas, as quais têm sido responsáveis pela maior fragmentação da cobertura florestal. A necessidade é urgente de trabalhos multidisciplinares voltados às espécies nativas quanto ao ambiente e à genética, com alto nível de detalhamento, unindo as diferentes áreas do conhecimento na convergência de esforços para constituir bancos de dados, os quais sirvam para auxiliar nos processos de tomada de decisão visando a conservação destas espécies.

Neste sentido, o Brasil se comprometeu em aumentar a capacidade de conservação da diversidade genética e fazer o uso sustentável de suas espécies nativas no Acordo do Clima de Paris, em 2015, na 21ª Conferência das Partes - COP21.

Assim, esta metodologia pode ser empregada inteiramente ou em partes, com adaptações, para a maioria das espécies arbóreas brasileiras. O trabalho contém informações estratégicas tanto para os profissionais que trabalham com a conservação de espécies nativas, como para os que desenvolvem programas de melhoramento genético.

Os resultados obtidos relacionam-se com as seguintes áreas do conhecimento, as quais podem se aperfeiçoar a partir do conhecimento adquirido:

“Melhoramento genético” - os programas de melhoramento genético de erva-mate podem ser aperfeiçoados por meio do mapeamento de grupos populacionais e da caracterização de seus sítios, estratégico para o uso do germoplasma da espécie. O conhecimento das condições ambientais e genéticas das populações permitem identificar, no campo, os melhores grupos de populações para uso nos programas de melhoramento genético da espécie. Indivíduos com diferentes características fenotípicas podem ser

caracterizados e selecionados para uso em programas de melhoramento ou diretamente em plantios comerciais mais produtivos.

“Conservação dos recursos genéticos” - a identificação de populações com maior divergência genética poderá contribuir efetivamente para a conservação e o uso sustentável dos recursos genéticos de erva-mate, reduzir a perda de diversidade genética e, assim, reduzir o risco de extinção de algumas populações (ou procedências) menos adaptadas, principalmente aquelas situadas nas zonas periféricas de distribuição da espécie, tais como aquelas do extremo sul do Rio Grande do Sul, onde o ambiente é diferente dos demais, e outras populações encontradas em fragmentos mais ao norte da região de ocorrência, que apresentam características diferentes. As populações nas zonas periféricas são as que têm maior diversidade genética. A garantia de manutenção desta diversidade é importante também para assegurar recursos renováveis para a geração de novos produtos que poderão futuramente ser desenvolvidos a partir da geração de compostos fenólicos presentes nas folhas.

Para a conservação das populações naturais de erva-mate, os reflorestamentos ou os plantios em bancos de germoplasma devem ser feitos nos ambientes os mais semelhantes possível aos de onde foram feitas as coletas de sementes, para conservar os genes adaptados ao ambiente específico onde a população se desenvolveu, evitando com isso a exogamia, que é o cruzamento de indivíduos provenientes de populações de outros locais com as populações do local.

O método desenvolvido serve de base para que profissionais na área de conservação de recursos genéticos elaborem planos de amostragem de material genético no campo, com uma abordagem multidisciplinar.

“Políticas públicas” – Com os dados levantados nas expedições a campo, foi possível mapear a zona de distribuição de erva-mate e elaborar cenários futuros, analisando o que poderá ocorrer no futuro quanto à distribuição da espécie em relação às mudanças climáticas globais. Assim, os formuladores de políticas públicas e os tomadores de decisão terão informações que darão suporte à tomada de decisão para a criação de leis e normas relativas a criação de novas áreas a serem protegidas ou garantir as existentes, visando a conservação da espécie.

“Zoneamento de riscos climáticos” - a caracterização dos genes e do ambiente dos grupos de populações de erva-mate colabora para a definição de critérios e classes de aptidão ou de riscos de atributos pedoclimáticos, que identifiquem as regiões com os menores riscos climáticos para plantio comercial ou não comercial da erva-mate, voltados à constituição de reserva legal, banco de germoplasma etc.

“Modelos de distribuição de espécie” - com o desenvolvimento dos modelos de distribuição de erva-mate em nível de grupos de populações, pode-se identificar as regiões com maior potencial de uso da espécie em reflorestamento, visando a produção comercial, ou a indicação de regiões para composição em plantios destinados à reserva legal,

em atendimento ao código florestal. As áreas com maior risco de perda de populações e redução da diversidade genética da espécie, em função das ações antrópicas e das mudanças climáticas globais, também foram identificadas e, assim, podem ser sugeridas ações de mitigação dos impactos causados pelas ameaças climáticas, incluindo a criação de novas Unidades de Conservação (UCs), expansão ou manutenção das existentes, de acordo com o Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012).

4 | CONCLUSÕES

A metodologia multidisciplinar desenvolvida é passível de uso para outras espécies arbóreas nativas e pode contribuir na formação de bancos de dados sobre estas espécies, os quais podem aumentar o conhecimento e gerar subsídios para o aumento de produtividade.

O uso da metodologia desenvolvida, ao indicar grupos de populações ou de regiões estratégicas com características comuns, pode auxiliar no desenvolvimento de programas de conservação ou melhoramento genético de erva-mate mais eficientes, com o mapeamento das populações e descrição de suas características genéticas, solo e clima.

Com o objetivo de garantir a capacidade de adaptação e resiliência da erva-mate às ameaças climáticas e às ações antrópicas, o uso da metodologia pode dar suporte à seleção de áreas para criação de novas unidades de conservação - UCs, ou de manutenção ou expansão das existentes, para a conservação dos recursos genéticos da espécie.

Com os resultados obtidos, existem condições para a elaboração de um zoneamento de riscos climáticos para a erva-mate, que indique áreas de menor risco para o estabelecimento dos plantios, com a possibilidade de que os agentes financeiros venham a se interessar por financiá-los, incentivando a conservação pelo uso.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio dado pelos coordenadores das Florestas e Parques Nacionais visitados, onde obteve-se apoio para o desenvolvimento das ações previstas no projeto Araucamate, especialmente ao Sr. Adão da Costa Gúlich, diretor da Flona de Passo Fundo (RS), pelo auxílio aos trabalhos desenvolvidos na Flona que coordena e pela viabilização de novos contatos com outras Flonas; Sra. Edenice Brandão de Ávila, diretora da Flona de São Francisco de Paula (RS); Sr. Léo Nascimento, diretor do Parque Nacional do Itatiaia (RJ); aos funcionários da Embrapa Florestas, Sr. Jacir Faber e Sr. Moacir Taverna (in memoriam), pelos auxílios nos trabalhos de campo; à equipe do Laboratório de Genética, da Xiloteca e do Laboratório de Solos e Ciclos Biogeoquímicos da Embrapa Florestas e à Embrapa, pelo financiamento do Projeto Araucamate e apoio logístico.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro.

Capanezzi, A. A.; Ferreira, C. A.; Rotta, E. et al. Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná, Curitiba, EMBRAPA-CNPQ, 86p., 1986.

Capanezzi, A. A.; Pereira, J. C. D.; Carvalho, P. E. R. et al. Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado de Santa Catarina, Curitiba, EMBRAPA-CNPQ, 100p., 1988.

CRIA-BDT, IC/Unicamp, 1999. SinBiota - **Sistema de Informação Ambiental do Programa Biota/ FAPESP**. Disponível em: <<http://www.biotasp.org.br/sia/>>. Acesso em: 25 set 2015. Centro de Referência em Informação Ambiental - BDT e Instituto de Computação - Unicamp.

ESRI 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute. Pinto et al., 1972

Fritzsons, E. et al. Distribuição da erva-mate no Estado do Paraná (Brasil): fatores climáticos limitantes. **Raega: O Espaço Geográfico em Análise**, v. 44, p. 258-271, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v44i0.50259.b>

Fritzsons, E.; Mantovani, L.E.; Wrege, M.S. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado de Santa Catarina, Brasil (Relationship between altitude and temperature: a contribution to climatic zoning for the State of Santa Catarina, Brazil). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 18, p. 80-92, 2016.

Fritzsons, E.; Wrege, M.; Mantovani, L. E. Fatores climáticos limitantes para a distribuição da erva-mate no estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, v.45, p.663/4 - 672, 2017

Fritzsons, E.; Wrege, M.S.; Mantovani, L.E. Altitude e temperatura: estudo do gradiente térmico no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 16, p. 108-119, 2015.

Garrastazu, M. C.; Flores, C. A.; Wrege, M. S.; Alba, J. M. F. **Zoneamento Edafoclimático para o Eucalipto na Região do Corede Sul - RS**. In: Carlos Alberto Flores; José Maria Filippini Alba; Marcos Silveira Wrege. (Org.). Zoneamento Agroclimático do Eucalipto para o Estado do Rio Grande do Sul e Edafoclimático na Região do Corede Sul - RS. 1ed.Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009, v. 1, p. 69-78.

IPCC 2013. Intergovernmental Panel on Climate Change 2013. Climate Change: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. and Midgley, P.M. Eds., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013,1535 p. <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9781107415324>.

Muñoz, M.E.S., Giovanni, R., Siqueira, M.F., Sutton, T., Brewer, P., Pereira, R.S., Canhos, D.A.L.; Canhos, V.P. (2009). 'OpenModeller:a generic approach to species' potential distribution modelling'. **Geoinformatica**. <http://dx.doi.org/10.1007/s10707-009-0090-7>.

Sousa, V.A. de; Sebbenn, A.M.; Hattemer, H.; Ziehe, M. Correlated mating in populations of a dioecious Brazilian conifer, *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. **Forest Genet**, v. 12, p. 107-119, 2005.

U.S. Geological Survey - Survey National Mapping Division. **Global 30 arc second elevation data**. 1999. Disponível em: <<http://edcwww.cr.usgs.gov/landdaac/gtopo30/gtopo30.html>>. Acesso em: 10 jul. 1999.

WMO. World Meteorological Organization. **A decade of Climate Extremes**, Summary Report, 8 p. 2013.

Wrege, M. S.; Fritzsos, E.; Soares, M. T. S.; Pantano, A.P.; Steinmetz, S.; Caramori, P. H.; Radin, B.; Pandolfo, C. Risco de ocorrência de geada na região Centro-Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, p. 524-553, 2018. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/57306>>. Acesso em: 07 ago. 2019.

Wrege, M. S.; Sousa, V.A.; Fritzsos, E.; Soares, M.T.S.; Aguiar, A.V. Predicting Current and Future geographical distribution of Araucaria niche modeling. **Environmental and Ecology Research**, v. 4, p. 269-279, 2016.

Wrege, M.S.; Steinmetz, S.; Reisser Jr, C.; Almeida, I.R. **Atlas Climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 336 p.

SOBRE OS ORGANIZADORES

FELIPE SANTANA MACHADO - Felipe é professor de ciências e biologia para os ensinos fundamental e médio, bem como leciona gestão ambiental em cursos técnicos. É especialista em Morfofisiologia Animal e Gestão Ambiental, mestre em Ecologia Aplicada e doutor em Engenharia Florestal. Atualmente é professor efetivo de educação básica e tecnológica do Estado de Minas Gerais e também pela prefeitura de São Gonçalo do Sapucaí (MG). Apresenta vínculo funcional com o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Além de lecionar, atua em estudos de conservação e manejo de animais silvestres, principalmente sobre a relação da vegetação com vertebrados terrestres. Sua experiência profissional gerou uma ampla gama de publicações técnicas e científicas que incluem artigos científicos em revistas nacionais e internacionais, bem como relatórios técnicos de avaliação de impactos ambientais.

ALOYSIO SOUZA DE MOURA - Aloysio é Biólogo, mestre em Ecologia Florestal, pelo Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) com ênfase em Avifauna de fitofisionomias montanas. É observador e estudioso de aves desde 1990, e atualmente doutorando em Ecologia Florestal, pelo Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) tendo como foco aves e vegetações de altitude. Atua em levantamentos qualitativos e quantitativos de avifauna, diagnóstico de meio-biótico para elaborações de EIA-RIMA. Tem experiência nas áreas de Ecologia e Zoologia com ênfase em inventário de fauna, atuando principalmente nos seguintes temas: Avifauna, Cerrado, fragmentação florestal, diagnóstico ambiental, diversidade de fragmentos florestais urbanos e interação aves/plantas.

ÍNDICE REMISSIVO

B

Biodiversidade 32, 38, 40, 87, 89

C

Cedro 57, 59

Ciência 59, 60, 69, 84

Collecting 4, 11

Comunidades Rurais 38, 40, 41, 45, 46

Conservação 3, 4, 5, 1, 2, 60, 61, 62, 66, 68, 69, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 97, 98, 99, 102

D

Deforestation 6, 9

E

Ecology 12, 84, 101

Economia Camponesa 38, 40, 47

F

Fenofase 71

Fluorescência da clorofila 4, 57, 58, 59

Fotoperíodo 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 83, 86

G

Gestão Ambiental 86, 102

I

Ipê 57, 59, 77, 86

M

Management 4, 3, 4, 5, 7, 11, 13, 14, 16, 60, 61

Manejo Sustentável 36

Meio Ambiente 60, 61, 68

Mudanças Climáticas 2, 12, 72, 89, 96, 97, 98, 99

Mudas 3, 57, 58, 59

N

Nature 14, 85, 88

P

Pollution 85

Precipitação 62, 71, 73, 74, 75, 78, 80, 81, 82, 83, 94, 95

Preservação 3, 2, 40

R

Rustificação 57, 59

S

Sustainability 11, 13, 17, 39

Sustentabilidade 38, 39

T

Temperatura 62, 71, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 83, 94, 95, 100

W

Water Management 4, 13, 14

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA FLORESTAL



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA FLORESTAL



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br