

**Milson dos Santos Barbosa
Clécio Danilo Dias da Silva
Danyelle Andrade Mota
Lays Carvalho de Almeida**



Interações
entre **MEIO AMBIENTE,**
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
e **ECONOMIA CIRCULAR**

Direção Editorial

Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares

Organizadores

Prof.º Dr. Milson dos Santos Barbosa
Prof.º Me. Clécio Danilo Dias da Silva
Prof.ª Dr.ª Danyelle Andrade Mota
Prof.ª Dr.ª Lays Carvalho de Almeida

Capa

AYA Editora

Revisão

Os Autores

Executiva de Negócios

Ana Lucia Ribeiro Soares

Produção Editorial

AYA Editora

Imagens de Capa

br.freepik.com

Área do Conhecimento

Ciências Agrárias

Conselho Editorial

Prof.º Dr. Aknaton Toczec Souza

Centro Universitário Santa Amélia

Prof.ª Dr.ª Andréa Haddad Barbosa

Universidade Estadual de Londrina

Prof.ª Dr.ª Andreia Antunes da Luz

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. Argemiro Midonês Bastos

Instituto Federal do Amapá

Prof.º Dr. Carlos López Noriega

Universidade São Judas Tadeu e Lab. Biomecatrônica - Poli - USP

Prof.ª Dr.ª Claudia Flores Rodrigues

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Prof.º Me. Clécio Danilo Dias da Silva

Centro Universitário FACEX

Prof.ª Dr.ª Daiane Maria De Genaro Chiroli

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Danyelle Andrade Mota

Universidade Federal de Sergipe

Prof.ª Dr.ª Déborah Aparecida Souza dos Reis

Universidade do Estado de Minas Gerais

Prof.ª Ma. Denise Pereira

Faculdade Sudoeste – FASU

Prof.ª Dr.ª Eliana Leal Ferreira Hellvig

Universidade Federal do Paraná

Prof.º Dr. Emerson Monteiro dos Santos

Universidade Federal do Amapá

Prof.º Dr. Fabio José Antonio da Silva

Universidade Estadual de Londrina

Prof.º Dr. Gilberto Zammar

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Helenadja Santos Mota

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, IF Baiano - Campus Valença

Prof.ª Dr.ª Heloísa Thaís Rodrigues de Souza

Universidade Federal de Sergipe

Prof.ª Dr.ª Ingridi Vargas Bortolaso

Universidade de Santa Cruz do Sul

Prof.ª Ma. Jaqueline Fonseca Rodrigues

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. João Luiz Kovaleski

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.º Me. Jorge Soistak

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. José Enildo Elias Bezerra

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Ubajara

Prof.º Me. José Henrique de Goes

Centro Universitário Santa Amélia

Prof.ª Dr.ª Karen Fernanda Bortoloti

Universidade Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Leozenir Mendes Betim

Faculdade Sagrada Família e Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais

Prof.^a Ma. Lucimara Glap
Faculdade Santana

Prof.^o Dr. Luiz Flávio Arreguy Maia-Filho
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof.^o Me. Luiz Henrique Domingues
Universidade Norte do Paraná

Prof.^o Dr.. Milson dos Santos Barbosa
Instituto de Tecnologia e Pesquisa, ITP

Prof.^o Me. Myller Augusto Santos Gomes
Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof.^a Dr.^a Pauline Balabuch
Faculdade Sagrada Família

Prof.^o Me. Pedro Fauth Manhães Miranda
Centro Universitário Santa Amélia

Prof.^o Dr. Rafael da Silva Fernandes
Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Parauapebas

Prof.^a Dr.^a Regina Negri Pagani
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.^o Dr. Ricardo dos Santos Pereira
Instituto Federal do Acre

Prof.^a Ma. Rosângela de França Bail
Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais

Prof.^o Dr. Rudy de Barros Ahrens
Faculdade Sagrada Família

Prof.^o Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares
Universidade Federal do Piauí

Prof.^a Ma. Silvia Aparecida Medeiros
Rodrigues
Faculdade Sagrada Família

Prof.^a Dr.^a Silvia Gaia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.^a Dr.^a Sueli de Fátima de Oliveira Miranda
Santos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.^a Dr.^a Tânia do Carmo
Universidade Federal do Paraná

Prof.^a Dr.^a Thaisa Rodrigues
Instituto Federal de Santa Catarina

Prof.^o Dr. Valdoir Pedro Wathier
Fundo Nacional de Desenvolvimento Educacional, FNDE

© 2022 - **AYA Editora** - O conteúdo deste Livro foi enviado pelos autores para publicação de acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição Creative Commons 4.0 Internacional (**CC BY 4.0**). As ilustrações e demais informações contidas desta obra são integralmente de responsabilidade de seus autores.

161167 Interações entre meio ambiente, desenvolvimento sustentável e economia circular [recurso eletrônico]. /Organizador Milson dos Santos Barbosa...[et.al.]. -- Ponta Grossa: Aya, 2022. 67p. -- ISBN 978-65-5379-001-8

Inclui biografia

Inclui índice

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

DOI 10.47573/aya.5379.2.56

1. Agricultura familiar. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Educação ambiental. 4. Redução de resíduos. I. Barbosa, Milson dos Santos. II. Silva, Clécio Danilo Dias da. III. Mota, Danyelle Andrade. IV. Almeida, Lays Carvalho. VI. Título

CDD: 363.7

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Bruna Cristina Bonini - CRB 9/1347

International Scientific Journals Publicações de Periódicos e Editora EIRELI

AYA Editora©

CNPJ: 36.140.631/0001-53

Fone: +55 42 3086-3131

E-mail: contato@ayaeditora.com.br

Site: <https://ayaeditora.com.br>

Endereço: Rua João Rabello Coutinho, 557

Ponta Grossa - Paraná - Brasil

84.071-150

Apresentação 7

01

O programa nacional de fortalecimento da agricultura familiar (Pronaf) no estado do Piauí (2015-2020)..... 8

Joabe Alves Carneiro

Ana Valéria Matias Cardoso

Gabriel Cavalcante de Sousa

Juliano Vargas

DOI: 10.47573/aya.5379.2.56.1

02

Uso de resíduos agroindustriais na Biocatálise..... 19

Alan Rozendo Campos da Silva

Carlos Eduardo Maynard Santana

César de Almeida Rodrigues

Jefferson Cleriston Barros dos Santos

Thailan Souza Pereira Lima

Armando Almeida dos Santos Neto

Filipe Smith Buarque

Tamara Stela Mendonça Azevedo

Clécio Danilo Dias da Silva

Lays Carvalho de Almeida

DOI: 10.47573/aya.5379.2.56.2

03

Projeto de implantação de uma ciclofaixa interligando duas principais faculdades da cidade de Jaú – SP 30

Letícia Fonseca do Nascimento

Luiz Felipe Fernandes

DOI: 10.47573/aya.5379.2.56.3

04

Mudanças climáticas e cidades resilientes: de desafios a soluções 41

Willian Carlos Siqueira Lima

Letícia Peret Antunes Hardt

Carlos Hardt

Marlos Hardt

DOI: 10.47573/aya.5379.2.56.4

05

Educação ambiental durante a crise pandêmica Covid-19: uma análise prospectiva..... 56

Isabela Nascimento Souza

Luma Mirely de Souza Brandão

Luana Mayara de Souza Brandão

Nayára Bezerra Carvalho

Regina Luana Santos de França do Rosário

Lays Carvalho de Almeida

Clécio Danilo Dias da Silva

Danyelle Andrade Mota

Milson dos Santos Barbosa

DOI: 10.47573/aya.5379.2.56.5

Organizadores 63

Índice Remissivo 65

Apresentação

A conquista do desenvolvimento sustentável não depende da exploração dos recursos naturais limitados, mas cria uma economia global consciente e inovadora capaz de preservar o meio ambiente ao passo que valoriza, reaproveita e/ou recicla os materiais gerados pela sociedade ao longo dos anos. Para isso, a transição para uma economia circular requer ações interpessoais e políticas, com o potencial de efetivar o desenvolvimento sustentável, ao mesmo tempo em que dissocia o crescimento econômico das consequências negativas do esgotamento dos recursos e da degradação ambiental.

O conhecimento é um forte aliado para capacitar governos e a sociedade e tornar a economia circular uma alternativa real comparável à globalização e à revolução digital. Nesse contexto, a obra “Interações entre o meio ambiente, desenvolvimento sustentável e economia circular” reúne cinco capítulos que além de apresentar novas reflexões sobre conceitos holísticos na área de meio ambiente, revela dados inéditos a partir de análise prospectiva e experiências reais. No primeiro capítulo, apresenta-se uma análise do acesso ao crédito no âmbito do programa nacional de fortalecimento da agricultura familiar (Pronaf) no estado do Piauí. No segundo capítulo, é discutido o importante papel da biocatálise como alternativa para a valorização de resíduos agroindustriais em direção a uma economia circular. Ao avançar a leitura para o terceiro capítulo, revela-se um projeto de incentivo ao transporte sustentável a partir da implantação de uma ciclofaixa interligando as duas principais instituições de ensino superior da cidade de Jaú, em São Paulo. O quarto capítulo aborda os principais desafios e soluções das mudanças climáticas em cidades resilientes, discutindo as diretrizes de planejamento para mitigação do aquecimento global em longo dos anos. Prosseguindo para quinto e último capítulo, o leitor irá encontrar uma análise prospectiva no que diz respeito a educação ambiental em tempos de pandemia COVID-19.

Em suma, organizamos este livro para informar e motivar você, leitor(a), a alcançar a sua própria economia circular a partir da inclusão de ações práticas na vida cotidiana. Reforçamos nossos agradecimentos aos autores por dedicaram suas energias na construção da obra e convidamos você, querido(a) leitor(a), a apreciar todas as informações contidas aqui. Desejamos uma ótima leitura!

Milson dos Santos Barbosa

Clécio Danilo Dias da Silva

Danyelle Andrade Mota

Lays Carvalho de Almeida

01

O programa nacional de fortalecimento da agricultura familiar (Pronaf) no estado do Piauí (2015-2020)

The national program for strengthening family agriculture (Pronaf) in the state of Piauí (2015-2020)

Joabe Alves Carneiro

Ana Valéria Matias Cardoso

Gabriel Cavalcante de Sousa

Juliano Vargas

DOI: 10.47573/aya.5379.2.56.1

RESUMO

O objetivo neste artigo é analisar o crédito no domínio do Pronaf no estado do Piauí (PI), evidenciando sua evolução quanto aos contratos, volume de recursos e condições de créditos acessados entre 2015 e 2020. A metodologia é do tipo exploratória e qualitativa. Os dados foram obtidos nos websites do Banco Central do Brasil, Banco do Nordeste do Brasil, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e literaturas especializadas. Os resultados apontam que: a) o crédito para agricultura familiar é atrativo devido ao juro baixo, prazo e carência favoráveis ao produtor; b) houve ocorrências de secas frequentes e intensas; c) teve aumento do produto interno bruto (PIB) no PI com a oscilação do Pronaf em todo período estudado. Conclui-se que a política de crédito, via Pronaf, é bastante importante para produção de alimentos e o crescimento do PIB no PI.

Palavras-chave: políticas públicas. Piauí. Pronaf. agricultura familiar. crédito rural.

ABSTRACT

The objective in this paper is to analyze the credit in the Pronaf domain in the state of Piauí (Brazil), showing its evolution in terms of contracts, volume of resources and credit conditions accessed between 2015 and 2020. The methodology was exploratory and qualitative. Data were obtained from the websites of the Central Bank of Brazil, Banco do Nordeste do Brasil, Brazilian Institute of Geography and Statistics and specialized literature. The results show that: i) credit for family farming is attractive due to the low interest rate, favorable term and grace period for the producer; ii) there were frequent and intense droughts; iii) there was an increase in the gross domestic product in PI with the oscillation of Pronaf throughout the studied period. It is concluded that the credit policy, via Pronaf, is very important for food production and gross domestic product growth in PI.

Keywords: public policies. Piauí. Pronaf. family agriculture. rural credit.

INTRODUÇÃO

Nas duas últimas décadas, mudanças importantes ocorreram no cenário das políticas públicas voltadas à Agricultura Familiar (AF) no Brasil. O marco inicial desta transformação deu-se com o aumento considerável de créditos rurais para incentivar a Agricultura Familiar.

As transformações ocorreram a partir da década de 1990, quando implementaram-se políticas diretamente voltadas para esse grupo social, o que até então não ocorria. Tais alterações não foram triviais, repercutindo nacional e internacionalmente para o surgimento do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) (GRISA; SCHNEIDER, 2014).

Assim, na década de 1990 houve grandes avanços no âmbito das políticas públicas voltadas para a AF. Por exemplo, ocorreu a institucionalização do Pronaf através do Decreto Presidencial nº 1.946 de 1996, objetivando promover o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar. No entanto, o Pronaf surgiu em um contexto de elevado custo de produção e a escassez de crédito era apontada como um dos principais problemas enfrentados pelo setor agrícola (em particular o familiar) (GUANZIROLI, 2007).

Dados do último Censo Agropecuário, de 2017, mostram que aproximadamente 85% do total dos estabelecimentos rurais do país pertenciam a grupos familiares. Isso envolve um quantitativo de mais de 13 milhões de pessoas que são responsáveis pela produção de alimentos consumidos internamente.

Quando se dirige o estudo para o Piauí, o Censo Agropecuário de 2017 mostra que esse estado tem cerca de 245.601 estabelecimentos agropecuários, com a AF representando aproximadamente 80% desse total (197.246 unidades produtivas). Verificando os dados do Censo em área total de estabelecimentos agrícolas, o Piauí possuía ao todo 10.009.857 hectares; a área ocupada com a AF abrangia de 3.852.846 hectares (38,5% do total).

Considerando este contexto, o objetivo deste estudo é analisar o acesso ao crédito no âmbito do Pronaf no estado do Piauí, evidenciando sua evolução quanto aos contratos, volume de recursos e condições de créditos acessados no período de 2015 a 2020. Quanto aos objetivos específicos, pretende-se: a) explicar a origem do Pronaf e sua importância; b) apresentar e discutir dados oficiais dos indicadores econômicos de desenvolvimento do estado do Piauí; c) analisar o Pronaf no estado do Piauí a partir do contexto delineado nos pontos anteriores.

A realização desta pesquisa justifica-se a partir de dois aspectos principais: a) a significativa presença da AF no Piauí; b) a participação dos beneficiários do Pronaf no Piauí quanto ao acesso dos recursos.

Esta pesquisa está estruturada em três seções, para além desta introdução e das considerações finais. Na próxima consta a metodologia, seguida do referencial teórico e da análise dos resultados socioeconômicos do Pronaf.

METODOLOGIA

Para o estudo foi realizada uma pesquisa exploratória de levantamento bibliográfico secundário sobre o tema, bem como uma pesquisa quantitativa por meio da coleta de dados também secundários. Os dados foram analisados por meio do método analítico, em que a análise possibilita ordenar os dados para proporcionar respostas ao problema proposto (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Sendo assim, a primeira etapa da pesquisa consistiu em uma revisão de literatura sobre o desempenho do Pronaf. Para instrumentalizar a análise sobre o acesso ao Pronaf, buscou-se junto ao Banco Central do Brasil (BCB, 2021) informações referentes ao período 2015-2020. A delimitação do objeto de estudo contempla o estado do Piauí.

REFERENCIAL TEÓRICO

O crédito e a relação com o desenvolvimento rural

Para Carvalho *et al.* (2017), o crédito tende a impulsionar o crescimento econômico, sendo forte componente da economia capitalista por permitir o investimento. O crédito acomoda-se aos propósitos dos empresários e, segundo Schumpeter (1997, p. 96):

através do crédito, os empresários obtêm acesso à corrente social dos bens antes que tenham adquirido o direito normal a ela. Ele substitui temporariamente, por assim dizer, o próprio direito por uma ficção deste. A concessão de crédito opera neste sentido como uma ordem para o sistema econômico se acomodar aos propósitos do empresário, como um comando sobre os bens de que necessita: significa confiar-lhe forças produtivas. É só assim que o desenvolvimento econômico poderia sugerir a partir de um mero fluxo circular em equilíbrio perfeito. E essa função constitui a pedra angular para a moderna estrutura de crédito.

O crédito direcionado para a agricultura estimula também o desenvolvimento econômico, pois permite expandir a inovação das técnicas de produção, avançar em investimentos com retornos financeiros e, além disso, é capaz de minimizar a pobreza rural ao permitir que o agricultor adquira fatores de produção de bens e serviços. O crédito é, portanto, um mecanismo indispensável ao sistema capitalista, em que a agricultura está inserida.

Para Padilha e Medeiros (2004), o crédito rural possibilita a manutenção e a expansão dos padrões de produtividade vislumbrados pela agricultura brasileira, além de ter se constituído historicamente como fonte de estímulo à implantação e avanço de uma indústria interna de insumos e equipamentos. Os estudos de Saron e Hespanhol (2012) evidenciam a importância do crédito rural para a consolidação de uma nova fase do desenvolvimento agrícola brasileiro por meio da aproximação dos agricultores com as políticas de incentivo à estruturação e à modernização da propriedade – aumentando conseqüentemente a produção. As autorias chamam atenção para a qualificação do crédito, afirmando que quando acessado de forma especializada este promove o crescimento da produção e, além disso, incentiva a diversificação da produção das unidades familiares, avançando no processo de agregação de valor (industrial e comercial).

Já Oliveira (2007) alerta para o risco que o crédito pode trazer para os agricultores. O sistema de crédito pode levar à dependência destes em relação ao sistema financeiro via, por exemplo, a utilização destes serviços de forma não planejada e inadequada – potencialmente arruinando os negócios.

Quando se trata de crédito rural e de sua relação com a agricultura familiar, o Pronaf é uma referência. O crédito rural no domínio do programa exerce a função de colocar em prática as políticas públicas visando o desenvolvimento socioeconômico. Desta forma, o crédito estimula a economia como um todo ao oferecer aos agricultores oportunidades de expansão dos investimentos agrícolas e pecuários, de custeio e em capital humano, além de promover a modernização, industrialização e agregação de valores à produção pré-existente (PADILHA e MEDEIROS, 2004; SARON e HESPANHOL, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Pronaf: origem e importância

No ano de 1995 foi instituído, pela Resolução n. 2.191 do BCB, a Linha de Ação Pronaf Crédito Rural, que estabeleceu as condições para a contratação do crédito destinado ao apoio financeiro das atividades agropecuárias mediante o emprego direto da força de trabalho do agricultor e de sua família. Em 1996 ocorreu a institucionalização do Pronaf através do Decreto Presidencial nº 1.946 (BRASIL, 1996), com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável da AF.

O Pronaf surgiu como um programa inovador para atender às necessidades da agricultura familiar brasileira. As intenções do programa eram o fortalecimento da AF com o aumento da capacidade produtiva e o melhoramento da qualidade de vida da cidadania no campo. Assim como nos países desenvolvidos¹, a AF brasileira necessitava de apoio social e financeiro do Estado para incentivar a permanência dos agricultores no campo, evitando o êxodo rural (NUNES, 2007).

De acordo com Nunes (2007), o surgimento do Pronaf teve como foco fortalecer o desenvolvimento rural, sobretudo no que diz respeito à política pública governamental. A partir de então, a AF passou a ser olhada de maneira diferenciada pelos movimentos sociais e as políticas de governo. Para Grisa e Schneider (2014), historicamente a AF esteve às margens das ações do Estado brasileiro, que não raro incrementou sua fragilidade face às opções de desenvolvimento no país. A respeito do tema, Lucca, Silveira e Arend (2018, p. 16) afirmam que as diretrizes que norteiam o Pronaf objetivam, dentre outras melhorias:

a qualidade de vida, no segmento da agricultura familiar, através do desenvolvimento rural sustentado; ao aumento da capacidade produtiva; e à criação de novas oportunidades de emprego e renda, beneficiando os produtores rurais descapitalizados e com baixa produtividade. Também visam ao acesso a tecnologias adequadas à agricultura familiar, buscando seu aprimoramento, bem como ao aumento da produtividade do trabalho agrícola pelo crescimento profissional, protegendo o meio ambiente.

A resolução n. 2.310 do BCB, de 1996, definiu os critérios de enquadramento dos agricultores familiares no Pronaf Safra 1996-1997. Esta resolução permitiu às unidades de produção (com até dois empregados permanentes) o crédito individual ou coletivo fixando as taxas de juros do Pronaf (para o custeio em 9% ao ano e para o investimento em 6% ao ano). A taxa de juros de longo (TJLP) ficou em 14,47% em 1996 e 9,17% em 1997.

O crédito para agricultura familiar era atrativo devido a uma série de mudanças no programa, principalmente no tocante às taxas de juros, prazos e carências. Desta forma, o BCB atendeu a uma antiga reivindicação dos agricultores familiares: a definição de uma taxa fixa. Com isso, verificou-se que houve redução progressiva dos encargos financeiros, chegando-se a taxas de juros que variaram entre 0,5% a 8% ao ano.

No tocante ao Plano Safra 2020-2021, as taxas de juros dos financiamentos agrícolas tiveram aumento médio de 10% para os pequenos e médios produtores em comparação com as taxas de juros praticadas no Plano Safra 2019-2020. No caso em questão, os juros passaram de 2,75% para 3% ao ano, destinados à produção de bens alimentícios e de 4% para 4,5% ao ano para os demais produtos. Nos subprogramas (Grupo A e Pronaf B) os juros permaneceram de 0,5% ao ano. As principais linhas de crédito do Pronaf se destinam aos pequenos negócios rurais, proprietários e/ou familiares. As linhas de crédito disponíveis são:

- i) Grupos A e A/C: compostos por agricultores que têm cobertura do Programa Nacional de Reforma Agrária (PNRA) e beneficiários do Programa Nacional de Crédito Fundiário (PNCF);
- ii) Pronaf Grupo B: tem por finalidade atender aos agricultores familiares com renda bruta anual familiar de até R\$ 20 mil (valores de 2020), além de mulheres agricultoras que se

¹ Importante frisar que o Pronaf veio se construindo com ações públicas direcionadas para os agricultores familiares a partir de diretrizes baseadas em experiências europeias – principalmente da França, que elegeu a agricultura familiar como a forma preferencial de produção sobre a qual se implementou, após a segunda guerra mundial (1939-1945), a modernização daquela produção agrícola e daquela sociedade rural (CARNEIRO, 1997).

enquadrem nesse critério ou nos grupos A e A/C;

iii) Pronaf Agroecologia: é a linha de crédito voltada à produção de itens agroecológicos ou orgânicos;

iv) Pronaf Agroindústria: financiamento a agricultores e produtores rurais familiares, pessoas físicas e jurídicas, e a cooperativas para investimento em beneficiamento, armazenagem, processamento e comercialização agrícola, extrativista, artesanal e de produtos florestais; e para apoio à exploração de turismo rural;

v) Pronaf Mulher: financiamento à mulher agricultora integrante de unidade familiar de produção enquadrada no programa, independentemente do estado civil;

vi) Pronaf Bioeconomia: financiamento a agricultores e produtores rurais familiares (pessoas físicas) para investimento na utilização de tecnologias de energia renovável, tecnologias ambientais, armazenamento hídrico, pequenos aproveitamentos hidroenergéticos, silvicultura e adoção de práticas conservacionistas e de correção da acidez e fertilidade do solo, visando a sua recuperação e melhoramento da capacidade produtiva;

vii) Pronaf Mais Alimentos: financiamento a agricultores e produtores rurais familiares (pessoas físicas) para investimento em sua estrutura de produção e serviços, buscando aumento de produtividade e elevação da renda da família;

viii) Pronaf Jovem: financiamento a agricultores e produtores rurais familiares (pessoas físicas) para investimento nas atividades de produção, desde que beneficiários sejam maiores de 16 anos e menores de 29 anos (dentre outros requisitos específicos).

Piauí: indicadores econômicos de desenvolvimento

O estado do Piauí pertence a região Nordeste do Brasil. Possui área geográfica de 251.616,823 Km², conta com uma população de 3.119.015 habitantes. Destas, 1.067.701 residem na zona rural e 2.051.314 na zona urbana. O estado tem 224 municípios e está dividido em quatro mesorregiões: centro norte, norte, sudeste e sudoeste (IBGE, 2010).

A região em que o Piauí está inserido é afetada com a ocorrência de secas frequentes e intensas, que influem diretamente na produção agropecuária. De 2012 a 2016 houve um prolongado período de seca. Para Martins e Vasconcelos Junior (2017), na região Nordeste os efeitos remotos do El Niño e a neutralidade do Atlântico Tropical são sugeridos como responsáveis pela severidade e duração dessas secas, o que afeta muitos trabalhadores da AF.

Para Cortez *et al.* (2017), as secas de 2012 a 2016 reduziram drasticamente a capacidade dos reservatórios naqueles anos, tanto pondo em risco a capacidade de comunidades manterem o abastecimento (não só de água potável, como para usos diversos) quanto impactando a produção agropecuária.

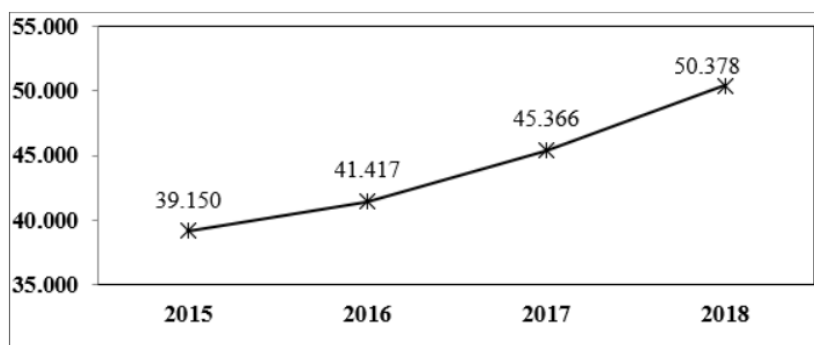
Segundo o Censo Agropecuário de 2017, o estado do Piauí conta com 245.601 estabelecimentos agropecuários; destes 197.442 são estabelecimentos voltados à agricultura familiar. Em termos de área total dos estabelecimentos, somam-se 10.009.857 hectares de áreas agricultáveis; na área específica da agricultura familiar são cerca de 3.852.846 hectares.

No que se refere às pessoas que ocupam os estabelecimentos agropecuários com ca-

racterísticas de agricultura familiar, o Censo Agropecuário (2017) registrou que no Piauí havia 518.540 indivíduos nessa condição, dos quais 65,7% eram homens e 34,3% eram mulheres. Quanto aos rendimentos domiciliares per capita referentes ao ano de 2020, o Piauí possui o quarto menor rendimento dentre todas as Unidades da Federação, com renda média de R\$ 859,00. Os estados com menores rendimentos são: Maranhão (R\$ 676,00), Alagoas (R\$ 796,00) e Amazonas (R\$ 852,00).

No que se refere ao PIB, o gráfico 1 mostra sua evolução de 2015 a 2018, passando de pouco mais de 39 bilhões de reais em 2015 para pouco mais de 50 bilhões em 2018. Isto corresponde a um incremento 28,56%.

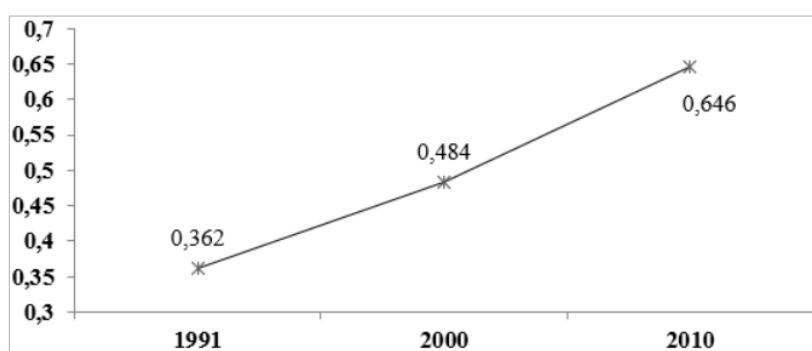
Gráfico 1 - Piauí – Evolução do PIB (R\$ bilhões) – 2015-2018



Fonte: elaborado pelas autorias, com base nos dados do IBGE/PNAD (2021).

Segundo a última pesquisa elaborada pelo IBGE (2010), o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do estado do Piauí é de 0,646 (gráfico 2), um salto ante 0,362 em 1991. O IDH do Piauí está na faixa de desenvolvimento humano médio (entre 0,600 e 0,699) para os padrões especificados.

Gráfico 2 - Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Piauí em 2010



Fonte: elaborado pelas autorias, com base nos dados do IBGE/PNAD (2021).

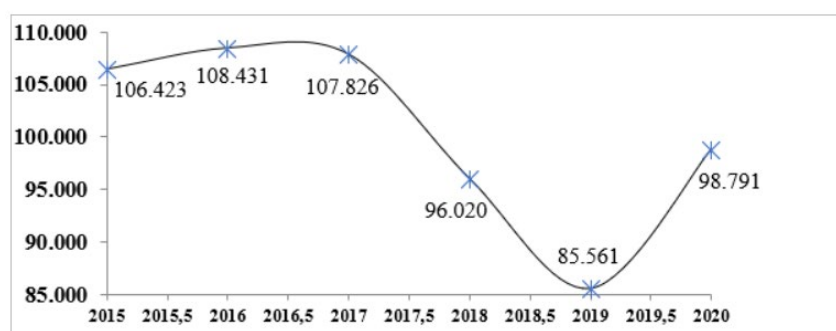
Diagnóstico do Pronaf nos indicadores de desenvolvimento no Piauí

A coleta de dados iniciou-se com as informações sobre o montante das operações de crédito, bem como do número total de contratos realizados no estado do Piauí entre 2015 e 2020. Ainda neste aspecto, foi analisado o comportamento de alguns indicadores selecionados quanto aos impactos do Pronaf no PI, a partir de um conjunto de variáveis que (diretamente ou indiretamente) influenciam a dinâmica econômica estadual.

No período de 2015 a 2020 foram contratadas 603.052 operações no Piauí, somados

os contratos de investimento e custeio realizados. Observa-se pelo gráfico 3 que a evolução do número de contratos decai proporcionalmente na segunda metade da série, ficando abaixo dos 100 mil (o vale se deu em 2019, com apenas 85.561 contratos celebrados).

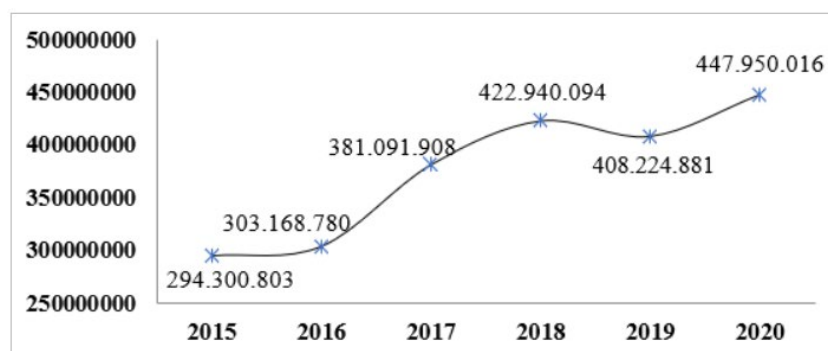
Gráfico 3 - Quantidade (em unidades) de contratos do Pronaf PI no período de 2015 a 2020



Fonte: elaborado pelas autorias, com base nos dados do BCB (2021).

Já no gráfico 4 observa-se a evolução do Pronaf no que tange aos valores contratados no Piauí. Verificou-se que houve crescimento significativo de 2015 a 2020, partindo de R\$ 294.300.803 em 2015 para R\$ 447.950.016 em 2020.

Gráfico 4 - Valores (em R\$) contratados no Pronaf PI no período de 2015 a 2020



Fonte: elaborado pelas autorias, com base nos dados do BCB (2021).

No gráfico 5 são apresentadas variações percentuais da quantidade contratos e valores contratados de custeio e investimento pelo Pronaf PI entre 2015 e 2020. Verificou-se que em 2016 houve o maior decréscimo na comparação com os demais anos da série no que se refere ao custeio agrícola (-41,73% nos valores contratados e -52,99% na quantidade de contratos). Já em 2017 houve recuperação expressiva, de 91,36% e 93,97% respectivamente para os mesmos quesitos; no investimento percebe-se um tímido crescimento de 7,79% e de 5,35%; respectivamente para os mesmos quesitos. Entre 2017 e 2019, os volumes de contratos de investimento decresceram, sendo que 2018 teve o maior saldo negativo da série (-13,74%).

Gráfico 5 - Variações percentuais da quantidade contratos e valores contratados de custeio e investimento pelo Pronaf PI entre 2015 e 2020.



Fonte: elaborado pelas autorias, com base nos dados do IBGE/PNAD (2021).

Nota: o ano de 2015 aparece em branco por ser o ano-base.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral deste estudo foi a análise do acesso ao crédito no âmbito do Pronaf no estado do Piauí, evidenciando sua evolução em termos de contratos, volume de recursos e condições de créditos acessados no período de 2015 a 2020.

O diagnóstico do Pronaf no estado do Piauí, a partir dados do Censo Agropecuário 2017, do Banco Central do Brasil (2021) e do IBGE (2021), revela possibilidades e limites para a AF. O programa foi e segue motivo de entusiasmo pelos seus usuários, especialmente por ser uma política pública importante na contribuição do desenvolvimento rural através do auxílio creditício aos produtores familiares. Desta forma, o Pronaf é uma política importante que contribui para produção de alimentos e o crescimento do estado do Piauí.

Além disso, fortalece a diversificação da produção rural, potencialmente transformando o comportamento dos agricultores que costumavam cultivar basicamente grãos. Com o Pronaf, estes tendem a diversificarem sua produção para outras espécies de animais e vegetais a fim de minimizarem a dependência de poucos produtos e diminuírem, conseqüentemente, os riscos inerentes à atividade agrícola. Outros benefícios estão relacionados à segurança alimentar dos beneficiários do programa.

Neste estudo foi possível verificar que com a instituição do Pronaf surgiram novas linhas de financiamento, com as reduções das taxas de juros, aumento dos investimentos e sua extensão enquanto programa no estado do Piauí. Os recursos injetados no Pronaf geraram impactos positivos, porém oscilando ano a ano, o que impactou negativamente nos indicadores socioeconômicos. Diante disso, assume-se que as políticas públicas devem ser atuantes na agricultura familiar, visto que a atividade é a base da sustentação econômica dos agricultores que, em sua maioria, não têm empregos e/ou rendimentos fixos fora da agricultura.

Sabe-se que o Piauí está localizado no semi-árido brasileiro, em que existem significativas variações climáticas, mesmo quando os recursos direcionados ao Pronaf são mantidos. Nesse sentido, destaca-se a necessidade de ampliação desta política pública em todo o território piauiense, especialmente porque os recursos oriundos dela têm impactos significativos para renda familiar dos tomadores de créditos (os agricultores familiares).

A maior limitação deste estudo foi a pouca disponibilidade e diversidade de materiais acadêmicos que abordassem a temática para o estado do Piauí. Não há referências e considerações em grande quantidade e qualidade para explicar/descrever alguns assuntos/resultados encontrados ao longo da pesquisa, tais como explicações acerca da oscilação do custeio e da baixa contratação de custeio em relação ao investimento.

Outro limitador foi a defasagem dos dados oficiais disponíveis do IBGE em relação aos do IDH. Esses indicadores apresentaram-se desprovidos de dados anuais, o que impediu sua contabilização entre os anos de 2015 e 2020.

Durante a realização deste estudo também foram detectados alguns assuntos que se relacionaram com a pesquisa e que podem ser objetos de futuras investigações, tais como: extrair dados que permitam uma análise detalhada dos indicadores econômicos que sofrem alterações com a capitalização e a descapitalização dos agricultores familiares, realizar um estudo comparativo referente ao investimento do Pronaf do Piauí em relação aos outros estados do Nordeste e do Brasil e, por fim, estudar as políticas de comercialização de produtos da agricultura familiar que dão suporte ao Pronaf – como o Programa de Aquisição de Alimentação e o Programa Nacional de Alimentação Escolar.

REFERÊNCIAS

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BCB). Resolução n. 2.191/1995, de 24 de agosto de 1995. Crédito Rural - Institui o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF). Brasília: BCB, 1995.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BCB). Resolução n. 2.310/1996, de 29 de agosto de 1996. Consolida as aplicáveis normas financiamentos rurais ao amparo do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF). Brasília: BCB, 1996.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BCB). Departamento de Regulação, Supervisão e Controle das Operações do Crédito Rural e do Proagro (Derop) Sistema de Operações do Crédito Rural e do Proagro (Sicor). Brasília: BCB, 2021.

BRASIL. Decreto nº 1.946, de 28 de junho de 1996. Cria o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - PRONAF, e dá outras providências. Brasília: BRASIL, 1996.

CARVALHO, F. J. C. *et al.* Economia monetária e financeira: teoria e política. Rio de Janeiro: Elsevier-Campus, 2007.

CARNEIRO, M. J. Política pública e agricultura familiar: uma leitura do Pronaf. Estudos Sociedade e Agricultura, v. 5 n. 1, p. 70-82, 1997.

CORTEZ, H. S.; LIMA, G. P.; SAKAMOTO, M. S. A seca 2010-2016 e as medidas do Estado do Ceará para mitigar seus efeitos. Revista Parcerias Estratégicas, v. 22, n. 44, p. 83-118, 2017.

FERNANDES, B. M. Construindo um estilo de pensamento na questão agrária: o debate paradigmático e o conhecimento geográfico. 2013. 2v. Tese (Livre-docência). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade Ciências e Tecnologia, 2013.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T (Org.). Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GRISA, C.; SCHNEIDER, S. Três gerações de políticas públicas para a agricultura familiar e formas de interação entre sociedade e estado no Brasil. RESR, v. 52, Supl. 1, p. S125-S146, 2014 – Impressa em fevereiro de 2015.

GUANZIROLI, C. E. PRONAF dez anos depois: resultados e perspectivas para o desenvolvimento rural. Revista de Economia e Sociologia Rural (SOBER), v. 45, n. 2, p. 301328, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades e estados: Piauí. Brasília: IBGE, 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pi.html>>. Acesso em: 11 de novembro de 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário 2017. Resultados preliminares. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/demografico/2010>>. Acesso em: 20 de setembro de 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD): Piauí. Brasília: IBGE/PNAD, 2021.

LUCCA, E. J.; SILVEIRA, D. C.; AREND, S. C. O Welfare State como política pública de auxílio ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar. Colóquio Revista do Desenvolvimento Regional, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 99-121, dez. 2018.

MARTINS, E. S. P. R.; VASCONCELOS JUNIOR, C. F. O clima da Região Nordeste entre 2009 e 2017: monitoramento e previsão. Parc. Estrat., v. 22, n. 44, p. 63-80, jan-jun. 2017.

NUNES, S. P. O crédito rural do Pronaf e os recentes instrumentos de política agrícola para a agricultura familiar. Boletim Eletrônico do Departamento de Estudos Socioeconômicos Rurais, v. 156: p. 1-10, 2007.

OLIVEIRA, A. U. Modo capitalista de Produção, Agricultura e Reforma Agrária. São Paulo: Labur, 2007.

PADILHA, W.; MEDEIROS, M. C. As mudanças recentes no crédito rural e a dinâmica regional da agricultura brasileira. In: Anais do XVI Encontro Nacional de Geógrafos: crise, práxis e autonomia: espaços de resistências e de esperanças. Porto Alegre, 2010.

SARON, F. A.; HESPANHOL, A. N. O PRONAF e as políticas de desenvolvimento rural no Brasil: o desafio da (re)construção das políticas de apoio à agricultura familiar. Revista Geo UERJ, ano 14., v. 2., n. 23., p. 656-683, 2012.

SHUMPETER, J. A. [1911]. Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo: Nova Cultural, 1997.

Uso de resíduos agroindustriais na Biocatálise

Use of agroindustrial waste in Biocatalysis

Alan Rozendo Campos da Silva

Universidade Tiradentes (UNIT), Aracaju _Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/9816293531197899>

Carlos Eduardo Maynard Santana

Universidade Tiradentes (UNIT), Aracaju _Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/5477146016504217>

César de Almeida Rodrigues

Universidade Tiradentes (UNIT), Aracaju _Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/3786189771276778>

Jefferson Cleriston Barros dos Santos

Universidade Tiradentes (UNIT), Aracaju _Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/5334199068654689>

Thailan Souza Pereira Lima

Universidade Tiradentes (UNIT), Aracaju _Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/6949307009364327>

Armando Almeida dos Santos Neto

Universidade Tiradentes (UNIT), Aracaju _Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/5677513025735624>

Filipe Smith Buarque

Universidade Tiradentes (UNIT), Aracaju _Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/7109015460917484>

Tamara Stela Mendonça Azevedo

Universidade Tiradentes (UNIT), Aracaju _Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/3452770723455288>

Clécio Danilo Dias da Silva

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).
<http://lattes.cnpq.br/4235157508528733>

Lays Carvalho de Almeida

Universidade Tiradentes (UNIT), Aracaju _Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/7593996891211547>

DOI: 10.47573/aya.5379.2.56.2

RESUMO

Em diversos processos agroindustriais, existe como parte da produção, a geração de resíduos que representam perdas econômicas no processo produtivo e que, se não receberem destinação adequada, geram impactos ambientais negativos. Entretanto, esses resíduos gerados ao longo da cadeia produtiva podem ainda conter muitas substâncias de alto valor. Desta forma, o objetivo desse trabalho é apresentar potenciais aplicações desses resíduos em processos da biocatálise, através de uma revisão bibliográfica mostrando os diferentes usos, como na produção de biocatalisadores ou como suporte para imobilização de enzimas. Assim, aumenta a viabilidade dos processos biocatalíticos e contribui para uma economia circular e sustentável.

Palavras-chave: resíduo agroindustrial. biocatálise. enzimas.

ABSTRACT

In several agro-industrial processes there is, as part of the production, the generation of wastes that represent economic losses in the production process and, if not properly disposed of, it causes negative environmental impacts. However, these wastes generated along the production chain can still contain many high-value substances. Thus, the objective of this work is to present potential applications these residues in biocatalysis processes, through a literature review, showing the different uses, such as the production of biocatalysts or as support for enzyme immobilization. Thus, increasing the viability of biocatalytic processes and contributing to a more circular and sustainable economy.

Keywords: agro-industrial waste. Biocatalysis, enzymes.

INTRODUÇÃO

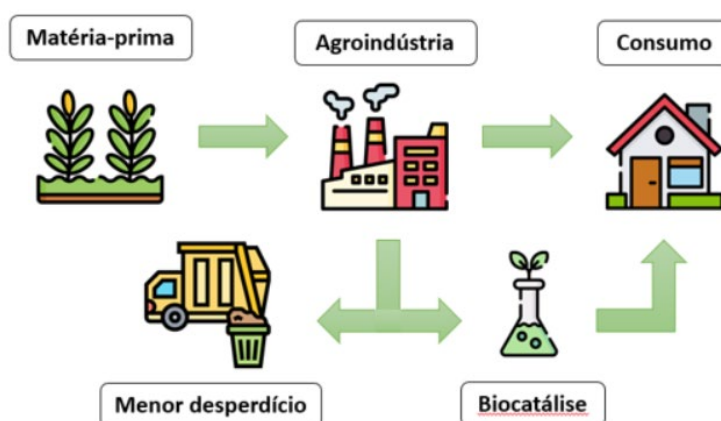
Processos mais sustentáveis deixaram de ser apenas uma opção ecológica, para se tornarem uma estratégia econômica moderna, visando a manutenção e preservação dos recursos ambientais existentes (FERREIRA-LEITÃO *et al.*, 2017). Além disso, a natureza finita dos recursos ambientais e a destinação inadequada de resíduos, têm mostrado que novos passos precisam ser dados na direção de uma bioeconomia circular, a qual a produção industrial deve ser projetada para maximizar a utilização dos insumos e, otimizar a reutilização dos resíduos gerados, para que possam ser aplicados como matéria-prima para outros componentes (KEIJER *et al.*, 2019; UBANDO *et al.*, 2020).

Atividades agroindustriais, por exemplo, geram uma grande quantidade de resíduos todo ano, que se não tratados de forma adequada, podem contribuir com diversos problemas ambientais, como poluição e aumento de gases do efeito estufa (SADH *et al.*, 2018). O Brasil é um importante produtor de resíduos agrícolas e agroindustriais, considerados viáveis e sustentáveis no contexto de biorrefinaria. Logo, devido à riqueza de componentes bioativos, esses resíduos, líquidos e sólidos, podem ser valorizados e aplicados em diferentes áreas industriais, se tornando uma matéria prima de baixo custo e de alta disponibilidade, reduzindo os impactos ambientais (KEIJER *et al.*, 2019).

Nos últimos anos, diversas tecnologias ecológicas e econômicas têm sido desenvolvidas em nível industrial quanto acadêmico. Nesse contexto, a catálise enzimática tem sido estudada e aplicada em diferentes processos industriais a mais de 50 anos, se encaixando nos princípios da química verde. As enzimas são catalisadores biológicos não tóxicos, biodegradáveis, altamente específicos e operam sob condições brandas de temperatura e pressão, o que diminui a geração de subprodutos e a degradação do meio ambiente (BLAMEY *et al.*, 2017; SHELDON *et al.*, 2019).

A partir desse contexto, diversos autores têm estudado a aplicação desses resíduos agroindustriais na biocatálise, seja como matéria-prima para produção dos biocatalisadores, ou como suporte em processos de imobilização enzimática, visando a redução simultânea dos custos dos processos e contribuindo para o desenvolvimento de uma bioeconomia circular (Figura 1).

Figura 1 - Representação da cadeia produtiva com o emprego de resíduos agroindustriais na biocatálise



Deste modo, as biorrefinarias têm se tornado uma estratégia no desenvolvimento de novos processos integrados para a conversão de resíduos agroindustriais em produtos de valor agregado, fornecendo, assim, uma maneira viável de gerenciar problemas de resíduos, visando ao mesmo tempo gerar um crescimento econômico sustentável dentro de uma perspectiva de bioeconomia (UBANDO *et al.*, 2020).

PRODUÇÃO DE BIOCATALISADORES

A produção dos biocatalisadores é realizada por meio de fermentação que pode ocorrer em estado sólido (SSF – Solid-state fermentation) ou em estado líquido (SmF – Submerged fermentation), a depender da natureza do resíduo utilizado. Resíduos líquidos (como pulp-wash, manipuera e melaço) ou sólidos (como cascas, tortas de óleo, farelos e sementes) são empregados como uma alternativa de substrato para os processos de fermentação para produção de diferentes enzimas (Tabela 1).

Tabela 1- Produção de biocatalisadores utilizando resíduos agroindustriais como substrato

Enzima	Microorganismo	Substrato	Referência
Amilase	Aspergillus tamaris (UCP-1261)	Cascas de batata e mandioca	FONSECA et al., 2019
	Penicillium sp	Farelo de arroz	ARORA et al., 2019
Celulase/Xilanase	Aspergillus flavus	Palha de arroz	SINGH et al., 2021
	Aspergillus niger (MTCC-872)	Cascas de arroz e gandu; torta de semente de algodão	NEMA et al., 2019
	Yarrowia lipolytica	Tegumento de manga	PEREIRA et al., 2019
	Penicillium roqueforti (ATC-10110)	Farelo de cacau	ARAUJO et al., 2021
Pectinase	Aspergillus spp. (LEMI-15)	Casca de café e manipuera	REGO et al., 2019
Protease	Aspergillus terreus (SH-72)	Melaço; malte; folhas de banana e bambu; farelo de trigo; torta de gergelim, semente de coco e nozes	SHARMA e BAJAJ, 2021
Lacase/Manganês Peroxidase	Pleurotus sajor-caju (CCB-020)	Vinhaça da cana-de-açúcar	VILAR et al., 2018
		Pulp-wash da laranja	CRUZ et al., 2020

Em geral, os processos SSF são mais baratos e o substrato pode ser fermentado por um longo período, semelhante ao que ocorre na natureza, logo sua confiabilidade é acentuada. Neste processo é comum que o microrganismo se desenvolva na superfície do meio (TEIGISE-ROVA *et al.*, 2021). Porém, são mais adequados para fungos e microrganismos que necessitam de menor teor de umidade devido a mínima presença de água durante a catálise.

Por outro lado, os processos SmF são mais adequados para bactérias e fungos filamentosos em decorrência do maior teor de umidade que esses processos solicitam. Em soma, a fermentação submersa apresenta uma facilidade nas etapas de downstream (extração e purificação) das biomoléculas de interesse, principalmente ao visar o seu escalonamento por também possuir maior facilidade no controle de parâmetros operacionais como temperatura, pH e agitação. É observado durante este processo uma alta produção enzimática por consequência da melhor homogeneização entre os nutrientes solúveis no substrato e o microrganismo produtor (SINGH *et al.*, 2021). Entretanto, requerem um maior volume de substrato, já que o processo ocorre sob fluxo contínuo (SUBRAMANIYAM e VIMALA, 2012).

Em sua pesquisa, LIU *et al.* (2021) comparou os métodos fermentativos (SSF e SmF) na produção de enzimas modificadoras de lignina do fungo *Phanerochaete chrysosporium* em substrato de palha de milho em pó. Foi possível detectar 110 e 64 enzimas extracelulares ativas em SSF e SmF respectivamente, sendo 57 comuns entre os processos. No entanto, por mais que a atividade em SmF tenha sido menor, essas conseguiram realizar uma degradação do substrato em baixas concentrações, diferente ao observado em SSF, tal fato evidencia a qualidade da biomolécula produzida.

Os processos de biocatálise tendem a ser mais confiáveis quando se definem parâmetros físicos e químicos como pH, temperatura, aeração, nível de oxigênio dissolvido, agitação etc. O controle de tais variáveis é de suma importância, principalmente quando o substrato é um resíduo industrial, o qual pode conter uma pluralidade de compostos inibidores e assim é possível contornar adversidades e consequentemente garantir uma alta taxa de produção da biomolécula alvo (REIHANI, 2019). A partir desta perspectiva, a otimização dos processos fermentativos se faz atrativa para que seja possível minimizar erros, custos monetários e tempo,

aliado ao aumento do rendimento e qualidade do composto alvo. Através de tecnologias com abordagens estatísticas é possível delinear o processo e calcular um erro experimental que seja seguro. Dentre as abordagens conhecidas a metodologia de superfície de resposta (MSR), traz uma visualização clara das condições ótimas e não adequadas de operação, oferecendo assim uma maior segurança ao usuário antes de começar o processo fermentativo (VILAR *et al.*, 2021).

SUPOORTE PARA IMOBILIZAÇÃO DOS BIOCATALISADORES

O potencial do uso de resíduos agroindustriais vai além da produção de enzimas. Na atualidade já se tem reportado na literatura o uso de alguns destes subprodutos como suportes em processos de imobilização enzimática (GIRELLI *et al.*, 2020). Apesar das vantagens da biocatálise, as enzimas são catalisadores geralmente de maior custo e de difícil reutilização, por conta de sua fácil solubilidade e sensibilidade às condições de operação, como temperatura, pH, e a alguns solventes orgânicos. As estratégias mais consolidadas para superar essas limitações, envolvem técnicas de imobilização, onde as enzimas são fixadas a suportes sólidos insolúveis, que estabilizam sua estrutura proteica, e facilitam sua recuperação, possibilitando o reuso dos biocatalisadores (HOMAEI *et al.*, 2013).

Uma parte significativa dos resíduos agroindustriais consistem em biomassa lignocelulósica (alto teor de celulose, hemicelulose e lignina), cuja composição varia de acordo com a natureza do resíduo; como grãos, subprodutos de arroz e milho, fibra de coco e pó de café. Infelizmente, boa parte dessa biomassa é descartada através da queima, gerando gases que contribuem para o efeito estufa (GIRELLI *et al.*, 2020). No entanto, por serem não-tóxicos, renováveis, biodegradáveis, quimicamente estáveis e porosos, esses materiais têm sido estudados como suportes para imobilização, transformando um problema ambiental em matéria prima de baixo custo que potencializa a viabilidade dos processos biocatalíticos (LIU e CHEN, 2016).

Os métodos de imobilização enzimática convencionais são por adsorção, aprisionamento físico, ligação covalente e reticulação. A adsorção é um método de imobilização amplamente estudado na literatura e de simples aplicação que possui uma capacidade de carga enzimática maior quando comparado com outras técnicas de imobilização. Tal protocolo consiste na adesão de átomos, íons ou moléculas de um gás, líquido ou sólido dissolvido a uma região da superfície do suporte, por meio de forças de Van der Waals, ligações iônicas e/ou de hidrogênio, bem como interações hidrofóbicas, permitindo uma imobilização reversível (THANGARAJ *et al.*, 2015). Já os métodos de aprisionamento físico, ligação covalente e reticulação são classificados como métodos de imobilização irreversíveis, ou seja, que não permite a separação da enzima e suporte (HOMAEI *et al.*, 2015).

No método de ligação covalente as enzimas compartilham elétrons com a superfície do suporte através do grupo funcional amina, proporcionando fortes interações. Já no método de reticulação tem-se que a enzima realiza ligação cruzada com outra enzima ou com grupos funcionais de uma matriz insolúvel, permitindo uma interação forte sem necessidade de um suporte (GUISAN *et al.*, 2006; SIRISHA *et al.*, 2016). O aprisionamento físico se difere da ligação covalente e da reticulação, pois não vincula a enzima a matriz de gel ou membrana. Neste protocolo a enzima é “bloqueada” dentro da rede de uma matriz de polímero ou membrana, permanecendo retida enquanto permite a entrada do substrato para que a catalise da reação ocorra (THANGA-

RAJ *et al.*, 2019).

Cada uma dessas técnicas possui suas vantagens e desvantagens, dependendo da aplicação a que se destina. (RODRÍGUEZ-RETRESPO e ORREGO, 2020). De modo geral, os métodos físicos, por adsorção, são mais simples e baratos, porém mais fáceis de serem revertidos; imobilização por ligações covalentes e reticulação são mais duráveis, porém podem reduzir a atividade enzimática; aprisionamentos e microencapsulações, por sua vez, podem gerar problemas de difusão do substrato (HOMAEI *et al.*, 2013).

Os suportes orgânicos de origem vegetal recebem destaque por serem constituído por lignina, celulose e hemicelulose, como por exemplo os suportes de origem naturais: fibra de coco verde, casca de arroz, talos de milho e algodão, os quais apresentam grupos hidroxila e carbonila que possibilita a inserção de grupos funcionais. Na literatura é reportado o uso de resíduos agroindustriais como uma matriz de imobilização para amilase, invertase e lipase. Estes estudos com diferentes tipos de enzimas imobilizadas em suportes orgânicos naturais têm mostrado que os resíduos agroindustriais são uma fonte adequada de matéria-prima para suportes (BAROUNI *et al.*, 2016; UTOMO *et al.* 2019; GIRELLI *et al.*, 2021).

A Tabela 2 reúne algumas publicações de pesquisas que aplicaram resíduos agroindustriais na produção de biocatalisadores imobilizados por diferentes métodos, aplicados a diferentes bioprocessos.

O uso de resíduos como os da casca de arroz já é reportado pela literatura para obtenção de suportes para imobilização de enzimas. Nos estudos de UTOMO *et al.* (2019) tal resíduo foi utilizado para obtenção de sílica, a qual, foi aplicada para imobilização por meio de adsorção da celulase de *Trichoderma viride*. O biocatalizador imobilizado foi aplicado para hidrolisar a celulose em açúcares redutores a partir do bagaço da cana-de-açúcar, visando a obtenção de bioetanol. *Trichoderma viride* imobilizada na sílica da casca de arroz manteve atividade de 75,2% no segundo ciclo e 58,8% no terceiro ciclo, em relação ao primeiro ciclo, comprovando sua eficiência para hidrolisar o bagaço da cana-de-açúcar e potencial para ser aplicada em sistema contínuo na produção de bioetanol. D'souza e Godbole (2002) imobilizaram invertase em casca de arroz revestida com polietilenimina (PEI). A invertase foi imobilizada sob esse suporte através do método de ligação cruzada com a presença do glutaraldeído. A invertase imobilizada apresentou uma maior estabilidade térmica retendo 69 % da atividade catalítica quando comparada com a enzima livre que reteve apenas 6 % e apresentou uma boa estabilidade operacional mantendo sua atividade após 12 ciclos reacionais.

Tabela 2 - Resíduos agroindustriais aplicados à imobilização de enzimas.

Método de imobilização	Resíduo	Enzima	Aplicação	Referência
Adsorção	Sílica da casca de arroz	Celulase de <i>Trichoderma viride</i>	Produção de bioetanol	UTOMO et al., 2019
	Cereais da produção de cerveja	Lacase de <i>Trametes versicolor</i>	Remoção de corantes	GIRELLI et al., 2021
	Pó de café	Celulase de <i>Paenibacillus chitinolyticus</i>	-	BUNTIC et al., 2016
Aprisionamento físico	Serragem de madeira	Renina	Produção de queijo	BAROUNI et al., 2016
Ligação covalente	Bagasso de caju	Lipase de <i>Candida antárctica</i>	Produção de (R)-indanol	DE SOUZA et al., 2016
	Casca de arroz; bagasso de cana; fibra de coco verde	Lipase de <i>Candida rugosa</i>	Síntese de caprilato de isoamila	COSTA-SILVA et al., 2018
Reticulação	Fibra de dendê	Lipase de <i>Burkholderia cepacia</i>	-	ALVES et al., 2020
	Casca de milho	Lipase de <i>Candida rugosa</i>	-	NURALIYAH et al., 2018

A técnica de imobilização por ligação covalente foi aplicada por Costa-Silva *et al.* (2018) para imobilização da lipase de *Candida rugosa* em diferentes suportes (Casca de arroz; bagaço de cana; fibra de coco verde). O estudo mostrou que os rendimentos dos imobilizados estavam na faixa de 61,5 – 78,7%, tendo a lipase imobilizada na casca de arroz apresentado os melhores resultados, mantendo 94,1% da atividade original e uma atividade para a formação do caprilato de isoamila de 62,40 g.L⁻¹. De Souza *et al.* (2016) imobilizaram por meio de ligação covalente a lipase B da *Candida antárctica* no bagaço de caju. Segundo o estudo a enzima imobilizada apresentou 95% de rendimento de imobilização e 124% de recuperação de atividade, podendo ser aplicada por até 5 ciclos, confirmando assim que o bagaço de caju é uma excelente alternativa para imobilização e estabilização da lipase.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mudança das cadeias produtivas lineares e convencionais por processos mais sustentáveis e circulares têm se tornado cada vez mais obrigatória, pela escassez de recursos e impactos ambientais causados pelo desperdício e má destinação dos resíduos. Assim, o crescimento dessa demanda tem gerado oportunidades para o reaproveitamento de resíduos agroindustriais, como matéria-prima renovável, em diferentes aplicações para a obtenção de novos produtos em novos processos industriais de baixo custo.

Neste cenário, a utilização de resíduos agroindustriais na obtenção e/ou em processos de imobilização de enzimas, aumenta a competitividade dos processos biocatalíticos, frente aos processos químicos convencionais. Dessa forma, a aplicação dos resíduos agroindustriais na biocatálise pode contribuir para a viabilização de processos mais sustentáveis, de menor consumo energético e menor geração de subprodutos, além da biovalorização dos resíduos que antes seria descartado no meio ambiente.

No entanto, ainda existe a necessidade de mais pesquisas, fortalecendo a base de dados, quanto à otimização dos processos e utilização em escala industrial, a fim de reduzir significativamente a quantidade de resíduos descartados, transformando-os em matéria-prima de

maior valor, seguindo os princípios da química verde e buscando a consolidação de uma economia circular.

REFERÊNCIAS

ALVES, N. R.; PEREIRA, M. M.; GIORDANO, R. L. C.; TARDIOLI, P. W.; LIMA, A. S.; SOARES, C. M. F.; SOUZA, R. L. Design for preparation of more active cross linked enzyme aggregates of *Burkholderia cepacia* lipase using palm fiber residue. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, v. 44, n. 1, p. 57–66, 2021.

ARAUJO, S. C.; RAMOS, M. R. M. F.; ESPÍRITO SANTO, E. L. DO; MENEZES, L. H. S. DE; CARVALHO, M. S. DE; TAVARES, I. M. DE C.; FRANCO, M.; OLIVEIRA, J. R. DE. Optimization of lipase production by *Penicillium roqueforti* ATCC 10110 through solid-state fermentation using agro-industrial residue based on a univariate analysis. *Preparative Biochemistry e Biotechnology*, p. 1–6, 2021.

ARORA, N.; KAUR, SUPREET; KAUR, SAWINDER. Use of Agro Industrial Residues for the Production of Amylase by *Penicillium* sp. for Applications in Food Industry. *Journal of Biotechnology e Biomaterials*, v. 07, n. 02, p. 1-4, 2017.

BAROUNI, E.; PETSIS, T.; KOLLIPOULOS, D.; VASILEIOU, D.; PANAS, P. Immobilized rennin in TC/SG composite in cheese production. *FOOD CHEMISTRY*, v. 200, p. 76–82, 2016.

BLAMEY, J. M.; FISCHER, F.; MEYER, H. P.; SARMIENTO, F.; ZINN, M. Enzymatic Biocatalysis in Chemical Transformations: A Promising and Emerging Field in Green Chemistry Practice. In: BRAHMACHARI, G. (Ed.). *Biotechnology of Microbial Enzymes*. Elsevier Inc., 2017. p. 347-403.

BUNTIC, A. V.; PAVLOVI, M. D.; ANTONOVI, G. Utilization of spent coffee grounds for isolation and stabilization of *Paenibacillus chitinolyticus* CKS1 cellulase by immobilization. *Heliyon*, v. 2, p. 1-17, 2016.

BRÍGIDA, A. I. S.; PINHEIRO, A. D. T.; FERREIRA, A. L. O.; PINTO, G. A. S.; GONÇALVES, L. R. B. Immobilization of *Candida Antarctica* lipase B by covalent attachment to green coconut fiber. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, v. 7, p. 136-140, 2007.

COSTA-SILVA, T. A.; CARVALHO, A. K. F.; SOUZA, C. R. F.; FREITAS, L.; DE CASTRO, H. F.; OLIVERIA, W. P. Immobilization of *Candida rugosa* lipase on eco-friendly supports by spouted-bed technology: Use in the synthesis of isoamyl caprylate. In: *International Drying Symposium*, 21., 2018, Valência. *Anais... Valência: Editorial Universitat Politècnica de València*, 2018, p. 659 – 666.

CRISTOVÃO, R. O.; TAVARES, A. P. M.; BRÍGIDA, A. I. S.; LOUREIRO, J. M.; BOAVENTURA, R. A. R.; MACEDO, E. A.; COELHO, M. A. A. Immobilization of commercial laccase onto green coconut fiber by adsorption and its application for reactive textile dyes degradation. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, v. 72, p. 6-12, 2011.

CRUZ, Y.W.G., VIEIRA, Y.A., VILAR, D.S., TORRES, N.H., AGUIAR, M.M., CAVALCANTI, E.B., AMÉRICO-PINHEIRO, J.H.P., SORIANO, R.N., BHARAGAVA, R.N., LIMA, Á.S., FERREIRA, L.F.R., 2020. Pulp wash: a new source for production of ligninolytic enzymes and biomass and its toxicological evaluation after biological treatment. *Environ. Technol.* 41, 1837–1847.

D'SOUZA, S. F.; GODBOLE, S. S. Immobilization of invertase on rice husk using polyethylenimine. *Journal of Biochemical and Biophysical Method*, v. 52, p. 59-62, 2002.

DE SOUZA, T. C.; FONSECA, T. D. S.; JESSYCA, A.; VALDEREZ, M.; ROCHA, P.; CARLOS, M.; MATTOS, D.; FERNANDEZ-LAFUENTE, R.; GONC, L. R. B.; JOSÉ, C. S. Cashew apple bagasse as a support for the immobilization of lipase B from *Candida antarctica*: Application to the chemoenzymatic production of (R)-Indanol. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*. v. 130, p. 58–69, 2016.

FERREIRA-LEITÃO, V. S.; CAMMAROTA, M. C.; AGUIEIRAS, E. C. G.; SÁ, L. R. V. DE; FERNANDEZ-LAFUENTE, R.; FREIRE, D. M. G. The protagonism of biocatalysis in green chemistry and its environmental benefits. *Catalysts*, v. 7, n. 1, p. 1-34, 2017.

FONSECA, T. C. S.; LUNA, D. C. B.; OLIVEIRA, J. F.; BANHARA, V. F.; PAIVA, J. B.; MORAIS E SOUZA, L. V.; BATISTA E SILVA, M. C. L.; SALES E SILVA, I. G.; GOMES FILHO, A. J.; CAMPOS-TAKAKI, G. M.; ALVES DA SILVA, C. A. Amylase production by *Aspergillus tamaris* (UCP 1261) through submerged fermentation using alternative media containing agro-industrial residues. In: MENDEZ-VILAS, A. (Ed.). *Exploring Microorganisms: Recent Advances in Applied Microbiology*. Brown Walker Press., 2019. p. 120-124.

GIRELLI, A. M.; ASTOLFI, M. L.; SCUTO, F. R. Agro-industrial wastes as potential carriers for enzyme immobilization: A review. *Chemosphere*, v. 244, 2020.

GIRELLI, A. M.; PAMBIANCO, E.; SCUTO, F. R. Journal of Environmental Chemical Engineering Sustainable recycling of spent grain for laccase immobilization as dyes removal tool. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v. 9, n. 6, 2021.

GUISAN, J. M. (Ed.). *Immobilization of enzymes and cells* (Vol. 22). Totowa, NJ: Humana Press, 2006.

HOMAEI, A. A.; SARIRI, R.; VIANELLO, F.; STEVANATO, R. Enzyme immobilization: An update. *Journal of Chemical Biology*, v. 6, n. 4, p. 185–205, 2013.

HOMAEI, A. Enzyme immobilization and its application in the food industry. *Advances in Food Biotechnology*, 9, 145-164, 2015.

KEIJER, T.; BAKKER, V.; SLOOTWEG, J. C. Circular chemistry to enable a circular economy. *Nature Chemistry*, 11, 190-195, 2019.

LIU, Y.; CHEN, J. Y. Enzyme immobilization on cellulose matrixes. *Journal of Bioactive and Compatible Polymers*, v. 31, n. 6, p. 553–567, 2016.

LIU, J.; YANG, J.; WANG, R.; *et al.* Comparative characterization of extracellular enzymes secreted by *Phanerochaete chrysosporium* during solid-state and submerged fermentation. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 152, p. 288–294, 2020.

LV, J. S.; LIUA, X.Y.; XUA, J. X.; DENG, Y. F.; WUA, Z.; WANG, Y. M.; FANA, M. F.; JIANGSU, H. Preparation and properties of adsorption material from corn stalkscore when used for enzyme immobilization and the subsequent activities of the adsorbed enzymes. *Industrial Crops and Products*, v. 50, p. 787-796, 2013.

NEMA, A.; PATNALA, S. H.; MANDARI, V.; KOTA, S.; DEVARAI, S. K. Production and optimization of lipase using *Aspergillus niger* MTCC 872 by solid-state fermentation. *Bulletin of the National Research Centre*, v. 43, n. 1, p. 68-77, 2019.

ONDUL, E.; DIZGE, N.; ALBAYRAK, N. Immobilization of *Candida antarctica* A and *Thermomyces lanuginosus* lipases on cotton terry cloth fibrils using polyethyleneimine. *Colloids and Surfaces B:*

Biointerfaces, v. 95, p. 109 - 114, 2012.

PEREIRA, A. S.; FONTES-SANT'ANA, G. C.; AMARAL, P. F. F. Mango agro-industrial wastes for lipase production from *Yarrowia lipolytica* and the potential of the fermented solid as a biocatalyst. *Food and Bioproducts Processing*, v. 115, p. 68–77, 2019.

RÊGO, A. P. B.; CUNHA, J. R. B.; SANTOS, R. S. DE ASSIS, F. G. V; LEAL, P. L. Produção de enzimas CMCase e pectinase por processo fermentativo utilizando casca de café suplementada com manipueira como substrato. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v. 8, n. 1, p. 104-121, 2019.

REIHANI, S. F. S.; KHOSRAVI-DARANI, K. Influencing factors on single-cell protein production by submerged fermentation: A review. *Electronic Journal of Biotechnology*, v. 37, p. 34–40, 2019. Elsevier España, S.L.U.

RODRÍGUEZ-RESTREPO, Y. A.; ORREGO, C. E. Immobilization of enzymes and cells on lignocellulosic materials. *Environmental Chemistry Letters*, v. 18, n. 3, p. 787–806, 2020.

SADH, P. K.; DUHAN, S.; DUHAN, J. S. Agro-industrial wastes and their utilization using solid state fermentation: a review. *Bioresources and Bioprocessing*, v. 5, n. 1, p. 1–15, 2018.

SHARMA, S.; BAJAJ, B. K. Valorisation of agroindustrial-residues for production of a potent thrombolytic protease from *Aspergillus terreus* SH72. *Environmental Sustainability*, p. 1-4, 2021.

SHELDON, R. A. Cleas, combi-cleas and 'smart' magnetic cleas: Biocatalysis in a bio-based economy. *Catalysts*, v. 9, n. 3, p. 1–31, 2019.

SINGH, A.; BAJAR, S.; DEVI, A.; BISHNOI, N. R. Adding value to agro-industrial waste for cellulase and xylanase production via solid-state bioconversion. *Biomass Conversion and Biorefinery*, p. 1-10, 2021.

SIRISHA, V. L., JAIN, A., e JAIN, A. Enzyme immobilization: an overview on methods, support material, and applications of immobilized enzymes. *Advances in food and nutrition research*, 79, 179-211, 2016.

SUBRAMANIYAM, R.; VIMALA, R. Solid state and submerged fermentation for the production of bioactive substances: a comparative study. *International Journal of Science and Nature*, v. 3, n. 3, p. 480-486, 2012.

TEIGISEROVA, D. A.; BOURGINE, J.; THOMSEN, M. Closing the loop of cereal waste and residues with sustainable technologies: An overview of enzyme production via fungal solid-state fermentation. *Sustainable Production and Consumption*, v. 27, p. 845–857, 2021.

TEIGISEROVA, D. A.; BOURGINE, J.; THOMSEN, M. Closing the loop of cereal waste and residues with sustainable technologies: An overview of enzyme production via fungal solid-state fermentation. *Sustainable Production and Consumption*, v. 27, p. 845–857, 2021.

THANGARAJ, B., MUNIYANDI, B., RANGANATHAN, S., e XIN, H. Functionalized magnetic nanoparticles for catalytic application—a review. *Reviews in Advanced Sciences and Engineering*, 4(2), 106-119, 2015.

UBANDO, A. T.; FELIX, C. B.; CHEN, W. H. Biorefineries in circular bioeconomy: A comprehensive review. *Bioresource Technology*, v. 299, p. 122585, 2020.

THANGARAJ, B., e SOLOMON, P. R. Immobilization of lipases—A review. Part I: Enzyme

immobilization. *ChemBioEng Reviews*, 6(5), 157-166, 2019.

VILAR, D. S.; CARVALHO, G. O.; PUPO, M. M. S.; *et al.* Vinasse degradation using *Pleurotus sajor-caju* in a combined biological – Electrochemical oxidation treatment. *Separation and Purification Technology*, v. 192, p. 287–296, 2018.

VILAR, D. S.; FERNANDES, C. D.; NASCIMENTO, V. R. S.; *et al.* Hyper-production optimization of fungal oxidative green enzymes using citrus low-cost byproduct. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v. 9, n. 1, 2021.

UTOMO, Y.; YUNIAWATI, N.; WONORAHARDO, S. Preliminary Study of Immobilized of Cellulase in Silica from the Rice Husk Ash to Hydrolysis Sugarcane Bagasse Preliminary Study of Immobilized of Cellulase in Silica from the Rice Husk Ash to Hydrolysis Sugarcane Bagasse. IOP Publishing, v. 276, p. 1-7, 2019.

Projeto de implantação de uma ciclofaixa interligando duas principais faculdades da cidade de Jaú – SP

Project for the implementation of a cyclope interconnecting two main colleges in city of Jaú-SP

Letícia Fonseca do Nascimento

Faculdade de Tecnologia de Jaú (Fatec)

Luiz Felipe Fernandes

Faculdade de Tecnologia de Jaú (Fatec)

DOI: 10.47573/aya.5379.2.56.3

RESUMO

Com o crescimento de carros espalhados pelas cidades têm por consequência o crescimento dos números de doenças cardiorrespiratórias e de câncer do pulmão, como resultado da poluição atmosférica, ou seja, de material particulado liberado principalmente pelos carros, além de aumentar as filas no trânsito. É imprescindível que se adotem medidas com finalidade para diminuir os impactos negativos causados pelo trânsito que está cada vez mais superlotado, e o uso da bicicleta como meio de transporte em passa a ser uma excelente alternativa, principalmente na cidade de Jaú, interior de São Paulo, onde este presente artigo têm como finalidade interligar as duas principais faculdades da cidade através de ciclofaixas, abordando os principais pontos e parâmetros para uma maior compreensão.

Palavras-chave: transporte. bicicleta. ciclofaixa. sustentabilidade.

ABSTRACT

With the growth of cars spread throughout the cities, the numbers of cardiorespiratory diseases and lung cancer are increasing as a result of air pollution, i.e., particulate matter released mainly by cars, in addition to increasing traffic jams. It is essential that measures are adopted in order to reduce the negative impacts caused by traffic that is increasingly overcrowded, and the use of bicycles as a means of transportation in becomes an excellent alternative, especially in the city of Jaú, São Paulo, where this article aims to connect the two main colleges of the city through bike lanes, addressing the main points and parameters for a better understanding.

Keywords: transoirtation. bivycle. cycle lane. sustainability.

INTRODUÇÃO

Com o acelerado crescimento populacional ocorrido na segunda metade do século XX no Brasil, cada vez mais ficou aparente a deficiência em mobilidade que temos em nossas vias. Na última década houve um aumento de quase 60% na frota de automóveis, passando de 34.536.667 veículos em 2009 para 54.715.488 em 2018, Segundo IBGE,2020.

Para mudar essa situação, o transporte sustentável vem ganhando cada vez mais importância, utilizando principalmente a bicicleta como meio de transporte para distâncias curtas, até 8km. A bicicleta é um veículo de alta eficiência e sustentabilidade, pois o seu custo de aquisição e manutenção é baixo, utilizando exclusivamente como fonte de energia, a propulsão humana, ela ocupa pouco espaço nas ruas e avenidas além de não emite poluentes no meio ambiente.

Nos tempos atuais de pandemia Coronavírus (Covid-19), a bicicleta vem ganhando espaço na rotina dos brasileiros. Por ser um veículo individual, o distanciamento social ocorre de maneira natural, evitando contato e propagação do vírus.

Buscando maneiras de incentivar o jovem a fazer o uso desse transporte, nesse artigo será elaborado um projeto de instalação de ciclofaixas interligando duas faculdades de Jaú, FIJ e Fatec, tendo como objetivo melhorar a mobilidade da cidade, principalmente em horários de pico nas instituições de ensino, além de incentivar o jovem a ser mais ativo e sustentável.

Com o desenvolvimento das cidades brasileiras, que está associado principalmente com o aumento da população e economia, ocasionalmente provoca uma preocupação com os planejamentos das vias, transportes, qualidade de vida de seus habitantes, ou melhor dizendo, aumenta a preocupação com a mobilidade urbana. O desenvolvimento urbano ocorre em função de um amplo conjunto de fatores econômicos, políticos, sociais e culturais, além de ações do Estado, setor privado, indivíduos e sociedade organizada (VASCONCELLOS, 2000), e para a melhoria do mesmo, é necessário um projeto visando a solução de grande parte dos problemas que nele está associado.

Atualmente a necessidade e dependência da população pelo transporte motorizado faz com que as principais ruas das cidades em horários de pico estejam cheias, com fila de carros ou transporte público rodoviário, porém vem mudando o pensamento aos poucos das pessoas, seja por conta do problema citado ou até mesmo com a crescente no valor do dólar nos últimos anos vem sendo bons motivos para procurarem um meio de transporte mais barato.

Durante os tempos de pandemia na luta contra o coronavírus que se deu início de 2020 fez com que o uso de bicicleta aumentasse muito, e “a cidade de São Paulo teve um aumento de 66% nas vendas de bicicleta em 2020 em relação a 2019, de acordo com a Associação Brasileira do Setor de Bicicletas (Aliança Bike). O número é 16 pontos percentuais acima da média nacional, de 50%” segundo e segundo Bárbara Muniz Vieira, em matéria publicada no site G1 em 2021.

A mobilidade urbana sustentável é um conjunto de políticas de transporte e circulação para proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, priorizando modos não motorizados e coletivos de transporte, não segregando espaços, sendo ecologicamente sustentável e socialmente inclusiva (BRASIL, 2012), então a melhor alternativa é a utilização de bicicletas como meio de transporte, onde a bicicleta possui vantagens sobre outros meios de transporte, como o preço acessível, a melhoria na saúde dos usuários, o não prejuízo ao meio ambiente, o não requerer de combustível e o fato de possui maior flexibilidade de uso (GEIPOT, 2001).

Dessa forma a busca por meio de outros modos alternativos de deslocamentos vem aumentando consideravelmente, seja pelo anseio da população, pela falta de infraestrutura e/ou questão ambiental, econômica e contribuindo como melhoria para mobilidade urbana. Nesse sentido, o incentivo à mobilidade por bicicleta pode trazer benefícios para os usuários e para o meio ambiente urbano. Porém, para isso ser posto em prática há necessidade de mudança de comportamento, podendo ser possível com planejamento, educação no trânsito, distribuição. Segundo Silveira (2010, p. 34) considera que a bicicleta “é o meio de transporte que apresenta menor consumo de energia primária e é ideal para deslocamentos urbanos de curtas distâncias. Seus benefícios são consideráveis tanto para comunidade urbana quanto para seus usuários”.

A escolha pela bicicleta se passa pela alternativa de economia de tempo e dinheiro, e acabam por descobrir motivos mais importantes para a escolha feita: benefícios a saúde trazidas pela prática esportiva, colaborando com a preservação ambiental e a felicidade que a bicicleta proporciona por pedalar fazem parte desse rol de benefícios trazidos para o indivíduo, sociedade e meio ambiente (MALATESTA, 2014).

MATERIAIS E MÉTODOS

O objetivo deste trabalho é implementação de ciclofaixas interligando as duas principais faculdades da cidade de Jaú, interior de São Paulo, e mesmo ainda não tendo investimento neste transporte, a implementação irá corroborar muito para o desenvolvimento da cidade e beneficiar não somente os alunos como a população da cidade.

Elaborar um projeto de implantação de ciclofaixas em vias permitidas da cidade entre as duas principais faculdades, ou seja, mostrar que a mobilidade urbana por meio de bicicletas trará melhorias para o transporte, qualidade de vida dos habitantes, logística, ou melhor dizendo, terá um impacto positivo para a cidade estudada.

- Bem como mostrar - avaliar os impactos gerados após a integração de ciclofaixas e subestações das bicicletas para meios de transporte da cidade; - Identificar todos os setores envolvidos que terá que fazer alterações para a implantação das ciclofaixas e subestações; - Reduzir custos e tempo.

O projeto de inserção da ciclofaixa em Jaú foi planejado para diminuir o fluxo de veículos nessa região, principalmente nos horários de pico de entrada e saída das faculdades, visando assim, também uma menor poluição da cidade e incentivo a atividade física dos mais jovens, diminuindo também o sedentarismo da cidade.

Caracterização da área de estudo

Contexto histórico

A cidade de Jaú, localizada na região central do Estado, a 296 km da capital São Paulo, hoje conta com mais de 131.040 habitantes e população estimada em 151.881 (PREFEITURA DE JAU, 2021). O município é servido por rodovias estaduais e municipais. As estradas dão acesso aos municípios próximos, e a cidade conta com duas principais faculdades, fazendo receber bastante pessoas por transportes, sendo ônibus, carros e motos.

O excesso da motorização individual e a falta de infraestrutura local acarretam problemas de trânsito como congestionamentos em horários de pico, carência de estacionamentos, acidentes entre outros. Diante disso, a inclusão cultural do uso da bicicleta pode ser de grande benefício ao trânsito da cidade de Jaú, gerando melhorias na mobilidade, saúde populacional e para o meio ambiente, pois é um meio de transporte que não emite poluentes.

Ciclovias e ciclofaixas

As ciclovias são espaços de uso exclusivo para circulação de bicicletas, separada da via usualmente utilizada pelos demais veículos de locomoção, sendo habitualmente mais elevada do que a pista destinada ao tráfego de veículos, geralmente mais elevada do que a via utilizada pelos demais veículos motorizados, estando geralmente localizada do canteiro central ou nas calçadas laterais, proporcionando mais fluidez e segurança aos ciclistas. Podemos considerar como uma ciclovia toda faixa destinada à circulação de bicicletas localizada na mesma pista trafegada pelos veículos automotores, desde que, haja completa segregação dos demais elementos da via, proporcionada por elementos de concretos separadores (BOARETO *et al.*, 2007).

Segundo Pires *et al.* (1997, *apud* Raia; Guerreiro, 2006) a organização de espaços contínuos de circulação, projetado para o tráfego exclusivo de bicicletas, com sinalização adequada, ou projetadas utilizando o mesmo espaço viários utilizados pelos demais veículos automotores, são denominadas de ciclovias. Para Boareto *et al.* (2007), a ciclovia pode ser estabelecida em um traçado totalmente independente da malha viária urbana, como por exemplo ciclovias localizadas em leitos ferroviários desativados. A acessibilidade dos ciclistas nesses casos específicos deverá ser projetada de forma a prover uma maior segurança e eficiência quando em cruzamentos com outras estruturas viárias. Esta acessibilidade poderá ser garantida através de controle de acesso a estas vias.

Já as ciclofaixas são demarcações feitas nas malhas viárias existentes, utilizando-se de tachões ou dispositivos similares, destinando a circulação somente de bicicletas. Estes dispositivos delimitadores são denominados de taxas pelo Código de Trânsito Brasileiro (CTB), mas, popularmente e na linguagem de muitos fabricantes também são denominados, dependendo de sua dimensão de “tachinhas”; “tachões”; “calotas” e “tartarugas” (BOARETO *et al.*, 2007).

Existem quatro posições básicas possíveis para a instalação de uma ciclofaixa. A ciclofaixa situada à borda direita da via de tráfego de veículos automotores, seguindo o mesmo sentido do tráfego e onde seja proibido que os veículos estacionem nos dois lados da via é a mais recomendada. Outra posição básica é a implantação de duas ciclofaixas ladeando a via, no mesmo sentido do tráfego. A terceira posição compreende a localização da ciclofaixa entre a faixa de tráfego dos veículos na via e a faixa do estacionamento dos veículos. E por fim a quarta posição é a das faixas de contra fluxo, onde o deslocamento dos ciclistas se dá em direção contrária à dos veículos automotores (BOARETO *et al.*, 2007).

Essa opção possui baixo custo de implantação quando comparada à ciclovia, porém não promove o isolamento dela, afetando um pouco a fluidez e a segurança.

Impactos na saúde após a implementação de ciclofaixas

No momento de pandemia de Covid-19, a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda atividades como caminhar e andar de bicicleta como meios de exercício e de locomoção. A prática de atividades físicas não faz bem somente à saúde física, mas também a saúde mental, trazendo diversas vantagens ao ‘bom funcionamento do corpo e da mente’. O simples fato de pedalar até o trabalho, por exemplo, já supre a falta de tempo para a realização de exercícios, tonificando os músculos, auxiliando na perda de peso e melhorando a respiração e a circulação, além de turbinar a disposição.

Segundo os resultados de uma pesquisa publicada na revista *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, publicado em 2011, já mostravam que a atividade física inerente à participação no esporte está ligada ao envelhecimento multidimensional bem-sucedido. A frequência na prática de exercícios físicos melhora o condicionamento, a taxa de circulação sanguínea, trata de problemas ligados à ansiedade, além de possibilitar o desenvolvimento de maior número de neurônios melhorando o desempenho em tarefas de memória e aprendizado (TEIXEIRA, 2013).

Além disso, pessoas que fazem atividade regular têm um menor risco de muitas doenças crônicas, como doenças ligadas ao coração, derrame, diabetes tipo dois e alguns tipos de cân-

cer. A atividade física também pode aumentar a autoestima, humor, qualidade do sono e energia, bem como reduzir o risco de stress, depressão, demência e doença de Alzheimer (SCHOENFELD; RADA; PIERUZZINI; HSUEH; GOULD, 2013).

Embora haja muitos benefícios a saúde, largamente abordados pela comunidade científica, os adeptos ao ciclismo nas cidades, inalam mais gases provenientes do trânsito tradicional que os usuários de outros meios de transporte. Por conta da atividade física, os ciclistas têm a taxa de respiração de 2 a 5 mais alta que as pessoas em veículos motorizados. Essa diferença de taxa respiratória aumenta conforme o esforço do ciclista e velocidade de deslocamento do mesmo. Respirando mais poluentes, os riscos de doenças coronarianas e pulmonares aumenta consideravelmente, na mesma proporção que os gastos da saúde pública no tratamento das doenças e mazelas advindas da alta inalação de gases poluentes. Além disso, os ciclistas estão mais expostos à lesões ocasionadas por eventuais acidentes de trânsito e as intempéries das variações de clima e temperatura (BIGAZZI; FIGLIOZZI, 2014; OREGON, 2015).

Metodologia

Os métodos utilizados para a realização do presente trabalho será pesquisa aplicada por meio de um estudo de caso, no qual será realizada a aplicação da proposta no desenvolvimento da ciclofaixa dentro da cidade de Jaú, juntamente com todos os envolvidos no processo.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Após o estudo da região, podemos observar que com algumas mudanças na via seria possível a implantação de uma ciclofaixa ligando a Faculdades Integradas de Jaú (FIJ) a Faculdade de Tecnologia de Jahu (FATEC), que hoje são as maiores faculdades presenciais dentro da cidade.

O trajeto foi pensando para diminuir o fluxo de carros nos horários de saída e principalmente os de entrada das faculdades, por coincidir com muitos trabalhadores saindo do serviço, o movimento é bem intenso, o que acarreta o grande nível de poluição e difícil mobilidade.

Segundo pesquisa realizada pelos autores, 37% dos estudantes das FIJ e residentes em Jaú, moram nos bairros Jardim das Paineras, Centro, Jardim Jorge Atalla, Jardim Alvorado, Chácara Bela Vista, entre outros bairros ao redor do possível trajeto de implantação da ciclofaixa. Já na FATEC, a mesma pesquisa trouxe o resultado de 42% dos universitários moradores de Jaú que residem em propriedades dentro do perímetro do projeto.

Desses jovens que participaram da pesquisa, foi perguntado qual era a maior queixa e dificuldade deles ao percorrer de automóveis ou motocicletas o trajeto de suas casas até a instituição de ensino. E uma das maiores queixas foi o tempo que se era perdido, pois no horário que antecede a entrada dos estudantes na faculdade, as principais avenidas da cidade ficam com seus fluxos lentos, devido à grande demanda existente de veículos motorizados, alguns indo às instituições e outros voltando de um dia de trabalho.

Figura 1- Congestionamento na avenida Isaltino do Amaral Carvalho



Fonte: Tem coisas que só acontecem em Jaú, 2021

Figura 2 - Congestionamento em frente a FIJ



Fonte: Tem coisas que só acontecem em Jaú, 2021

Além do incomodo do transito, uma grande parte dos entrevistados também se queixam de vagas para estacionar seus veículos, que no caso das FIJ não oferece estacionamento, e os alunos precisam parar seus veículos nas ruas e avenidas em torno da faculdade, o que dificulta, pois são muitos alunos para poucas vagas. Tem também os alunos iniciantes, que ingressaram na faculdade logo após o termino do 3º colegial, iniciando o ensino superior os 17 anos na maioria desses casos. Esses jovens necessitam sempre de uma carona, seja dos pais ou de algum colega já habilitado a dirigir, ou até mesmo utiliza, o transporte público.

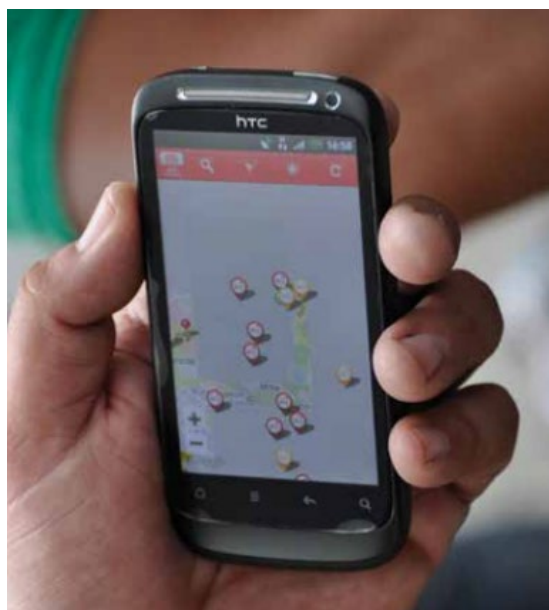
Para mudar essa situação, montamos o projeto de ciclofaixa da FIJ a FATEC, percorrendo 5,5km composta com uma estação principal modular no meio do trajeto, próximo ao shopping center da cidade, e duas subestações localizadas uma em cada instituição de ensino, sinalizadas no mapa abaixo como retângulos pretos.

Figura 4 - Modelo modular da estação de ciclofaixa



Fonte: Guia de planejamento de sistemas de bicicletas compartilhadas.

Figura 5 - Agendamento da utilização da bicicleta por aplicativo celular



Fonte: Guia de planejamento de sistemas de bicicletas compartilhadas.

Subestações formada por estação Modular compacta, constituída com auxílio de painéis solares, Kiosk com comunicação sem fio e Docs inteligentes, que após o processo concluído com sucesso faz a auto liberação da bicicleta solicitada, como mostra em foto abaixo:

Figura 6 - Modelo da subestação modular



Fonte: (adaptada) www.vadebike.org/2017/06

Portanto a implementação da Ciclofaixa nas vias urbanas da cidade, interligando as duas principais faculdades de Jaú, visando a melhoria da mobilidade do perímetro e descongestionamento do trânsito, pode também ser uma estratégia de mudança comportamental e qualidade de vida para os futuros usuários desse sistema, além de utilizar alternativas que visem uma mobilidade urbana mais sustentável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos fatos apresentados, verifica-se que a implantação da ciclofaixa na cidade de Jaú/SP é um investimento, e não apenas investimento em mobilidade, mas também em saúde e infraestrutura, pois com essa obra finalizada teremos mais jovens praticando exercício físico, além de diminuir o afogamento nas vias urbanas em horários de pico.

Com esse projeto diminuirá as aglomerações nos veículos públicos, assim reduzindo a propagação de vírus e bactérias, o que é excelente para o momento de pandemia que estamos vivenciando, restringindo o contato e multidões de pessoas.

O presente estudo possibilitou maneiras de desafogar a mobilidade urbana em alguns trechos de grande circulação, implementando uma ciclofaixa de 5,5km de extensão, que atende grande parte do público universitário da cidade, assim diminuindo a circulação de veículos motorizados individuais e a aglomeração em pontos de parada e terminais, o que bonifica também a atual situação de pandemia em que o país passa, reduzindo o contato e contágio do vírus.

Foi possível identificar vias potenciais para implantação das ciclofaixas, que serão necessárias apenas pequenas adaptações para fluir o sistema, e ao longo dos 5,5km terá fluidez nas vias e segurança.

Vale a pena destacar que esta priorização pode ainda ser complementada, por meio de pesquisas futuras, com informações a respeito da geometria, densidade populacional e áreas de

concentração de emprego, além de uma atribuição de pesos aos diferentes tipos de estabelecimentos considerados essenciais, fato que traria ainda mais detalhes para a tomada de decisões.

REFERÊNCIAS

BIANCO, Sérgio Luiz. O papel da Comissão de bicicletas na antp: A ANTP e a Comissão de Bicicletas. In: MIRANDA. Transporte ciclovial. São Paulo: Bndes, 2007. Cap. 7. p. 10-132. Disponível em: <http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2016/02/24/DE3EB401-A3C2-46B3-813C-B5A460D028B4.pdf>. Acesso em: 30 set. 2021.

BOARETO, R.A Mobilidade urbana sustentável. Revista dos Transportes Públicos, v.25, São Paulo, 2003.

COHEN, Alison *et al.* Guia de Planejamento de Sistemas de Bicicletas Compartilhadas. ITPD, Rio de Janeiro. RJ, p. 156, fevereiro de 2014.

CRUZ, Willian. Conheça em Detalhes as Novas Bicicletas Compartilhadas do Itaú. Disponível em: <https://vadebike.org/2017/06/novas-laranjinhas-bicicletas-compartilhadas-itaubike-sampa-rio-pe-poa-salvador-bike-sharing/> Acesso em: 10 de Ago de 2021.

FEDER, Marcos. CICLOFAIXAS - Análise da legislação e das normas Brasileiras. ANTP. p 95-110. 2005.

GLOBO.COM. Capital Paulista tem aumento de 66% nas vendas de bicicletas em 2020, diz associação. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2021/28/capital-paulista-tem-aumento-de-66percent-nas-vendas-de-bicicletas-em-2020-diz-associacao.ghtml>. Acesso em: 30 set. 2021.

GOOGLE. 2012. Porto. [s.l.]: Google Maps. <<https://www.google.com.br/maps>>. Acessado em 19 de Set de 2021

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010) Censo demográfico. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/maringa.html>. Acesso em 23 de out de 2021.

MALATESTA, Maria Ermelina Brosch. Uma bicicleta nas Viagens Cotidianas Faz Município de São Paulo.2014. 251p. Tese de Doutorado (Curso de Arquitetura e Urbanismo). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007b, Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades, Coleção Bicicleta Brasil, caderno 1, Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana, Brasília. Disponível em: <<https://iema-site-staging.s3.amazonaws.com/planmob.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2021.

NERI, Thiago Botion; JUNIOR, Wilson Americo. Proposta Metodológica Para a Definição de Rotas Com Potencial Para Implantação de Ciclofaixas Temporárias em Tempos de Pandemia. 34º ANPET. p. 2373-2384. Novembro de 2020.

JAU, Tem coisas que só acontecem em. Volta as aulas causam congestionamento. Jau, 08 de Agosto de 2019. Disponível em: <<https://www.facebook.com/893330654874591/posts/1718541257327659/>>. Acessado em: 29 de Out de 2021.

Mudanças climáticas e cidades resilientes: de desafios a soluções

Climate change and resilient cities: from challenges to solutions

Willian Carlos Siqueira Lima

Curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Católica de Santa Catarina

Letícia Peret Antunes Hardt

Curso de Arquitetura e Urbanismo e Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana da Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Carlos Hardt

Curso de Arquitetura e Urbanismo e Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana da Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Marlos Hardt

Curso de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica do Paraná

DOI: 10.47573/aya.5379.2.56.4

RESUMO

Constituindo um dos principais desafios contemporâneos a serem enfrentados pela Humanidade, as mudanças climáticas impõem ameaças atuais e futuras a diferentes ambientes do planeta, sobretudo às áreas urbanizadas. Frente a essa problemática, o objetivo geral da pesquisa consiste em discutir diretrizes de planejamento para mitigação do aquecimento global em longo prazo e para adaptação de cidades a seus riscos iminentes. Para tanto, o estudo foi desenvolvido por meio de métodos exploratórios e descritivos. Em paralelo a postulados teórico-conceituais, os resultados incorporam exemplos práticos para tratamento da temática nos contextos de três tipos de políticas: urbanísticas propriamente ditas, focadas em questões de dispersão e adensamento dos espaços construídos; mitigatórias, direcionadas a vertentes multiescalares de intervenção, e adaptativas, voltadas à ótica de urbes resilientes, inclusive embasadas em metas do desenvolvimento sustentável. Diante da insuficiência de resolução efetiva dos problemas levantados, conclui-se pela conveniência de adoção de medidas em diferenciados alcances temporais e pela necessidade de aprofundamento de diagnósticos da realidade atual e, sobretudo, de cenários prospectivos, visando à sistematização de soluções integradas para viabilização da resiliência urbana.

Palavras-chave: políticas. urbanização. mitigação. adaptação. sustentabilidade.

ABSTRACT

Constituting one of the main contemporary challenges to be faced by Humanity, climate change imposes current and future threats to imminent environments of the planet, especially to urbanized areas. Considering this problematic conditions, the general objective of the research is to discuss planning guidelines for the mitigation of global warming in the long term and for the adaptation of cities to its imminent risks. Therefore, the study was developed through exploratory and descriptive methods. In parallel with theoretical-conceptual postulates, the results incorporate practical examples for the treatment of the theme in the in the contexts of three types of policies: urbanistic proper, focused on issues of dispersion and densification of built spaces; mitigative, aimed at multi-scalar strands of intervention; and adaptative, turned to resilient cities, including those based on sustainable development goals. Facing the insufficiency of effective resolution of the problems raised, it is concluded by the convenience of adopting measures in different temporal scopes and by the need to deepen diagnoses of the current reality and, above all, of prospective scenarios, aiming at the systematization of integrated solutions for the viability of urban resilience.

Keywords: policies. urbanization. mitigation. adaptation. sustainability.

ARGUMENTOS INICIAIS

Resultantes, dentre outras causas, da longa vida útil do dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, as mudanças climáticas constituem um dos principais desafios a serem enfrentados pela Humanidade na contemporaneidade. Suas consequências ainda não são suficientemente conhecidas e incluem desde o aumento do nível do mar e dos eventos extremos, até alterações em padrões meteorológicos, como os de chuva e de temperatura em áreas urbanizadas, por exemplo (MATOS; LIMA, 2017; SILVA; XAVIER; ROCHA, 2020).

Desde os anos 1800, com o avanço da industrialização, as modificações do clima se

tornaram cada vez mais expressivas, com aumento drástico no século XX como resultado dos altos níveis de CO₂ e metano relacionados a atividades humanas, tanto pela queima excessiva de combustíveis fósseis quanto pelo desmatamento indiscriminado de áreas naturais, dentre outros motivos. Em 1988, o United Nations Environment Programme (UNEP – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) e a World Meteorological Organization (WMO – Organização Meteorológica Mundial) instituíram o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas), que se tornou a principal referência internacional para avaliação do fenômeno, com divulgação sistemática de informações sobre o processo de alterações na atmosfera terrestre ao longo do tempo devido à emissão de gases de efeito estufa (GEE) (IPCC, 2022a).

Whitmarsh (2009) esclarece que a principal decorrência das mudanças climáticas é o chamado “aquecimento global”, que traz consequências como o derretimento das calotas polares e sucessiva elevação do nível médio dos oceanos. Também há impactos diretos na frequência, intensidade e velocidade dos eventos de tempestades, erosão costeira, ciclones, inundações, terremotos e furacões, dentre outros causadores de relevantes desastres naturais.

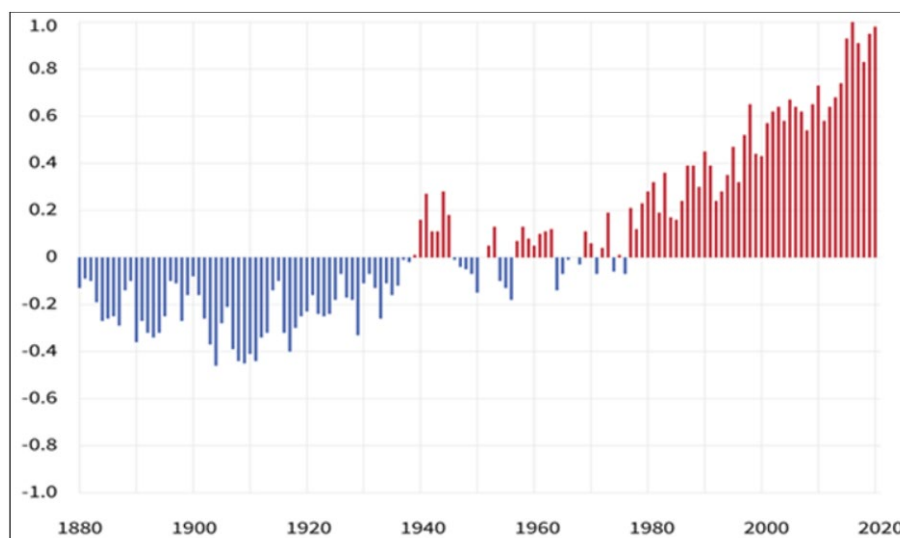
Hulme *et al.* (2002) afirmam que a longa duração do dióxido de carbono na atmosfera determinou a permanência da gravidade das mudanças climáticas por décadas. Os autores ainda alertam que, se não forem adotadas ações efetivas e conjuntas para diminuição das emissões de GEE, os resultados serão ainda piores.

Em paralelo à divulgação de análises científicas regulares sobre as mudanças climáticas, suas implicações e seus potenciais riscos futuros, diretivas do IPCC apresentam opções de resiliência, envolvendo desde a mitigação, pela implementação de soluções para reestatização das emissões de GEE, até a adaptação, pelas iniciativas para atenuação da vulnerabilidade dos sistemas naturais e antropizados contra as reais ou esperadas ameaças para o clima. Seu relatório de síntese mais recente aborda três seções principais: situação atual e tendências, que abrange uma retrospectiva histórica até o momento presente; desenvolvimento futuro em longo prazo, que compreende cenários projetados até 2100; e respostas de curta resolução, que considera questões recentes da política internacional e o intervalo de tempo até 2040 (IPCC, 2022b).

No início do século XXI, o IPCC já preconizava que soluções mitigatórias e adaptativas não poderiam evitar todos os efeitos das mudanças climáticas, apesar de serem imprescindíveis para o enfrentamento dos efeitos do aquecimento mesmo nos cenários mais favoráveis de estabilização do problema. Se não atenuadas as repercussões previstas, provavelmente será excedida a capacidade de sustentação de sistemas naturais e humanos, com impossibilidade de reversão ou, na melhor das hipóteses, com recuperação condicionada a exorbitantes custos sociais, ambientais e econômicos (IPCC, 2007).

Comprovando essa problemática, Lindsey e Dahlman (2021) atestam que a temperatura do planeta aumentou 0,08°C por década desde 1880. Nos últimos 40 anos, essa taxa de aquecimento mais que dobrou, correspondendo a 0,18°C a cada interstício desde 1981 (Figura 1). Ultrapassado apenas por 2016, que foi sucedido pelo esfriamento de ampla faixa do Oceano Pacífico tropical pelo evento La Niña, 2020 foi o segundo ano mais quente no período analisado, com recordes expressivos de calor nas áreas terrestres, sendo 1,19°C superior à média térmica do interstício inicial (1880-1900).

Figura 1 - Gráfico de média global da temperatura da superfície terrestre em graus centígrados por décadas no período de 1880 a 2020



Fonte: Adaptada de Lindsey e Dahlman (2021).

Os mesmos autores também evidenciam a correlação entre elevação de temperatura e emissão de GEE. Pode-se, assim, estimar os resultados térmicos sob diversos cenários futuros de desenvolvimento social e econômico para orientação de ações de mitigação e adaptação das alterações do clima, as quais, ocasionalmente, podem ser confrontadas (HAMIN; GURRAN, 2009).

Para Broto e Bulkerley (2013), as urbes são locais estratégicos para a abordagem das mudanças climáticas, o que amplia a responsabilidade dos governos municipais. Dados do United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT – Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos) reiteram essa assertiva, demonstrando que quase 80% das emissões de GEE são oriundos de áreas urbanizadas, nas quais inúmeras pessoas são – e continuarão sendo – afetadas pelos impactos do fenômeno. Todavia, apesar de cerca de 10.000 cidades terem aderido oficialmente ao Global Covenant of Mayors for Climate and Energy (GCM-CE – Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e Energia), formando a rede mundial de combate a alterações do clima, apenas 1,4% adotaram a chamada “ferramenta de perfil de resiliência urbana” (UN-HABITAT, 2018; 2022).

Diante da problemática e das justificativas arroladas, o objetivo geral deste trabalho consiste em discutir diretrizes de planejamento para mitigação do aquecimento global em longo prazo e para adaptação de cidades a seus riscos iminentes. Desenvolvido por meio de métodos exploratórios e descritivos, identifica conceitos e teorias sobre a temática, expondo alguns exemplos práticos relacionados a processos mitigatórios e adaptativos de urbes contemporâneas às mudanças climáticas.

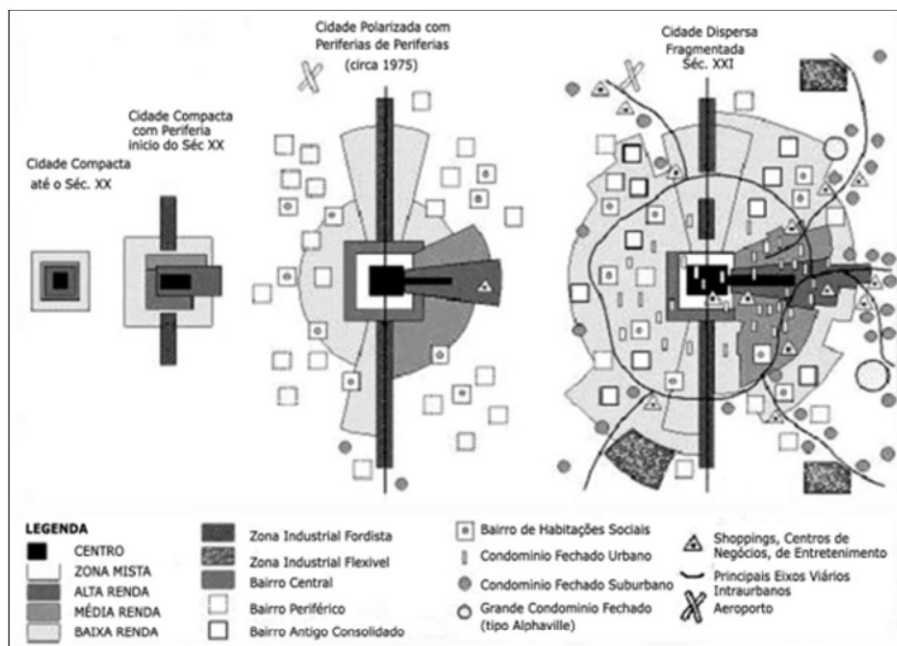
POLÍTICAS DE URBANIZAÇÃO

Normalmente, não são simples as soluções urbanísticas propriamente ditas para enfrentamento da problemática e os padrões de ocupação do solo implicam diretamente nos efeitos climáticos. Nessa perspectiva, debates têm sido focados no adensamento urbano pela ade-

quabilidade de construção de cidades mais compactas, definidas por Ewing *et al.* (2008) como aquelas em que o processo de expansão da malha urbanizada supera em muito o crescimento populacional.

Entretanto, essa não tem sido a tendência das cidades latino-americanas (BORSODORF, 2003), as quais são sujeitas à dispersão urbana (Figura 2) que, conforme Limonad (2007, p.41), consome “de forma crescente o espaço social e os recursos naturais, estendendo a urbanização sobre o território, segregando e alijando diferentes grupos sociais da possibilidade de sua apropriação e uso”. Ewing *et al.* (2008) assinalam que o espraiamento urbano tem quatro dimensões: população amplamente dispersa em ocupação de baixa densidade (espraiamento horizontal); subdivisão do tecido urbanizado em áreas de residência, de comércio e de trabalho (setorização rígida); rede viária definida a partir de enormes quarteirões (mobilidade dificultada); e insuficiência de definição de centros de apoio a atividades (estrutura mononuclear). A maioria das outras características geralmente associadas à expansão urbanística, como, por exemplo, a falta de opções de transporte, a uniformidade de alternativas de moradia e a dificuldade de acesso, são, em grande parte, resultantes das condições anteriores (EWING *et al.*, 2008).

Figura 2 - Esquemas representativos da tendência de conformação de cidades latino-americanas dos anos 1500 ao século XIX



Fonte: Adaptada Borsdorf (2003) por Limonad (2007).

Freqüentemente, conceitos de espraiamento urbano e baixas densidades são associados ao de suburbanização (DODMAN, 2009). Além disso, são vinculados a outros problemas, como aquecimento global, eventos extremos, perda de biodiversidade e desequilíbrio ambiental (GOTTDIENER; BUDD, 2005).

De modo geral, o aumento da densidade é uma das melhores alternativas para redução de extensão de percursos em cidades e consequente emissão de GEE. No entanto, tem outros reflexos positivos e negativos, o que leva Pescatori (2015, p. 40) a argumentar que o confronto entre cidades compactas e dispersas é “central para a discussão acerca da morfologia urbana contemporânea”.

Para Matos e Lima (2017), na dimensão social, alguns benefícios são relativos à melho-

ria do sistema de transportes, à redução da segregação social e à otimização do acesso a instalações. Por outro lado, os principais problemas são referentes à insuficiência de acessibilidade à moradia frente à minimização de espaços de convivência.

Os mesmos autores ainda indicam, com referência à dimensão climática, que o aumento da densidade pode interferir no processo de adaptação urbana, uma vez que provoca a perda de superfícies permeáveis, a redução de cobertura vegetal e a intensificação do escoamento de águas pluviais, associada a riscos de inundação, exacerbando, por vezes, o desconforto de verões muito quentes (HAMIN; GURRAN, 2009).

Em síntese, Ewing *et al.* (2008) identificam os seguintes fatores-chave do planejamento para redução de deslocamentos indutores da emissão de GEE em cidades: aumento da densidade na malha urbana, geração de diversidade de usos mistos do solo, preferencialmente próximos uns dos outros, e redução do tamanho de quadras e edifícios, bem como da largura de vias, com instalação de mais travessias de pedestres e de árvores nas calçadas. Também citam a importância de acessibilidade a determinados destinos para proporcionar oportunidades de empregos e outras atrações acessíveis em tempo razoável de viagem, bem como para viabilizar menores distâncias em percursos da residência ou trabalho até instalações de modais de transporte. Para esses autores, a duplicação da maior parte dessas alternativas reduziria, em mais de um terço, os percursos urbanos médios e respectivas emissões à atmosfera.

Assim, depreende-se que as políticas locais de ordenamento de uso e ocupação do solo devem incentivar o crescimento urbano mais adequado, limitar o espraiamento excessivo de cidades e criar formas construídas mais densas, quando viável, em paralelo à manutenção da permeabilidade do solo, se possível. Contudo, outras práticas urbanísticas, adiante abordadas, podem ser incentivadas como diretrizes mitigatórias das mudanças climáticas.

POLÍTICAS DE MITIGAÇÃO

Em âmbito internacional, há vários acordos de desenvolvimento de ações para redução das emissões de GEE. Em 1997, foi assinado o Protocolo de Kyoto, o qual, após complexo processo de ratificação, entrou em vigor em 2005. Em suma, o pacto firma o compromisso de países industrializados e de economias em transição de limitação e redução das emissões de GEE de acordo com metas individuais acordadas (UN-FCCC, 2022), as quais são enquadradas, em geral, entre 25% a 40% e em cerca de 80% abaixo dos níveis registrados em 1990 até 2020 e 2050, respectivamente.

Hamin e Gurrán (2009) mencionam que, embora os representantes governamentais norte-americanos não tenham assinado o Protocolo de Kyoto, a Environmental Protection Agency (EPA – Agência de Proteção Ambiental) encorajou os estados para a redução das emissões de CO₂. Além disso, 32 deles, cerca de 63% do total, fizeram seus próprios planos de ações sobre mudanças climáticas; no entanto, essa decisão tem caráter estritamente voluntário.

Paralelamente, o International Council of Local Environmental Initiatives (ICLEI – Conselho Internacional de Iniciativas Ambientais Locais – atualmente denominado Local Governments for Sustainability – Governos Locais para a Sustentabilidade) tem desenvolvido diretrizes de governança para melhores práticas de proteção climática. Esse conjunto de alternativas de ações

para redução de GEE abrange políticas aplicáveis em múltiplas escalas, desde edificações individuais até cidades como um todo (ICLEI, 2022).

Na escala local, o programa de retrofit (reforma) de dezenas de edifícios e instalações institucionais em Toledo, Ohio (Figura 3), é um exemplo de iniciativa governamental para redução do consumo de energia pela atualização da eficiência energética, com expressivos cortes nos usos de eletricidade e de gás natural, sendo eliminadas milhares de toneladas anuais de CO₂, com expressiva economia para os cofres públicos e com contribuições relevantes para minimização do efeito estufa. Essa experiência tem servido de base para várias semelhantes em outras áreas urbanas do país e são encontradas em diferentes regiões do mundo (WU; WANG; XIA, 2016).

Figura 3 - Vistas de exemplo de retrofit para eficiência energética em edifício institucional em Toledo, Ohio, Estados Unidos



Fonte: OBE (2022)

Outro exemplo é pertinente a Portland, Oregon, compreendendo a conversão de metano em gás natural renovável na estação de tratamento de efluentes (Figura 4), gerando uma operação livre de poluição por digestão anaeróbica de gás. Os resultados anuais também são relativos à eliminação de centenas de toneladas de CO₂. Passos *et al.* (2016) destaca que iniciativas para a obtenção de energia limpa são altamente desejáveis para o controle tanto da degradação do ambiente quanto de mudanças do clima.

Figura 4 - Vista aérea de exemplo de espaço de conversão de metano em gás natural renovável na estação de tratamento de efluentes em Portland, Oregon, Estados Unidos



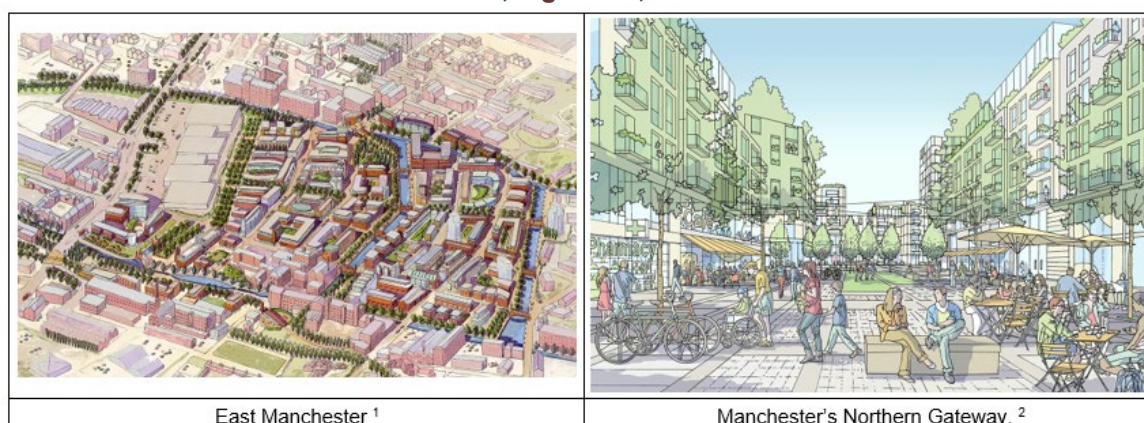
Fonte: TEMPLETON (2017)

Na escala urbana, o Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC – Conselho de Pesquisa em Engenharia e Ciências Físicas) e o United Kingdom Climate Impacts Programme (UKCIP – Programa de Impactos Climáticos do Reino Unido) estabeleceram diretrizes vinculadas às Adaptation Strategies for Climate Change in the Urban Environment (ASCCUE – Estratégias de Adaptação para as Mudanças Climáticas no Meio Urbano). No contexto de opções de planejamento e desenho de cidades, uma das ações é voltada à exploração do potencial de espaços verdes em áreas urbanizadas.

Pesquisa realizada por Hulme *et al.* (2002) sobre cenários de mudanças climáticas no Reino Unido sugere que a temperatura média anual até a década de 2080 pode aumentar entre 1°C e 5°C. Para os autores, a sazonalidade da precipitação também mudará, com invernos até 30% mais úmidos e verões até 50% mais secos.

Em estudo de caso sobre a Grande Manchester, localizada no noroeste da Inglaterra, Reino Unido, Gill *et al.* (2007) apresentam achados significativos quanto ao potencial da infraestrutura verde para moderação dos impactos das mudanças climáticas em áreas urbanas. Essa extensa conurbação metropolitana foi sede de uma das primeiras cidades industriais do mundo, mas no final de século XX foi marcada pelo abandono da infraestrutura de transporte. Após a década de 1990, foi desenvolvido um projeto de regeneração urbanística em larga escala, transformando terra, água e edifícios para novos usos (Figura 5).

Figura 5 - Ilustrações de exemplo de regeneração urbanística em larga escala na Grande Manchester, Inglaterra, Reino Unido



Fontes: 1: USI (2007); 2: CLARK (2018 – ilustração de Adriette Myburg)

A partir da caracterização morfológica do tecido urbanizado, a análise de usos do solo demonstra que a condição térmica da superfície depende da proporção da cobertura vegetal. Em Manchester, Gill *et al.* (2007) expõe valores da temperatura máxima da floresta na ordem de 18,4°C, enquanto os do centro urbano estão geralmente por volta de 31,2°C.

Os autores estimam que, na década de 2080, a variação será entre 19,9°C a 21,6°C, para regiões florestadas, e entre 33,2°C e 35,5°C, para regiões centrais. Também afirmam que a adição de 10% da cobertura verde pode diminuir a temperatura máxima da superfície de 2,4°C a 2,5° até 2080. No entanto, no cenário de remoção de 10% da vegetação, haverá aquecimento de 7°C a 8,2°C. Devido à dificuldade de inserção de elementos vegetais em áreas consolidadas, Gill *et al.* (2007) propõem que, no centro da cidade, sejam implementados em coberturas de edifícios, como apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Ilustração em imagem aérea de coberturas verdes em edifícios na Grande Manchester, Inglaterra, Reino Unido



Fonte: Watson (2018)

Por sua vez, Hardt *et al.* (2013) sugerem a inclusão dos chamados “green pieces” (“pedaços verdes”) em áreas densamente urbanizadas, considerando três tipos principais. O primeiro – plans verts élevés (planos verdes elevados – Figura 7) – pode ser instalado sob variados modos, em superfícies horizontais, verticais ou inclinadas, formadas por telhados, lajes, paredes ou sistemas independentes de sustentação. Normalmente, o segundo – pocket parks (parques de bolso – Figura 8) – é associado a espaços que constituem pequenos “oásis” em meio ao tecido urbano adensado. O último – kleingärten (pequenos jardins arrendados – Figura 9) – é, em geral, encontrado em áreas remanescentes da estrutura citadina e servem à manutenção de práticas culturais de jardinagem e similares.

Figura 7 - Vistas de exemplos de tipos de plans verts élevés (planos verdes elevados)



Fonte: Acervo pessoal dos autores

Figura 8 - Vistas de exemplos de pocket parks (parques de bolso)



Fonte: Acervo pessoal dos autores

Figura 9 - Vistas de exemplos de kleingärten (pequenos jardins arrendados)



Fonte: Acervo pessoal dos autores

Enquadradas tanto como infraestrutura verde quanto como soluções baseadas na natureza (SbN), estas últimas interpretadas por Frantzeskaki (2019) como viáveis para enfrentamento das mudanças climáticas, as coberturas vegetais são também importantes para a drenagem de águas pluviais, fundamental frente ao esperado aumento de eventos pluviométricos na década de 2080. De acordo com Gill *et al.* (2007), a ampliação da vegetação em 10% da superfície urbana reduz de 17 a 19,9% e de 11,8 a 14,1% o escoamento de precipitações de 18 mm e 28 mm, respectivamente.

Formas urbanas sustentáveis, produções alternativas de energia e novas abordagens para a biodiversidade são algumas políticas de enfrentamento às mudanças climáticas (MATOS; LIMA, 2017). No entanto, resta muito a ser feito com vistas à garantia de estratégias de adaptação das áreas urbanizadas aos inevitáveis impactos de alterações do clima. Como agravante desse quadro, os estudos sobre a temática são mais focados em respostas a desastres naturais, com insuficiência de apoio à adequação das cidades às ameaças futuras do fenômeno.

POLÍTICAS DE ADAPTAÇÃO

Essas diretrizes são direcionadas à prevenção de riscos das mudanças climáticas e, se possível, à eliminação, em longo prazo, dos seus efeitos para pessoas e propriedades. Nos Estados Unidos, a Federal Emergency Management Agency (FEMA – Agência Federal de Gerenciamento de Emergências) é responsável pelas estratégias de redução da vulnerabilidade do país a desastres naturais.

No entanto, segundo Godschalk (2003), suas orientações não se concentraram em necessidades particulares das cidades sob estresse. O autor ainda ressalta que a mitigação deve ser proativa e não apenas reativa, com ações antecipatórias para diminuição dos riscos.

Nesse contexto de políticas adaptativas para o ambiente urbano, cabe especial destaque ao conceito de cidade resiliente, definida por Galderisi, Limongi e Salata (2020) como aquela capaz de suportar eventos extremos sem perdas e danos destrutivos. Também deve estar preparada para a manutenção da produtividade e da qualidade de vida após desastres, sem necessidade expressiva de assistência externa. Nessa conjuntura, Pizarro, Blakely e Dee (2006) atentam para o imperativo de vanguarda dos planejadores em pesquisas sobre alterações climáticas, considerando riscos potenciais das tendências atuais das mudanças globais.

Em termos urbanísticos, os membros do ICLEI adotaram, no âmbito do Compromisso Malmö, firmado em 2021, uma visão estratégica até 2027 para as mais de 2.500 cidades da sua rede, estabelecida em mais de 130 países, não apenas para recuperação dos efeitos pandêmicos da *coronavirus disease 2019* (COVID-19 – doença do coronavírus 2019), assim como para avanços em ações urgentes sobre o clima, a natureza e a saúde. Essas diretrizes são pautadas nos seguintes eixos de desenvolvimento (ICLEI, 2021):

- a) alcance de emissão líquida zero, com impulso da integração de ações voltadas ao clima e à energia local, concretizadas a partir da coerência de investimentos;
- b) adoção de soluções baseadas na natureza para a melhoria das condições de biodiversidade e para o restabelecimento da integridade dos ecossistemas dentro e ao redor das cidades, tanto para sustentabilidade econômica e integridade social, como para bem-estar e resiliência das comunidades urbanas;
- c) promoção da economia circular com dissociação do consumo de recursos e da geração de resíduos, baseada na colaboração entre cidadãos, empresas, governos e cientistas, visando ao apoio a inovações em empreendimentos e à geração de empregos dignos para a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos;
- d) incremento da resiliência urbana para antecipação, prevenção, absorção e recuperação de impactos notadamente provocados por rápidas alterações ambientais, tecnológicas, sociais e demográficas, com otimização tanto de estruturas para respostas essenciais quanto de funções básicas dos sistemas;
- e) planejamento equitativo e centrado nas pessoas para construção de comunidades inclusivas, tratando das causas sistêmicas da pobreza, salvaguardando os sistemas de suporte à vida humana e garantindo a oferta, pelos ambientes natural e construído, dentro e no entorno das cidades, de melhores condições de habitabilidade, igualdade, segu-

rança, justiça e saúde.

Evidentemente, essas políticas devem ser alinhadas aos objetivos de desenvolvimento sustentável preconizados pela Agenda 2030, firmada pelos membros das Nações Unidas em meados da década passada (UN-DESA, 2015), tornando seus resultados mais efetivos e integrados. Essas metas globais incluem sinergicamente os variados aspectos para sustentabilidade ambiental, social e econômica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos argumentos levantados, depreende-se a relevância da temática estudada. Mesmo com o alcance do objetivo geral preconizado para a pesquisa e não obstante o variado enunciado de postulados teórico-conceituais sobre o tema, os exemplos práticos ainda não são suficientes para a sistematização de soluções para enfrentamento definitivo dos desafios impostos pelas mudanças climáticas às cidades contemporâneas.

No âmbito das políticas de urbanização, restam pendências para compatibilização dos benefícios e adversidades do adensamento urbano voltado à atenuação do aquecimento global. No contexto das políticas de mitigação, cabe a promoção da sinergia entre vertentes multiesca-lares, com associação de resultados de intervenções da micro à macro escala. Na esfera das políticas de adaptação, persiste a urgência de viabilização de áreas urbanizadas resilientes, mesmo sob estresse extremo, inclusive com base nos objetivos do desenvolvimento sustentável. Cabe destacar, ainda, o imperativo de integração de todas essas diretrizes visando à prevenção de conflitos nos direcionamentos do planejamento e desenho das cidades.

Diante da limitação para resolução dos problemas levantados, conclui-se pela necessidade de aprofundamento de diagnósticos da realidade atual e, sobretudo, de cenários prospec-tivos, visando à sistematização de soluções integradas e de diferenciados alcances temporais para a conformação da resiliência urbana. Essas e outras metas globais somente serão alcança-das com o envolvimento e compromisso da sociedade como um todo.

REFERÊNCIAS

BORSODORF, Axel. Hacia la ciudad fragmentada. Tempranas estructuras segregadas en la ciudad latinoamericana. Scripta Nova – Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales [online], Barcelona, ES: Universidad de Barcelona – UB, v.VII, n.146(122). Ago. 2003. [http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146\(122\).htm](http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146(122).htm)

BROTO, Vanesa Castán; BULKELEY, Harriet. A survey of urban climate change experiments in 100 cities. Global Environmental Change, London, UK: Elsevier, v.23, n.1, p.92-102, Feb. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.07.005>

CLARK, Tim. Manchester City Council consults on 15,000-home regeneration plans. Inside Housing, News, Aug. 06, 2018. Disponível em: <https://www.insidehousing.co.uk/news/news/manchester-city-council-consults-on-15000-home-regeneration-plans-57481>. Acesso em: 12 jan. 2022.

DODMAN, David. Urban form, greenhouse gas emissions and climate vulnerability. In: GUZMÁN, José Miguel; MARTINE, George; McGRANAHAN, Gordon; SCHENSUL, Daniel; TACOLI, Cecilia. (Ed.)

- Population dynamics and climate change. New York, NY, US: United Nations Population Fund – UNFPA; London, UK: International Institute for Environment and Development – IIED, 2009, p.64-79.
- EWING, Reid; BARTHOLOMEW, Keith; WINKELMAN, Steve; WALTERS, Jerry; CHEN, Don. Growing cooler: The evidence on urban development and climate change. Washington, DC, US: Urban Land Institute – ULI, 2008.
- FRANTZESKAKI, Niki. Seven lessons for planning nature-based solutions in cities. *Environmental Science & Policy*, Amsterdam, NL: Elsevier BV, n.93, p.101-111, Mar. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.033>
- GALDERISI, Adriana; LIMONGI, Giada; SALATA, Konstantina-Dimitra. Strengths and weaknesses of the 100 resilient cities initiative in Southern Europe: Rome and Athens' experiences. *City, Territory and Architecture*, London, UK: Springer Open, v.7, n.16, Nov. 2020. <https://doi.org/10.1186/s40410-020-00123-w>
- GILL, Susannah E., HANDLEY John F., ENNOS, A. Roland; PAULEIT, Stephan. Adapting cities for climate change: The role of the green infrastructure. *Built Environment*, Abingdon, UK: Alexandrine, v.33, n.1, p.115-133, 2007. <https://doi.org/10.2148/benv.33.1.115>
- GODSCHALK, David R. Urban risk mitigation: Creating resilient cities. *Natural Hazards Review*, Reston, VA, US: American Society of Civil Engineers – ASCE, v.4, n.3, p.136-143, Aug. 2003. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1527-6988\(2003\)4:3\(136\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1527-6988(2003)4:3(136))
- GOTTDIENER, Mark; BUDD, Leslie. *Key concepts in urban studies*. London, UK: Sage, 2005.
- HAMIN, Elisabeth M., GURRAN, Nicole. Urban form and climate change: Balancing adaptation and mitigation in the U.S. and Australia. *Habitat International*, London, UK: Elsevier, v.33, p.238-245, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2008.10.005>
- HARDT, Letícia Peret Antunes; HARDT, Carlos; HARDT, Marlos; HARDT, Valéria Romão Morellato. Green piece: Awareness strategy in an era of change. In: *International Federation of Landscape Architects World Congress, 50th, Auckland, NZ, 2013. Proceedings...* Auckland, NZ: International Federation of Landscape Architects – IFLA, 2013, p.297-302.
- HULME, Mike; JENKINS, Geoff; LU, Xianfu; TURNPENNY, John; MITCHELL, Tim; JONES, Richard; LOWE, Jason; MURPHY, James; HASSELL, David; BOORMAN, Penny; McDONALD, Ruth; HILL, Steven. *Climate change scenarios for the United Kingdom: The UKCIP02 Scientific Report*, Norwich, UK: Tyndall Centre for Climate Change Research – TCCCR; School of Environmental Sciences – SES; University of East Anglia – UEA, 2002.
- ICLEI – International Council of Local Environmental Initiatives [Governos Locais para a Sustentabilidade]. *ICLEI in the urban área: Our vision for a sustainable urban world*. 2021. Disponível em: https://e-lib.iclei.org/publications/ICLEI_in_the_Urban_Era_2021.pdf. Acesso em: 12 jan. 2022.
- ICLEI – International Council of Local Environmental Initiatives [Governos Locais para a Sustentabilidade]. *Publications*. 2022. Disponível em: <https://www.iclei.org/en/publications.html>. Acesso em: 12 jan. 2022.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate change 2007: Synthesis Report*. 2007. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. The Intergovernmental Panel on Climate Change. [2022a] Disponível em: <https://www.ipcc.ch/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. 2022b. AR6 Synthesis Report: Climate change 2022. 2022b. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

LIMONAD, Ester. Urbanização dispersa: mais uma forma de expressão urbana? Formação, Presidente Prudente, SP: Universidade Estadual Paulista – UNESP, v.1, n.14, p.31-45, 2007. <https://doi.org/10.33081/formacao.v1i14.705>

LINDSEY, Rebecca; DAHLMAN, Luann. Climate change: Global temperature. 2021. Disponível em: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature>. Acesso em: 10 jan. 2022.

MATOS, Melina da Silva; LIMA, Willian Carlos Siqueira. Urban planning practices to face the challenges related to climate change and hazard risk. In: International Workshop Urban Knowledge Net – UKN 2017, Curitiba, PR, 2017. Annals... Curitiba, PR: Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR, 2017, p.1-15. <http://www.ukn2017.com.br/anais>

OBE – Oldcastle Building Envelope. Historic Burnham building gets new lease on life from HKS. [2022] Disponível em: <https://www.aia.org/articles/6194320-historic-burnham-building-gets-new-lease-o>. Acesso em: 12 jan. 2022.

PASSOS, Vinicius Fabiano; AQUINO NETO, Sidney; ANDRADE, Adalgisa Rodrigues de; REGINATTO, Valeria. Energy generation in a microbial fuel cell using anaerobic sludge from a wastewater treatment plant. Scientia Agricola, Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, v.73, n.5, p.424-428, set./out. 2016. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0194>

PESCATORI, Carolina. Cidade compacta e cidade dispersa: ponderações sobre o projeto do Alphaville Brasília. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, São Paulo, SP: Associação Nacional de Pós Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional – ANPUR, v.17, n.2, p.40-62, ago. 2015. <https://doi.org/10.22296/2317-1529.2015v17n2p40>

PIZARRO, Rafael E.; BLAKELY, Edward; DEE, John. Urban planning and policy faces climate change. Built Environment, Abingdon, UK: Alexandrine, v.32, n.4, p.400-412, 2006. <https://doi.org/10.2148/benv.32.4.400>

SILVA, Mariano Andrade da; XAVIER, Diego Ricardo ; ROCHA, Vânia. Do global ao local: desafios para redução de riscos à saúde relacionados com mudanças climáticas, desastre e Emergências em Saúde Pública. Saúde em Debate, Rio de Janeiro, RJ: Centro Brasileiro de Estudos de Saúde – CBES, v.44, n.spe2, p.48-68, jul. 2020. <https://doi.org/10.1590/0103-11042020E204>

TEMPLETON, Amelia. Portland votes 'yes' on plan to turn poop into vehicle fuel. OPB, Science Environment, Apr. 19, 2017. Disponível em: <https://www.opb.org/news/article/portland-oregon-methane-convert-natural-gas/>. Acesso em: 12 jan. 2022.

UN-FCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change. What is the Kyoto Protocol? [2022] Disponível em: https://unfccc.int/kyoto_protocol. Acesso em: 12 jan. 2022.

UN-DESA – United Nations – Department of Economic and Social Affairs. The 17 goals. 2015. Disponível em: <https://sdgs.un.org/goals>. Acesso em: 14 jan. 2022.

UN-HABITAT – United Nations Human Settlements Programme. Guide to the City Resilience Profiling Tool. 2018. <https://unhabitat.org/guide-to-the-city-resilience-profiling-tool>. Acesso em: 10 jan. 2022.

UN-HABITAT – United Nations Human Settlements Programme. Climate change. [2022] Disponível em: <https://unhabitat.org/topic/climate-change>. Acesso em: 10 jan. 2022.

USI – Urban Strategies Inc. East Manchester regeneration strategy. 2007. Disponível em: <https://www.urbanstrategies.com/project/east-manchester-regeneration-strategy/>. Acesso em: 12 jan. 2022.

WATSON, Andrew. Should green roofs be mandatory? North West Place, Comment, Sep. 28, 2018. Disponível em: <https://www.placenorthwest.co.uk/news/comment-should-green-roofs-be-mandatory/>. Acesso em: 12 jan. 2022.

WHITMARSH, Lorraine. What's in a name? Commonalities and differences in public understanding of "climate change" and "global warming". Public Understanding of Science, London, UK: Sage, v.18, n.16, p.401-420, Jul. 2009. <https://doi.org/10.1177/0963662506073088>

WU, Zhou; WANG, Bo; XIA, Xiaohua. Large-scale building energy efficiency retrofit: Concept, model and control. Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Energy, London, UK: Thomas Telford; Institution of Civil Engineers – ICE, n.109, p.456-465, Aug. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.04.124>

05

Educação ambiental durante a crise pandêmica Covid-19: uma análise prospectiva

Environmental education during the Covid-19 pandemic crisis: a prospective analysis

Isabela Nascimento Souza

Universidade Tiradentes (UNIT), Aracaju _Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/4276007400454326>

Luma Mirely de Souza Brandão

Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Juazeiro _Bahia
<http://lattes.cnpq.br/7251598207534325>

Luana Mayara de Souza Brandão

Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Juazeiro _Bahia
<http://lattes.cnpq.br/9995433176855815>

Nayára Bezerra Carvalho

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal _Rio Grande do Norte.
<http://lattes.cnpq.br/3746038535591614>

Regina Luana Santos de França do Rosário

Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado de Sergipe (AGRESE), Aracaju _Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/6929733577303608>

Lays Carvalho de Almeida

Universidade Tiradentes (UNIT), Aracaju _Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/7593996891211547>

Clécio Danilo Dias da Silva

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal _Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/4235157508528733>

Danyelle Andrade Mota

Universidade Tiradentes (UNIT), Aracaju _Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/7681598454469767>

Milson dos Santos Barbosa

Universidade Tiradentes (UNIT), Aracaju _Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/9231820567606047>

DOI: 10.47573/aya.5379.2.56.5

RESUMO

A pandemia COVID-19 tem provocado enormes desafios nas mais diversas áreas da sociedade. No setor da educação, em particular, não foram apenas as metodologias de ensino que mudaram do presencial para o online ou híbrido. Educadores ao redor do mundo se viram no dever de reavaliar o compromisso global de ação humana contra o meio ambiente. Uma das ações básicas que podem contribuir para evitar novas pandemias é a efetivação da educação ambiental no ensino escolar, e assim conscientizar os indivíduos das ameaças decorrentes dos impactos ambientais. Neste sentido, no âmbito do papel do ensino ambiental para evitar novas crises humanitárias como a resultante da pandemia COVID-19, foi realizada uma investigação prospectiva com a finalidade de analisar os estudos científicos focados na educação ambiental em tempos de pandemia COVID-19, estritamente entre janeiro de 2020 e dezembro de 2021. Foram coletados 1.182 registros de publicações científicas, filtradas e avaliadas a partir da evolução anual, dos países detentores do conhecimento científico, das áreas de pesquisas, das contribuições científicas por afiliações universitárias e por periódicos indexados. Os resultados revelam que os Estados Unidos foi o país que apresentou maior número de produções científicas, entretanto, a Universidade de Londres, localizada na Inglaterra, foi a instituição que mais fomentou o conhecimento sobre a temática em questão. Em suma, os estudos analisados indicam que o uso da educação ambiental de forma contínua e oferece uma estratégia eficiente para a sensibilização da sociedade para a conservação e preservação do meio ambiente.

Palavras-chave: educação ambiental. sustentabilidade. COVID-19. pandemia.

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic has caused enormous challenges in the most diverse areas of society. In the education sector, in particular, it was not just teaching methodologies that shifted from the classroom to online or hybrid. Educators around the world have found themselves duty-bound to reassess the global commitment to human action against the environment. One of the basic actions that can help to prevent new pandemics is the implementation of environmental education in school education, and thus make individuals aware of the threats arising from environmental impacts. In this sense, within the scope of the role of environmental education to avoid new humanitarian crises such as the one resulting from the COVID-19 pandemic, a prospective investigation was carried out to analyze the scientific studies focused on environmental education in times of the COVID-19 pandemic, strictly between January 2020 and December 2021. A total of 1.182 records of scientific publications were collected, filtered and evaluated based on the annual evolution of countries holding scientific knowledge, research areas, scientific contributions by university affiliations and indexed journals. The results show that the United States was the country that presented the highest number of scientific productions, however, the University of London, located in England, was the institution that most fostered knowledge on the subject in question. In short, the studies analyzed indicate that the use of environmental education continuously offers an efficient strategy for raising society's awareness of the conservation and preservation of the environment.

Keywords: environmental education. sustainability. COVID-19. pandemic.

INTRODUÇÃO

A crise desencadeada pela COVID-19 exigiu mudanças sociais e econômicas em todo o mundo. No setor educacional, o fechamento de escolas e outros espaços de aprendizagem causou um enorme impacto na população estudantil do mundo. Em consequência das recomendações designadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e restrições impostas pelos governos, educadores foram obrigados a adotar modelos de ensino online e/ou híbridos com o intuito de desacelerar a disseminação do novo coronavírus. O impacto imediato desse novo modelo na educação promoveu mudanças nos sistemas educacionais que não desaparecerão mesmo quando a pandemia passar (CHAKRABORTY *et al.*, 2021; IGLESIAS-PRADAS *et al.*, 2021).

Além das novas estratégias de ensino, houve a introdução de debates direcionados ao papel da sociedade sobre o surgimento de futuras pandemias. Pesquisas indicam que as pandemias recentes são uma consequência direta da atividade humana, especialmente dos sistemas econômicos globais que valorizam o crescimento econômico a qualquer custo (KAPECKI, 2020; NAIDOO *et al.*, 2020). Logo, novos padrões de comportamento de indivíduos com mudanças de atitudes, crenças e valores são mandatórios. O consumo consciente, o descarte correto de resíduos e uso diário de tecnologias sustentáveis são as tendências mais duradouras e com alta probabilidade de persistência a longo prazo. Portanto, o período pandêmico potencializou a busca sobre estratégias pedagógicas para a implementação da educação ambiental em instituições de ensino e, por consequência, estimulou centros de pesquisa privados e públicos a investigar essa temática (BAI, 2020; CASAS *et al.*, 2021).

De fato, o cenário pandêmico impulsionou um diálogo mais profundo acerca da relação da sociedade com a natureza e, mais que isso, a necessidade de encontrar soluções práticas para preservar o meio ambiente através da educação ambiental. Contudo, até o presente momento, não está disponível na literatura um estudo prospectivo que reúna pesquisas científicas focada no ensino ambiental durante a pandemia COVID-19. Assim, este estudo mapeia, aplicando a combinação das palavras-chave “education” “environmental” e “COVID-19”, as pesquisas científicas publicadas em revistas indexadas no banco de dados Web of Science, entre 01 de janeiro de 2020 a 31 de dezembro de 2021.

METODOLOGIA

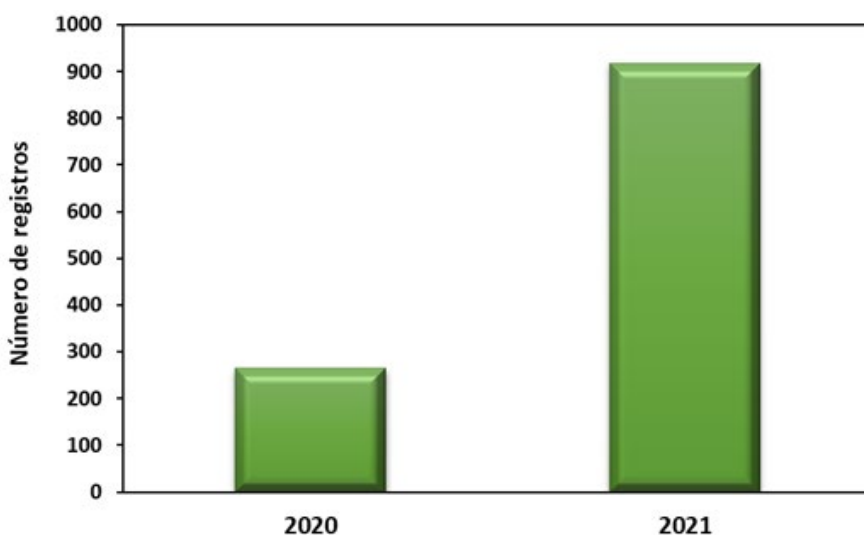
A investigação prospectiva por artigos científicos foi realizada em 30 de dezembro de 2021, filtrando os registros de publicações entre 01 de janeiro de 2020 a 31 de dezembro de 2021, intervalo em que pandemia de COVID-19 surgiu e ganhou destaque mundial e, portanto, promoveu debates acadêmicos acerca do papel ensino ambiental durante a crise sanitária causada pelo novo coronavírus. Para tal, foi utilizada a base de dados Web of Science, introduzindo a combinação das palavras-chave “education” “environmental” e “COVID-19”. Como resultado da prospecção, foram coletadas diferentes informações a partir de 1.182 registros de publicações científicas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Evolução anual de artigos científicos

O desenvolvimento sustentável é tema de discussões entre líderes mundiais e especialistas há muito tempo. Sucessivas crises globais, especialmente a ecológica, econômica, financeira e agora humanitária relacionada à pandemia COVID-19, demoliram as economias globais e marginalizaram o desenvolvimento de uma economia sustentável. A crise humanitária causada pelo surgimento do coronavírus SARS-CoV-2 é o resultado da atividade humana, movida pela conveniência e pela ânsia de lucro. Diante do momento pandêmico e considerando que a educação ambiental é uma das armas mais poderosas para evitar futuras pandemias, centros científicos direcionaram suas pesquisas para a compreensão aprofundada do papel da educação ambiental durante pandemia COVID-19 (CASAS *et al.*, 2021). Como resultado, a Figura 1 mostra que houve um crescimento exponencial no número de artigos científicos que abordam esse tema em 2020 e 2021, com 918 registros de publicações em 2021.

Figura 1 - Evolução anual dos artigos científicos

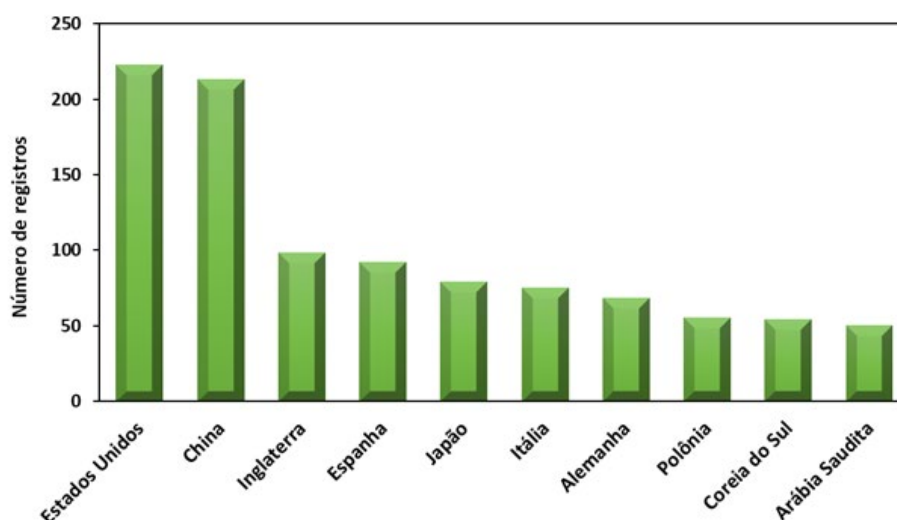


Fonte: Próprio autor.

Países detentores do conhecimento científico

Os países em todo o mundo têm implantado várias estratégias para a fixação da educação ambiental nos mais diversos ambientes de aprendizagem. A Figura 2 exibe os 10 países que mais geraram conhecimento científico entre os anos de 2020 e 2021. Os Estados Unidos e a China destacam-se como os países que mais publicaram estudos científicos abordando a relação entre a educação ambiental e a pandemia COVID-19, com cerca de 18,87% e 18,02% do total de artigos publicados, respectivamente. Outros países que investiram em pesquisas nessa temática foram Inglaterra (8,29%), Espanha (7,78%), Japão (6,68%) e Itália (6,35%). Com 47 publicações científicas, o Brasil ocupa a décima segunda posição nesse ranking, o que representa 3,98% do total de registros científicos coletados.

Figura 2 - Países detentores do conhecimento científico

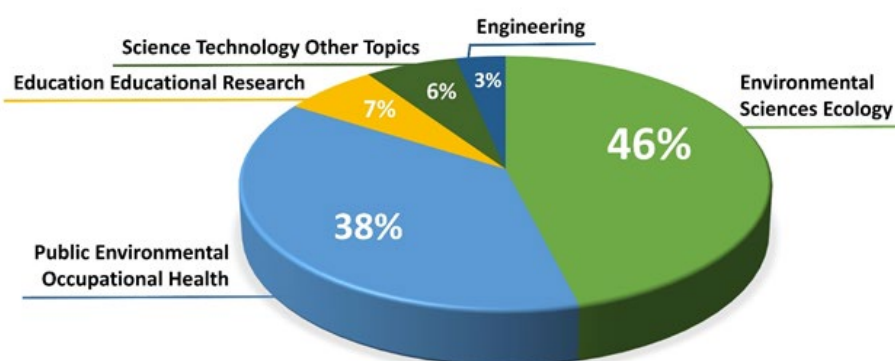


Fonte: Próprio autor.

Áreas de pesquisa

A implementação efetiva da educação ambiental sob a perspectiva da pandemia COVID-19 é um objetivo de especialistas que atuam em diferentes áreas. A Figura 3 exibe as áreas de pesquisas com maior número de publicações, sendo as mais produtivas a ecologia para ciência ambiental (46%) e a saúde pública ambiental ocupacional (38%), seguidas das áreas de pesquisa educacional (7%), tecnologias da ciência (6%) e engenharia (3%). A ecologia para ciência ambiental engloba a compreensão da natureza e dos impactos ambientais sob uma perspectiva ecológica da interação entre os organismos vivos: humanos e animais, animais e plantas, plantas e organismos. No contexto da educação ambiental, os ecologistas analisam as interações e ambientes das populações humanas no âmbito das comunidades e ecossistemas para melhorar a saúde dos humanos e preservar os recursos naturais.

Figura 3 - Principais áreas de pesquisas



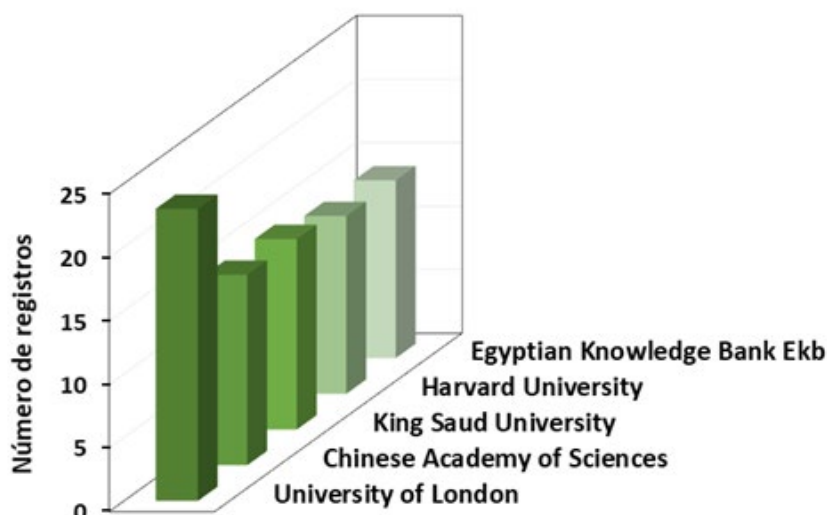
Fonte: Próprio autor.

Contribuições científicas por afiliações universitárias

A partir da investigação prospectiva também foi possível avaliar as contribuições científicas por universidades ao redor do mundo durante o período de 2020 e 2021. Como mostra

a Figura 4, a University of London foi a líder em contribuições científicas com 23 registros de publicações. O curso de desenvolvimento sustentável que contempla um dos programas de pós-graduação da Universidade de Londres é uma referência mundial na busca por ações holísticas, integradas e coordenadas para encontrar soluções para alcançar um desenvolvimento sustentável concreto. Com 15 artigos científicos, a Chinese Academy of Sciences e a King Saud University também fomentaram a educação ambiental no contexto da crise humanitária da pandemia COVID-19, além das Harvard University e Egyptian Knowledge Bank Ekb, ambas com 14 publicações.

Figura 4 - Instituições universitárias com mais artigos científicos

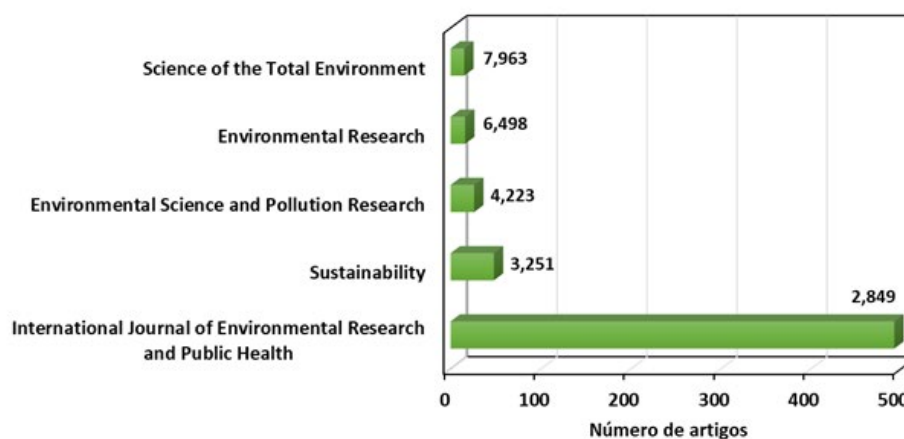


Fonte: Próprio autor.

Periódicos indexados com mais artigos científicos

Os artigos científicos coletados foram publicados em 440 revistas indexadas na base de dados Web of Science, mas apenas 7 periódicos apresentaram dez ou mais publicações. A Figura 5 mostra as revistas indexadas com mais artigos e os respectivos fatores de impactos atribuídos a esses periódicos. International Journal of Environmental Research and Public Health, Sustainability, Environmental Science and Pollution Research, Environmental Research e Science of the Total Environment foram os periódicos que publicaram mais artigos voltados para o incentivo da educação ambiental com base na pandemia COVID-19. Com 493 publicações relacionadas ao tema, a revista International Journal of Environmental Research and Public Health foi a que mais aceitou e publicou artigos de pesquisa original e artigos de revisão. Entretanto, Science of the Total Environment é o com maior fator de impacto entre os que mais publicaram artigos. Este é um parâmetro importante para identificar a qualidade dos periódicos ser uma medida construída a partir do número médio de citações de artigos científicos publicados em um determinado periódico. Logo, quanto maior o número médio de citações do artigos publicados naquela revista, mais alto será o seu fator de impacto.

Figura 5 - Revistas indexadas com mais artigos científicos



Fonte: Próprio autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para sair da crise ambiental e evitar futuras pandemias, os governos de todos os países do mundo devem estabelecer altos requisitos ambientais e implementá-los com eficácia. Sem dúvidas, a educação ambiental é a base para a maior sensibilização e consciência ecológica da população, e conseqüente melhoria da sua relação com o meio ambiente. O presente estudo prospectivo mapeou as produções científicas envolvendo a educação ambiental em tempos de pandemia de COVID-19, revelando os países, universidades e periódicos com maior produção científica com a temática em questão. A partir de então, foi identificado que os Estados Unidos, a Universidade de Londres e a revista *International Journal of Environmental Research and Public Health* fomentaram a contribuição do ensino ambiental para a minimização de impactos ambientais e surgimento de futuras pandemias.

REFERÊNCIAS

- BAI, H. A critical reflection on environmental education during the COVID-19 pandemic. *Journal of Philosophy of Education*, v. 54, n. 4, p. 916–926, 2020.
- CASAS, E. V.; PORMON, M. M.; MANUS, J. J.; LEJANO, R. P. Relationality and resilience: Environmental education in a time of pandemic and climate crisis. *Journal of Environmental Education*, v. 52, n. 5, p. 314–324, 2021.
- CHAKRABORTY, P.; MITTAL, P.; GUPTA, M. S.; YADAV, S.; ARORA, A. Opinion of students on online education during the COVID-19 pandemic. *Human Behavior and Emerging Technologies*, v. 3, n. 3, p. 357–365, 2021.
- IGLESIAS-PRADAS, S.; HERNÁNDEZ-GARCÍA, Á.; CHAPARRO-PELÁEZ, J.; PRIETO, J. L. Emergency remote teaching and students' academic performance in higher education during the COVID-19 pandemic: A case study. *Computers in Human Behavior*, v. 119, 2021.
- KAPECKI, T. Elements of sustainable development in the context of the environmental and financial crisis and the COVID-19 pandemic. *Sustainability*, v. 12, n. 15, p. 1–12, 2020.
- NAIDOO, R.; FISHER, B. Sustainable Development Goals: pandemic reset. *Nature*, v. 57, n. 3, p. 198–201, 2020.

Organizadores

Milson dos Santos Barbosa

Doutor em Engenharia de Processos pela Universidade Tiradentes - UNIT (2021), com período de Doutorado Sanduíche na Universidade de Aveiro (Portugal) e período de Mobilidade Acadêmica na Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL - Minas Gerais). Mestre em Engenharia de Processos pela UNIT (2017). Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Pio Décimo (2016). Especialista em Docência e Gestão na Educação a Distância pela Faculdade Futura (2021). Bacharel em Engenharia de Petróleo pela UNIT (2014). Atua em pesquisas voltadas ao desenvolvimento e otimização de processos sustentáveis, produção de bioprodutos e simulações computacionais (molecular docking) em biocatálise.

Clécio Danilo Dias da Silva

Doutorando em Sistemática e Evolução pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela UFRN. Especialista em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN). Especialista em Educação Ambiental e Geografia do Semiárido pelo IFRN. Especialista em Gestão Ambiental pelo IFRN. Especialista em Tecnologias e Educação a Distância pela Faculdade São Luís (FSL). Graduado em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Facex (UNIFACEX). Graduado em Pedagogia pelo Centro Universitário Internacional (UNINTER). Tem vasta experiência em Zoologia de Invertebrados, Ecologia aplicada; Educação em Ciências e Educação Ambiental. Áreas de interesse: Fauna Edáfica; Taxonomia e Ecologia de Collembola; Ensino de Biodiversidade e Educação para Sustentabilidade.

Danyelle Andrade Mota

Mestra e Doutora em Biotecnologia Industrial pela Universidade Tiradentes (UNIT), com internacionalização com o Doutorado Sanduíche no Instituto Superior de Agronomia pela Universidade de Lisboa. Especialista em Docência no Ensino de Ciências pela Faculdade Pio Décimo. Especialista em Neurociência pela Faculdade de Ciências da Bahia (FACIBA). Especialista em Recursos Hídricos e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Sergipe (UFS). Graduada em Ciências Biológicas Licenciatura pela UFS. Durante a graduação desenvolveu pesquisas na área de Botânica (Taxonomia de Líquens), Microbiológica e Educacional. Durante o mestrado e doutorado desenvolveu trabalhos no Instituto de Tecnologia e Pesquisa (ITP) atuando especialmente pesquisas focadas nas interações entre as áreas de biologia, bioquímica e engenharia química. Visando a melhoria do uso e transformação de recursos agroindustriais da região. Sendo assim, tem experiência na área de Biologia Celular, Microbiologia, Bioquímica, Química e Biocatálise com ênfase em imobilização de enzimas para aplicações em bioprocessos. Atualmente, é colaboradora no grupo de pesquisa do ITP, professora na Rede Estadual de Sergipe, professora na Uniplan Centro Universitário e professora voluntária na Universidade Federal de Sergipe.

Lays Carvalho de Almeida

Doutora e Mestre em Engenharia de Processos pela Universidade Tiradentes (UNIT). Especialista em Docência do Ensino superior pela Universidade Norte do Paraná (UNOPAR). Bacharel em Engenharia Ambiental pela UNIT. Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Sergipe. Técnica em Química de Alimentos pelo Instituto Federal de Sergipe. Atualmente é pós-doutoranda no Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Processos na Universidade Tiradentes. Atuando principalmente na biovalorização de resíduos agroindustriais e biocatálise com ênfase em imobilização de enzimas para aplicações em reações de biotransformação na modificação de óleos e gorduras para a obtenção de biodiesel, ácidos graxos.

Índice Remissivo

A

adaptação 42, 43, 44, 46, 50, 52
agroindustriais 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25
ambientais 13, 20, 25, 43, 51, 57, 60, 62
ambiental 23, 32, 45, 52, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62

B

bicicleta 31, 32, 33, 34, 37, 38, 40
biocatálise 20, 21, 22, 23, 25
bioprocessos 24

C

ciclofaixa 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39
ciclofaixas 31, 33, 34, 39
cidade 30, 31, 32, 33, 35, 36, 39, 48, 51, 54
climáticas 16, 41, 42, 43, 44, 46, 48, 50, 51, 52, 54
conservação 57
Covid-19 31, 34, 56
COVID-19 51, 57, 58, 59, 60, 61, 62
custo 9, 20, 23, 25, 31, 34, 58

D

desafios 41, 42, 52, 54, 57
desenvolvimento 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 21, 32, 33, 34, 35, 42, 43, 44, 46, 51, 52, 59, 61

E

economia circular 20, 26, 51
educação 4, 32, 57, 58, 59, 60, 61, 62
energia 13, 31, 32, 35, 47, 50, 51
enzimas 20, 21, 22, 23, 24, 25, 28
estratégica 51

F

faculdade 35, 36, 37
Família 2, 3

M

meio ambiente 12, 21, 25, 31, 32, 33, 57, 58, 62
mitigação 42, 43, 44, 51, 52
mobilidade 31, 32, 33, 35, 39, 45

O

otimização 22, 25, 46, 51

P

pandemia 31, 32, 34, 39, 57, 58, 59, 60, 61, 62
peças 10, 13, 32, 33, 34, 35, 39, 44, 51
políticas 9, 11, 12, 16, 17, 18, 32, 42, 46, 47, 50, 51, 52
preservação 20, 32, 57
processos 20, 21, 22, 23, 25, 44
produção 9, 10, 11, 12, 13, 16, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 62
produtiva 12, 13, 20, 21

R

resíduo agroindustrial 20
resíduos 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 51, 58
resilientes 41, 42, 52
riscos 16, 35, 42, 43, 44, 46, 51, 54

S

saúde 32, 33, 34, 35, 39, 51, 52, 54, 60
sistema 4, 11, 24, 37, 39, 46
sociedade 12, 18, 32, 52, 57, 58
soluções 41, 42, 43, 44, 50, 51, 52, 58, 61
sustentabilidade 31, 42, 51, 52, 57
sustentável 9, 11, 20, 21, 31, 32, 39, 40, 42, 52, 59, 61

T

trabalho 11, 12, 20, 33, 34, 35, 44, 45, 46
transporte 31, 32, 33, 35, 36, 37, 45, 46, 48

U

urbana 13, 32, 33, 34, 39, 40, 42, 44, 45, 46, 48, 50, 51, 52, 54
urbanização 42, 45, 52

