



JOURNAL OF INTERDISCIPLINARY  
DEBATES



**V. 02 | N° 01 | Ano 2021 | ISSN: 2675-469X**

**Sustentabilidade no ambiente Construído**

### **EDITORIAL:**

The mission of Journal of Interdisciplinary Debates (JID) is intended to inform the academic community and society through relevant research that transmit the interdisciplinarity of training. The objective of the JID is to stimulate interdisciplinary scientific debate and production in order to inform society and produce new knowledge. The target audience of our journal is postdoctoral, doctors, masters and graduate students. Thus, the authors must have some degree mentioned or attend a postgraduate course. In addition, the JID will accept co-authored participation.

The JID submission policy will receive scientific articles with a minimum of 5,000 and a maximum of 8,000 words and critical reviews with a minimum of 5 and a maximum of 8 pages. The receipt of the works will occur primarily with the opening of Call for Paper, in which the works will be distributed in 5 (five) annual publications between the months of April, May, July, September and December. Our evaluation policy is designed to follow the criteria of novelty, reasoned discussion and covered with revealing theoretical and practical value. The journal will give preference to receiving articles with empirical research, not rejecting the other methodological approaches. All works must deal with interdisciplinary analyzes that involve themes of varied approach and that generate an academic and social reflection. In this way, the articles will be analyzed through merit (in which it will be discussed whether the work fits the proposals of the IADB) and formatting (which corresponds to an assessment of English).

The analysis time for each work will be around one month after the deposit on our website due to the opening of the publication notice. The process of evaluating the article in the journal takes place initially when submitting articles without mentioning the author (s) and / or co-author (s) at any time during the electronic submission phase. The mention of the data is made only to the system that hides the name (s) of the author (s) or co-author (s) from the evaluators, in order to make the evaluation impartial. The choice of the evaluator is made by the editor according to the area of training in the undergraduate and graduate courses of the evaluator teacher with the theme to be addressed by the author (s) and / or co-author (s) of the evaluated article. After the evaluation, without mentioning the name (s) of the author (s) and / or co-author (s), a letter of acceptance, acceptance

II  
with alteration or rejection of the article is sent by the evaluator. sent depending on the opinion of the evaluator.

The next step is the elaboration of the letter by the editor with the respective opinion of the evaluator (a) for the author (s) and / or co-author (s). Finally, if the paper is accepted or accepted with suggestions for modifications, the author (s) and / or co-author (s) are informed of the respective deadlines and addition of their data (s) as well as academic qualification . This magazine offers immediate free access to its content, following the principle that making scientific knowledge freely available to the public provides greater worldwide democratization of knowledge. Indexing System, Databases and Directories The system automatically generates some indexing or metadata (such as magazine title, date, URL, etc.). Metadata, or data about data, is a set of terms that describe the document or data in the Edition, thus having the use of comparing indexing terms for the same purpose. In addition, in order to generate greater credibility for the authors' works, the registration of each article is generated by generating a DOI (Digital Object Identifier) for the purpose of authenticating the administrative base of digital content, assisting in the location and access of materials on the web and facilitate document authentication.

#### **EDITORIAL STAFF**

##### **Editores / Publishers**

Filipe Lins dos Santos

Robson Arruda dos Santos

##### **Editorial Committee**

Rashid Jabbarov

Viktor Koval

Maura da Caridade Salabarría Roig

José Sergio Puig Espinosa

Jorge Luis León González

Seyed Nasser Mosavi

Claudio Pinto Nunes

## SUMMARY:



SOLID WASTE MANAGEMENT IN THE MUNICIPAL MARKET OF CAUCAIA, CEARÁ	01
Alana Kelly Sousa Rocha; Ivan Jeferson Sampaio Diogo; Robson Arruda dos Santos	
POTENTIAL FOR REPLACEMENT OF PORTLAND CEMENT BY CERAMIC RESIDUE IN THE SOIL-CEMENT MIXTURE FOR APPLICATION IN PAVING LAYER	19
André Albino de Sousa; Cinthya Santos da Silva; Robson Arruda dos Santos; Alexandra Amador de Abreu; Leonardo de Souza Dias	
INFLUENCE OF URBAN FORESTATION ON THE THERMAL COMFORT OF RESIDENTS OF JARDIM IRACEMA, FORTALEZA, CEARÁ	37
Manoel Edmilson Muniz; Ivan Jeferson Sampaio Diogo	
ANALYSIS OF THE SURFACE PROPERTIES OF ZIZIPHUS JOAZEIRO MART. AND ITS PHYSICAL AND MECHANICAL EFFECTS UNDER PORTLAND CEMENT MORTAR	55
Leonardo de Souza Dias; Cleinaldo Soares de Oliveira; Robson Arruda dos Santos	
ANALYSIS OF POLICY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN THE CITY OF ITAPIPOCA, CEARÁ	70
Francisco Xirlean Xavier Alves; Ivan Jeferson Sampaio Diogo	

## SOLID WASTE MANAGEMENT IN THE MUNICIPAL MARKET OF CAUCAIA, CEARÁ

Alana Kelly Sousa Rocha<sup>1</sup>

Ivan Jeferson Sampaio Diogo<sup>2</sup>

Robson Arruda dos Santos<sup>3</sup>

**Abstract:** Since Brazil is one of the countries which generate more waste in the world and that organic waste represents more than half of this amount, this article aimed to evaluate the life cycle of solid waste in the City Market of Caucaia / CE, carrying out a study with a qualitative and quantitative approach, a descriptive nature and a bibliographic and documentary basis. Using two questionnaires, workes were interviewed, totaling 10 individuals. These individuals were asked about the generation, collection and destination of the waste produced. To understand the management of waste produced in the market, it was decided to interview the city hall technician responsible for the area. Most marketers deposit their waste in the open, do not know the final destination or ways of treating this waste and do not have access to selective collection. More than half of the waste produced has organic origin, however, there are wastes that need specific destination, such as batteries and electronics. Waste management is not very efficient and the city has no strategies. The results obtained show that the

management and management of waste from Caucaia / CE still need to undergo some changes, mainly in relation to the destination and treatment of these, especially organic ones.

**Keywords:** Organic waste. Management. Waste Treatment

### 1 Introdução

O Brasil é um dos países que mais gera resíduos sólidos mundialmente, segundo a ABRELPE (2018), cada pessoa produziu cerca de 1,035 kg/dia, totalizando 378 kg de resíduos no ano de 2017. Esse crescimento acelerado da geração de resíduos sólidos está associado diretamente aos padrões culturais e hábitos de consumo da sociedade. Como consequência direta desses padrões, contata-se um aumento na produção de resíduos sólidos, quantitativamente e qualitativamente, visto a sua diversidade, principalmente nos grandes centros urbanos. Gouveia (2012) ressalta que a questão dos resíduos sólidos vai além do aumento das taxas

<sup>1</sup> alanak889@gmail.com. Faculdade Terra Nordeste - FATENE

<sup>2</sup> ivan.diogo@ifpb.edu.br. Instituto Federal da Paraíba – IFPB, Campus Princesa Isabel.

<sup>3</sup> robson.santos@ifpb.edu.br. Instituto Federal da Paraíba – IFPB, Campus Cajazeiras.

de geração, pois estes passaram a apresentar elementos sintéticos em sua composição, perigosos aos ecossistemas e à saúde humana.

Para ocorrer uma modificação nos padrões atuais é necessária a adoção de algumas práticas essenciais no gerenciamento destes resíduos. Segundo a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010), o primeiro passo a seguir é a não geração, traçando toda uma trajetória de conscientização da população, em relação a redução, reciclagem e reutilização, até chegar a um tratamento e destinação final dos resíduos ambientalmente adequados.

Dentro desse contexto, aonde vai parar todo esse resíduo gerado? Essa é uma pergunta que deve ser feita constantemente. Na região Nordeste, 87,42% dos municípios descartam seus resíduos de forma incorreta, conforme mostra o Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana (ISLU), desenvolvido pelo Sindicato Nacional das Empresas de Limpeza Urbana (SELURB, 2019). O lixão é a opção mais utilizada nessa porcentagem, retratando-se como uma falsa solução para população, pois são áreas a céu aberto que recebem resíduos de diversos locais, gerando um amontoado de resíduos, descartados diretamente sobre o solo, sem quaisquer sistemas de proteção e controle ambientais.

Dentre os resíduos produzidos, mais da metade é composta por resíduos orgânicos, sendo os mais gerados universalmente e descartados geralmente em lixões ou aterros sanitários

(SIQUEIRA; ASSAD, 2015). Entretanto, a PNRS afirma que apenas os resíduos que não podem ser reaproveitados de maneira alguma devem ser descartados em aterros sanitários (BRASIL, 2010). Desta forma, os resíduos orgânicos, quando coletados de maneira correta, podem ser reaproveitados de várias formas, uma delas é a compostagem, processo simples e fácil que transforma os resíduos orgânicos em composto orgânico, gerando benefícios ao meio ambiente e servindo como fonte de renda.

Trazendo a nível municipal, em cidades de pequeno porte, os resíduos orgânicos ainda são uma grande problemática a ser discutida, uma vez que não se observa destinação adequada. Embora haja busca por soluções viáveis, as informações sobre o gerenciamento destes são escassas na literatura, principalmente no Município de Caucaia/CE. Além disso, é importante tratar e destinar corretamente tais resíduos, pois a decomposição dos mesmos produz líquidos e gases, compostos de elementos químicos contaminantes, que atingem o lençol freático, tornando-se um poluidor, causando consequências para o meio ambiente e para saúde humana.

Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar o ciclo de vida dos resíduos sólidos produzidos no Mercado Municipal de Caucaia/CE. Como objetivos específicos, temos: identificar os resíduos sólidos produzidos no mercado público municipal; compreender os processos de produção, tratamento e destinação



final dos resíduos oriundos de um mercado público; analisar a percepção dos feirantes e consumidores sobre a importância de se reaproveitar os resíduos orgânicos; e discutir as políticas públicas existentes para a gestão dos resíduos ao nível do município de Caucaia-CE.

## 2 Referencial teórico

### 2.1 Resíduos Sólidos

Segundo a NBR 10004 (ABNT,2004), resíduos sólidos (RS) são definidos como resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

O processo de geração desses resíduos sólidos está diretamente interligado com o consumismo, a procura permanente pelo bem-estar material, faz com que a sociedade retire da natureza uma grande parte dos recursos naturais, causando assim um extremo impacto ambiental. Grande parte desses resíduos, ao serem retirados do

ecossistema, passam por um processo de manufatura e/ou industrialização até tornarem-se matéria prima transformada. Quando consumidos e inutilizados, retornam à natureza em forma de rejeitos.

Segundo Barcelos (2009), no Brasil, são gerados cerca de 100.000 t/dia de resíduos sólidos urbanos, no entanto apenas 10% deste número recebe tratamento e/ou disposição final adequada. Trazendo para os dados municipais, segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2000), 64% dos municípios brasileiros destinam seus resíduos para lixões, sendo que apenas 14% possuem aterros sanitários e 18% possuem aterros controlados.

Diante desse contexto, a produção de resíduos sólidos tornou-se um grande dilema para a sociedade, considerando que a problemática dos RS não está associada somente a produção dos resíduos, mas também e, principalmente, a destinação final e ao descarte incorreto destes, causando desta forma um grande problema ambiental, social e econômico. De tal forma, percebe-se a importância de fortalecer o desenvolvimento sustentável conciliando a utilização dos recursos naturais sem comprometer as gerações futuras, lutando por uma qualidade de vida para todos, aliada ao desenvolvimento econômico com a responsabilidade ambiental.

A busca por alternativas que minimizem esses impactos tornou-se inevitável; a utilização de programas e projetos de conscientização é de

fundamental importância para solucionar este problema. Uma alternativa é a implantação de um plano de gestão integrada e descentralizada por município, que trará benefícios no campo social, econômico e ambiental, como: abertura do mercado de trabalho para a população, redução no número de resíduos gerados, reaproveitamento destes resíduos na cadeia industrial. Isso implica a utilização do conceito de manejo integrado do ciclo vital, o qual apresenta oportunidade única de conciliar o desenvolvimento com a proteção do meio ambiente (BRASIL, 2019).

## 2.2 Resíduos Orgânicos

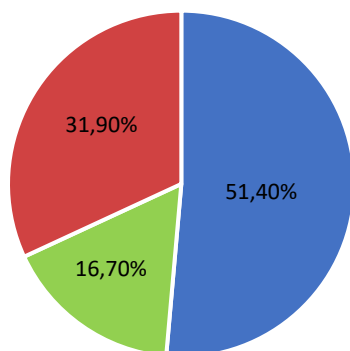
Numa linguagem mais técnica e atual, abordam-se os resíduos sólidos como orgânicos, inorgânicos ou potencialmente recicláveis e rejeitos (Figura 1), sendo o primeiro seu componente biológico, relacionado à matéria

orgânica oriundas dos seres vivos e o que possui maior produção ao nível brasileiro. O componente inorgânico está relacionado aos materiais produzidos por intermédio do homem, são resíduos que necessitam de longo tempo de decomposição na natureza Segundo Carvalho (2015), os Resíduos Sólidos Orgânicos (RSO), no princípio técnico de lixo, devem ser analisados sob o prisma biológico. Assim, lixo orgânico é todo lixo que tem origem animal ou vegetal, ou seja, que recentemente fez parte de um ser vivo.

Os resíduos orgânicos correspondem à metade dos resíduos sólidos produzidos no Brasil. Desse quantitativo, cerca de 55% (percentagem em peso) é de matéria orgânica putrescível, passível de fermentação. Sendo assim, cerca de 50.000 t/dia de matéria orgânica são dispostas irregularmente em lixões ou aterros não sanitários e até mesmo em locais de difícil acesso dentro das cidades (BARCELOS, 2009).

Figura 1. Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos no Brasil.

■ Resíduos Orgânicos ■ Rejeitos ■ Resíduos Potencialmente recicláveis



Fonte: Plano Nacional de Resíduos Sólidos (2012).



Levando-se em conta as estimativas de produção de resíduo sólido, existem inúmeras possibilidades para o reaproveitamento destes. Dentre elas, pode-se citar a compostagem, o biodigestor e a incineração, opções tecnológicas que objetivam a minimização dos impactos ambientais negativos, com desenvolvimento de alternativas e o aproveitamento racional da matéria orgânica, propiciando a melhoria da qualidade de vida da população em benefício da sociedade.

### **2.3 Produção e destinação dos resíduos sólidos**

Atualmente, os resíduos sólidos vêm necessitando de uma atenção elevada na sua destinação final. Sendo dispostos de maneira incorreta, podem gerar inúmeros problemas por se tratarem de matérias que se degradam facilmente, já que são derivados de atividades humanas, sobretudo em ambientes urbanos. O grande volume gerado, o mal condicionamento e, principalmente, a incorreta disposição final, podem ocasionar imensuráveis problemas, como por exemplo a emissão de gases poluentes, corrosão de equipamentos e componentes de infraestrutura, geração de líquidos percolados e presença de vetores transmissores de doenças (FONSECA, 2001).

Os resíduos sólidos orgânicos são os resíduos geralmente produzido por residências,

restaurantes, indústrias, hospitais entre outros locais. Esses resíduos são compostos por restos de alimentos como casca de ovo, casca de fruta, borra de café, dentre outros. Por essa razão, os resíduos são destinados para lixões ou vazadouros, como também são conhecidos, locais a céu aberto que recebem todo tipo de resíduos, sem nenhum controle quanto ao tipo depositado. Desta forma existem algumas alternativas de destinação para esses resíduos

Embora sejam proibidos por lei, os lixões ou vazadouros tornam-se uma alternativa de destinação. No entanto, configuram-se como uma forma inadequada de disposição por não possuir nenhuma proteção à saúde pública ou ao meio ambiente. Normalmente, são terrenos localizados em beira de rios ou mar que não obtiveram preparação e planejamento para o recebimento de resíduos e apresentam diversos tipos de problemas, levando em conta possibilidade de deslizamento ou incêndios por conta dos gases gerados constantemente, além de contaminação do solo e água (ISAIA et al., 1999).

Os aterros controlados são outra opção de contenção parcial do lixo. Segundo Isaia et al. (1999), diferente dos lixões, eles possuem técnicas para o recobrimento do lixo, minimizando os impactos visuais e impedindo o favorecimento da proliferação dos vetores de doenças. Entretanto, os aterros controlados não disponibilizam de processos de

impermeabilização do solo e controle de gases produzidos pela decomposição do lixo, desta forma continuando com a contaminação do lençol freático, do solo e do ar.

Já os aterros sanitários, de acordo com a NBR 8419 (ABNT,1992), são definidos como uma tecnologia de disposição final, onde os resíduos sólidos são depositados no solo, sem apresentar danos à saúde pública e à segurança. O confinamento dos resíduos é feito de forma segura, reduzindo-os ao menor volume possível, acrescentando uma camada de terra após uma determinada camada de resíduos. Os aterros têm como vantagem o baixo custo de manutenção e execução, a impermeabilização do terreno, para não contaminar o solo e o lençol freático, além de um sistema de captação dos líquidos percolados e dos gases para posteriormente um tratamento. Levando-se em conta que todo aterro sanitário possui um tempo de vida útil e após ser encerrado seus trabalhos e feito um estudo para a recuperação da área.

De acordo com o IBGE (2008), quase 50,8% dos municípios brasileiros depositam seus resíduos em lixões, este número reflete na saúde pública, já que os lixões são uma grande fonte poluidora para a saúde humana e o meio ambiente. A degradação da matéria orgânica provoca a produção de vários gases que contribuem para o aquecimento global, como o gás metano (CH<sub>4</sub>), gás carbônico (CO<sub>2</sub>), gases nitrogenados (NO<sub>x</sub>).

## **2.4 Destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos**

Dentre as opções de destinação final tem-se a reciclagem, que é uma possibilidade de reduzir os resíduos orgânicos. De acordo com a definição contida no Art 3º da Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010), reciclagem é o processo de transformação dos resíduos sólidos através da alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com o intuito de torná-los novos. Assim, corroborando com Brasil (2010), Andreoli et al.(2014) discorre sobre a reciclagem como um processo no qual os resíduos são transformados em um novo produto, economizando matéria-prima que seria necessária para a produção destes novos produtos. A reciclagem é facilitada pelo correto acondicionamento dos resíduos, por meio da realização da coleta seletiva. Ressalta-se, ainda, que as associações dos catadores contribuem significativamente para a reciclagem, visto que ao realizarem a coleta dos resíduos e posteriormente efetuarem a venda para as recicladoras, aumentam o índice de separação de materiais para o processo de reciclagem.

A reutilização dos resíduos é uma alternativa bastante importante, até mesmo no aspecto social, os resíduos reutilizados podem se torna uma fonte de renda para a população, diferente da reciclagem, a reutilização dos resíduos não necessita ser transformado para ser reintroduzido.

A destinação final dos resíduos orgânicos se fundamenta principalmente na Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), onde se estabelece que somente os rejeitos devem ser destinados para aterros sanitários; e todo os resíduos orgânicos devem ser tratados, através de técnicas como compostagem ou biodigestão.

Dentre os métodos existentes, podem ser citados dois bastantes conhecidos e muito utilizados como alternativas para o tratamento dos resíduos orgânicos, são eles a compostagem e a biodigestão, técnicas onde os microrganismos são responsáveis pela transformação da matéria orgânica através da decomposição. A Lei no 12.305 (BRASIL, 2010) discorre que a compostagem é uma forma de tratamento ambientalmente adequada de resíduos orgânicos. Compete-se que esta mesma lei estabelece a não geração como prioridade e fluxo para a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos.

Existem diversos tipos de compostagem, dentre elas a vermicompostagem que se utiliza de minhocas para a degradação da matéria orgânica, acelerando o processo de humificação. Por ser um processo biológico, necessita de um equilíbrio na relação carbono-nitrogênio em determinadas condições de temperatura, aeração e umidade em seus distintos estágios para que a matéria orgânica se decomponha rapidamente e obtenha um bom resultado nas melhores condições (LOUREIRO et al., 2007; SCHUBERT, 2019).

Outra alternativa é o biodigestor anaeróbico, que consiste em degradar a matéria orgânica na ausência do oxigênio, através de processo microbiológico, onde diferentes micro-organismos atuam na transformação da matéria orgânica, passando de moléculas com estrutura mais complexas para aquelas mais simples (SILVA et al., 2012). Segundo Gonçalves (2005), o biodigestor é formado por câmaras fechadas, onde são colocados resíduos orgânicos para serem decompostos. É um equipamento de simples operação e construção, sua função é transformar a matéria orgânica em biofertilizante, produzindo assim o biogás, uma fonte de energia renovável que constitui na geração de energia térmica e energia elétrica.

Optar por essas alternativas de reaproveitamento traz benefícios gigantescos para o meio ambiente. Além de reduzir significativamente o descarte incorreto deste resíduo, alcança-se o aproveitamento da matéria orgânica, reduzindo o impacto sobre os recursos naturais e impedindo que a parte de matéria reciclável seja levada para os aterros sanitários ou para os lixões.

Apesar de toda a legislação vigente sobre resíduos sólidos, observa-se ainda percentuais baixos para o reaproveitamento dos resíduos orgânicos, por não serem coletados separadamente na disposição final acabam sendo segregados com outros tipos de resíduos, deixando de ser coletados de maneira seletiva (SIQUEIRA; ABREU, 2016). Vale ressaltar, que

o descarte correto de materiais orgânicos por meio da coleta seletiva é na lixeira de cor marrom. Desse modo, a maioria dos municípios tem despesas elevadas, que conseguiriam ser evitadas com Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) adequado.

## **2.5 Políticas públicas no reaproveitamento dos resíduos sólidos**

A União estabelece aos municípios e ao Distrito federal regras específicas para a busca por soluções no ciclo de vida dos resíduos sólidos com ações coletivas, tendendo ao poder público implementar políticas e planos visando a preservação dos recursos naturais e o controle da poluição. Nos campos nacionais e municipais, a PPNRS) integrou uma ação importante para a reciclagem, uma vez que auxiliou gestores públicos a compreenderem melhor a necessidade de uma gestão adequada em relação ao material descartável e aumentou o reconhecimento do trabalho dos catadores envolvidos no processo (SANTOS, 2007; BRASIL, 2010). Uma das medidas visadas pela lei é de promover o aumento da reciclagem, para assim fortalecer a prática nos municípios brasileiros

Conforme a PNRs, os resíduos sólidos são de origem domiciliar, limpeza urbana, urbano, estabelecimentos comerciais, prestadores de serviços, serviços públicos de saneamento básico, industriais, saúde, construção civil, agrossilvopastoris, serviços de transporte e

mineração (BRASIL, 2010). Desse modo, a gestão integrada busca solucionar a problemática de forma a levar em conta as questões econômicas, ambientais, sociais, política e cultural.

Consequentemente, as políticas públicas surgem como uma base para o desenvolvimento de programas e atividades com o objetivo de resolver os problemas públicos como a falta de gerenciamento dos resíduos, obtendo ou não a participação de setores privados. Nesse gerenciamento, as decisões são tomadas pelo o governo nacional, estadual e municipal.

Segundo Santos (2007), a responsabilidade de viver em um meio ambiente equilibrado não cabe somente ao Estado. Este tem o dever de informar, subsidiar, fiscalizar e incentivar a mudança de postura com respeito a vida, mas cabe a sociedade como um todo também exercer o seu papel na promoção de uma vida com maior qualidade e justiça social em conjunto com uma natureza sadia para sociedade atual e para as gerações futuras.

É de extrema importância observar os desafios enfrentados para um bom gerenciamento, objetivando a eliminação de riscos à saúde e ao meio ambiente, ao mesmo tempo, garantindo a inclusão social efetiva de parcelas significativas da população. Assim, caminha-se rumo a um desenvolvimento mais saudável, em uma perspectiva socialmente justa, ambientalmente sustentável, sanitariamente correta e economicamente solidária.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

Caucaia é um município do estado de Ceará que integra a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), possuindo cerca de 1.227,9 km<sup>2</sup>, equivalente a 0,83% da superfície estadual (Figura 2). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019), possui um contingente populacional estimado de 361.400 habitantes e, em 2010, sua densidade demográfica era de 264,91 hab./km<sup>2</sup>.

Nos últimos anos, o município vem apresentando um grande crescimento populacional, desencadeando uma significativa urbanização e industrialização. Considerada uma das mais importantes cidades do Ceará, Caucaia possui o 3º maior PIB do Estado (Produto Interno Bruto) e a 2ª maior população, com um IDH de 0.682 que é considerado médio (8º no Ceará).

O município apresenta-se atualmente como um dos principais polos turísticos do Ceará, tendo o segundo maior fluxo turístico do estado com cerca de 300 mil turistas por ano, principalmente devido a praia do Cumbuco. Na lógica turística metropolitana, destacam-se a concentração de empreendimentos e investimentos turísticos nos espaços litorâneos. É o palco principal dos esportes de vela, principalmente o kitesurf. A Praia do Cumbuco é considerada uma das melhores do mundo para a prática do esporte.

A cidade é conhecida por um clima tropical quente semiárido brando, ocorrendo também os climas tropical subúmido e tropical úmido (IPECE, 2013). A sua sede possui uma altitude de 29,91 metros acima do nível do mar, o município de Caucaia é mais acidentado do que plano. Situa-se na bacia hidrográfica metropolitana e seus rios de maior porte são os rios Ceará, Cauípe e Anil.

Figura 2. Localização de Caucaia, Ceará, Brasil.



Fonte: IBGE (2010).

### 3.2 Mercado Municipal de Caucaia

O Mercado Municipal de Caucaia – Juaci Sampaio Pontes - é um mercado popular que conta com a maior estrutura pública de comercialização de produtos e serviços do município. O mercado conta com uma estrutura de aproximadamente 120 boxes, estacionamento lateral, banheiros e muitos comerciantes na forma de permissionários; passou por uma reforma recente, onde foram modificadas estruturas de manutenção e higiene. O prédio foi construído há cerca de 30 anos, no entanto, sofreu bastante em relação à precariedade, insegurança e abandono.

Os feirantes comercializam desde frutas, verduras, carnes, frutos do mar, grãos diversos, dentre outros produtos orgânicos. Além disso, há boxes específicos para venda de lanches e almoços; sementes, ração de animais e chás; tecnologias diversas, vestuário e acessórios e, até mesmo, cosméticos.

### 3.3 Análise dos dados

Para atingir os objetivos propostos neste estudo, realizou-se um estudo com abordagem quali e quantitativa, de caráter descritivo e explicativo, e de cunho bibliográfico e documental. A pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações,

crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis. A pesquisa quantitativa é uma classificação do método científico que utiliza diferentes técnicas estatísticas para quantificar opiniões e informações para um determinado estudo (GIL, 2010).

Desse modo, esta pesquisa envolveu levantamentos de dados primários onde foram obtidos por meio de visitas ao local, utilizando-se como instrumentos dois questionários, observações, diário de campo e fotografias. O questionário é um instrumento de coleta de informação com o objetivo de proporcionar determinados conhecimentos ao pesquisador, sendo ele considerado o instrumento mais utilizado em entrevistas.

Foram entrevistados 10 indivíduos no Mercado Público, onde priorizou-se as informações dos feirantes/trabalhadores locais. Esses indivíduos foram questionados em relação à geração, coleta e destinação dos resíduos produzidos. Para entender sobre a gestão e gerenciamento dos resíduos produzidos nos mercados, optou-se por entrevistar o responsável técnico da prefeitura que no caso é de responsabilidade da Secretaria Municipal de Patrimônio, Serviços Públicos e Transporte (SPSPTRANS).



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Gerenciamento dos resíduos no Mercado Municipal

Com o intuito de compreender o conhecimento dos comerciantes em relação ao gerenciamento dos resíduos no mercado municipal de Caucaia/CE, foi perguntado aos mesmos onde são deixados os resíduos gerados por eles no final do dia de vendas (Figura 3). Observou-se que 40% dos entrevistados doam os restos dos seus resíduos, principalmente, os orgânicos para amigos e colegas que possuem criações de animais.

Cerca 30% dos entrevistados coletam e deixam seus resíduos ao lado de sua banca, para

que possa ser recolhido no final do expediente por um rapaz responsável, colaborador da prefeitura. E os 30% restantes depositam seus resíduos ao lado do mercado em forma de depósito de lixo a céu aberto. Não tendo nenhuma preocupação em relação a separação dos resíduos conforme sua origem, e não contabilizando os possíveis riscos que ocorrerá ao meio ambiente e a saúde humana.

No entendimento de Andreoli et al. (2014), a destinação dada ao resíduo está relacionada especialmente com a problemática dos resíduos sólidos principalmente pela forma do descarte, geralmente sendo descarregados em locais a céu aberto, causando desta forma, a contaminação dos solos e lenções freáticos.

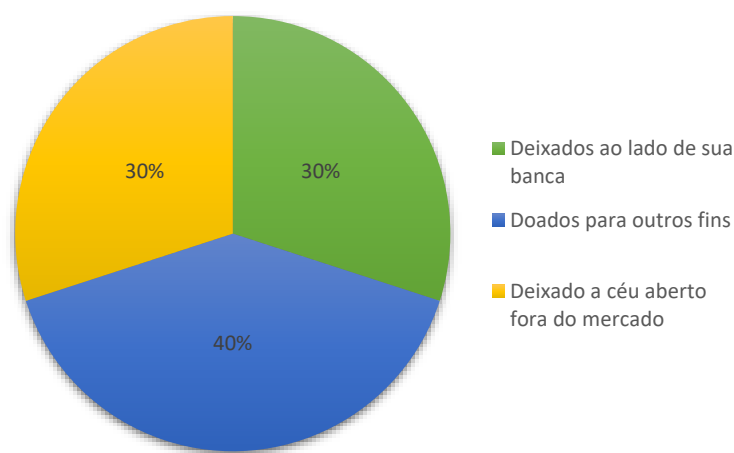


Figura 3. Destinação dos resíduos no final do expediente.

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Em referência ao armazenamento, 100% dos entrevistados confirmam que não há local no mercado para receber os resíduos já acondicionados pelos comerciantes no período

de espera da coleta. Geralmente, sendo deixados em contêineres ou, até mesmo, sendo jogados ao lado do mercado a céu aberto, expostos a animais e vetores transmissores de doenças (Figura 4), causando riscos tanto aos feirantes quanto aos compradores, como à comunidade do entorno.

Silva et al. (2013) em um estudo num mercado público de Pernambuco observou que 51%

jogam os resíduos no lixo próximo à banca e 36% faz doação. Segundo Monteiro (2001) é de responsabilidade do sistema de limpeza de um Município toda a parte do gerenciamento dos resíduos, desde acondicionamento até a disposição final, principalmente em relação à higienização de logradouros públicos.

Figura 4. Destinação dos resíduos produzidos no Mercado Municipal. a) Resíduos sólidos depositados à céu aberto; b) Resíduos sólidos produzidos pelo mercado entupindo o bueiro na rua.



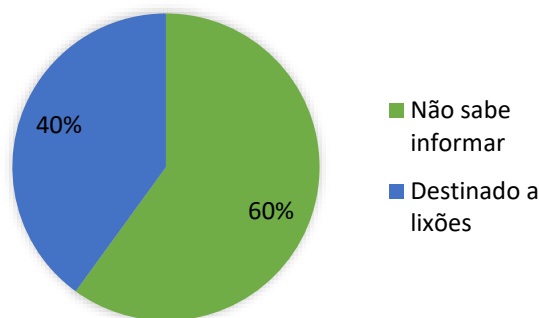
Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Quanto à destinação final dada aos resíduos, foi quantificado que cerca de 60% dos comerciantes não sabem informar ou não tem conhecimento para onde são destinados os resíduos; e somente 40% informaram que os resíduos são destinados para lixões (Figura 5). Frota et al (2005) discorre que a destinação dos resíduos para aterros controlados e sanitários

torna-se menos prejudicial ao meio ambiente do que quando se utilizam os lixões.

Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Silva et al. (2013) para um mercado público em Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, onde a maioria dos entrevistados desconhecem técnicas de tratamento e destinação final dos resíduos sólidos produzidos no local.

Figura 5. Destinação dos resíduos produzidos no Mercado Municipal



Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Quando perguntados sobre coleta seletiva e, se no local, existiam recipientes para separação do lixo, onde os resíduos orgânicos e inorgânicos são separados, 100% dos entrevistados confirmam que não possuem lixeiras para coleta seletiva do lixo no local e não sabiam informar se existia programas de coletas seletiva. Durante as entrevistas, era nítido perceber a falta de conhecimento em relação aos resíduos sólidos. De acordo com o Art 54, §2º, inciso V do Código Ambiental de Caucaia, a coleta diferenciada de resíduos dar-se-á separadamente para restos de feiras e mercados, restos de alimentos provenientes desses lugares, casas de pasto, em geral, restaurantes ou lanchonetes.

Foi perguntado aos vendedores se eles cuidam do ambiente em que trabalham e como é feito a limpeza de suas áreas de venda, a partir disso, 100% dos entrevistados confirmaram que se responsabilizam pela limpeza de suas bancas, contribuindo para higiene do local de trabalho. No entanto, o processo de higienização não é o

esperado para um mercado de grande porte que trabalha diretamente com produtos orgânicos. De acordo com o Art. 35, inciso IV, do Código Ambiental de Caucaia, a população deve ter acesso aos serviços de limpeza pública urbana.

Os respondentes certificaram que não possuem práticas que minimizem a produção de resíduos e que eles não saberiam informar o que fazer para minimizar a produção. Tendo em vista que, conforme o artigo 35 do Código Ambiental do Município de Caucaia (2019) afirma, é de responsabilidade do município desenvolver programas que estimulem a não geração e a minimização dos resíduos.

Art. 35. O Município de Caucaia desenvolverá programas que visem estimular:

- I - A não geração e a minimização de resíduos;
- II - A reutilização e a reciclagem de resíduos;
- III - As mudanças de padrão de produção e de consumo;
- IV - A universalização do acesso da população aos serviços de limpeza pública urbana;
- V - A coleta, transporte, armazenamento, tratamento e disposição final ambientalmente adequados dos resíduos;

VI - A recuperação ou revitalização de áreas degradadas em decorrência da disposição inadequada de resíduos (CÓDIGO AMBIENTAL DE CAUCAIA, 2019, p.13).

Além do observado, o município de Caucaia também é responsável por ações, projeto e programas que estimulem a reutilização e reciclagem dos resíduos, gerando também mudanças no padrão de produção e consumo social, o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos e a recuperação de áreas degradadas devido à disposição errônea de resíduos.

#### 4.2 Caracterização dos resíduos produzidos

Na tabela 1, é demonstrado o perfil de comercialização dos entrevistados e o tipo de resíduos produzidos pelos mesmos. Diante dos

dados apresentados, observa-se que 60% dos feirantes entrevistados produzem resíduos sólidos orgânicos, como: frutas, verduras, restos de carnes e ossos, restos de alimentos, partes de plantas. Dentre os demais, a produção se concentra em resíduos sólidos recicláveis como papel, papelão, plástico e vidro. No entanto, observou-se que em 20% dos estabelecimentos, há produção de resíduos que precisam de descarte específico, como produtos químicos a base de amônia, baterias e lixos eletrônicos.

De acordo com Bezerril Junior (2001), a quantidade e diversidade de resíduos produzidos chamam atenção para a carência de criações de gerenciamento específicos visando um processo que contemple planejamento, tecnologia, fiscalização e recursos financeiros.

Quadro 1 - Resíduos produzidos conforme comercialização dos entrevistados.

Quantidade de Entrevistados	Tipos de Comercialização	Resíduos Produzidos
2	Banca de Hortifrúti	Restos de frutas e verduras estragadas e amassadas.
1	Banca de Chaves	Papel, papelão, plástico.
1	Salão de Beleza	Luvas descartáveis, embalagens de tinturas a base de amônia, lixas de unhas usadas, papeis alumínio contaminados com tinta de cabelo, embalagem de acetona etc.
1	Bancas de Carnes e Vísceras	Vísceras não comestíveis e ossos.
2	Banca de Tecnologias	Caixa de papelão, vidro, plástico baterias de celular etc.

1	Restaurante	Sobra de alimentos, garrafas e latas de bebidas, copos descartáveis, canudos, etc.
2	Banca de Produtos Medicinais	Embalagens plásticas e plantas que não servem mais para a comercialização.

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

É importante salientar que estes resíduos produzidos não recebem nenhum tipo de segregação de acordo com suas características físicas, químicas e biológicas como sugerem as leis ambientais (Política Nacional do Meio Ambiente e Resoluções CONAMA).

#### 4.3 Gestão dos resíduos no Mercado Municipal

Após a entrevista com os feirantes, foram coletadas informações sobre a gestão dos resíduos sólidos do mercado municipal de Caucaia/CE. Na Prefeitura de Caucaia, foi perguntado a um responsável técnico se o mercado possui um PGRS e a resposta obtida foi que os responsáveis pela geração de resíduos ficam obrigados a elaborar o PGRS a ser aprovado pelo IMAC (Instituto do Meio Ambiente de Caucaia), principalmente os grandes geradores. O mercado não possui essa gestão e não disponibiliza de plano de gerenciamento de resíduos sólidos, o que não corrobora com o Código Ambiental do município. Além disso, a ausência de uma gestão provoca impactos negativos claros sobre o meio

ambiente, como podemos observar nos resultados desta pesquisa.

Barbosa (2012) considera que é indispensável para o um bom gerenciamento de um Mercado Municipal, a implantação do plano de gerenciamento, que contemple informações específicas do empreendimento, destacando informações para possíveis alterações principalmente na geração novos resíduos a serem coletados.

Ao ser perguntado sobre a coleta seletiva e se o município proporcionava palestras de conscientização e programas de coleta seletiva, a resposta foi que não ocorre coleta seletiva no município e que eles possuem parceria com a Secretaria de Desenvolvimento Social e o IMAC, que desenvolvem ações, palestras e oficinas de educação ambiental e técnicas de reciclagem, disponibilizando às comunidades maneiras de reaproveitar os resíduos que seriam descartados, a reintroduzi-los no ciclo produtivo. No entanto, como já demonstrado acima, os feirantes e consumidores não possuem conhecimento, não receberam capacitações e nem têm acesso às lixeiras de coleta seletiva.

Finalizou-se a entrevista perguntando qual a destinação final do lixo e se existia algum tipo de

tratamento, sendo informados que a destinação final é de responsabilidade de cada comerciante, mas o carro do lixo passa com frequência e leva para aterro sanitário. Essa resposta contraria as respostas dos feirantes e consumidores que afirmam que apenas 40% do lixo é recolhido e, entretanto, destinado apenas à lixões.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dado os resultados obtidos nos questionários, demonstrou-se que o Mercado Municipal de Caucaia necessita adotar várias medidas para aperfeiçoar a gestão e o gerenciamento dos resíduos principalmente em relação aos resíduos orgânicos, tendo em vista que eles possuem um código ambiental regido por lei, podendo sancionar medidas de tratamento e propor alternativas de destinações corretas e ambientalmente adequáveis.

Percebeu-se que os comerciantes necessitam de conhecimento mais específicos no que se refere aos resíduos, principalmente na parte do gerenciamento e em relação à classificação dos resíduos, já que o mercado disponibiliza de um total de 120 boxes, sendo comercializado deste do hortifrúti até cosméticos e salão de beleza, produzindo assim todo o tipo de rejeitos, necessitando de separação e disposição correta para cada tipo de resíduo gerado.

Desta forma, o estudo propõe-se em sugerir a implantação de um programa de coleta seletiva disponibilizando pontos de entregas voluntárias

no próprio mercado, destinando os resíduos recicláveis para cooperativas e empresas especializadas do próprio município. Propõe-se também a intensificação da utilização de palestras e oficinas de conscientização e educação ambiental, não só para os comerciantes como também para os compradores e a população que diariamente frequenta o local.

Em relação aos resíduos orgânicos, a ideia é utilizar-se de técnicas, como por exemplo a compostagem, que é uma alternativa bastante viável e econômica. Além de proporcionar diversos benefícios tanto para o solo como para a planta, o adubo ou composto produzido ao final da compostagem poderia servir para compor um projeto que a própria prefeitura desenvolve, o programa de recuperação de praças e áreas verdes no município de Caucaia, onde eles recuperam e arborizam praças e pontos do município. Ainda mais, o adubo produzido poderia ser uma fonte de renda para os próprios feirantes.

Mais pesquisas precisam ser realizadas em conjunto com o serviço público para proporcionar uma melhoria na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos em diversas instituições.

## Referências

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos**



- Sólidos – Classificação.** Rio de Janeiro: ABNT. 2004.
- ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017.** São Paulo, 2018. Disponível em: <[http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama\\_abrelpe\\_2017.pdf](http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf)>. Acesso em: 07 abr. 2020.
- ANDREOLI, C.V. et al. **RSUs sólidos: Origem, classificação e soluções para destinação final adequada.** Coleção Agrinho, n.532, 2014.
- BRASIL. **Lei 12.305 - Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Brasília, DF: Planalto, Casa Civil, 2010.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resíduos Sólidos.** Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos>. Acesso em: 16 outubro 2019.
- CARVALHO, C. R. B. **Compostagem de Resíduos Verdes e Orgânicos Alimentares.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.
- FINATTO, J. et al. **A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura.** Revista Destaques Acadêmicos, 5, 85-93, 2014.
- FONSECA, E. **Iniciação ao estudo dos resíduos sólidos e da limpeza urbana.** 2ªed. João Pessoa: JRC, 2001.
- FROTA, A. J. A. et al. **Implantação de um sistema de coleta seletiva: aspectos legais e de sustentabilidade.** R. gest. sust. Ambiente, Florianópolis, v. 4, n. 1, p. 129 - 155, abr./set. 2015.
- GONÇALVES, S.C. **Efeito da agitação mecânica na co-digestão anaeróbia de resíduos sólidos orgânicos.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Ceará. 2005.
- GOUVEIA, N. **Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social.** Revista Ciências & Saúde Coletiva, 17(6), 1503-1510, 2012.
- GOUVEIA, N. **Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social.** Ciência & Saúde Coletiva, v. 17, n. 6, p. 1503-1510, 2012.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **IBGE Cidades@.** IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: Agosto 2019.
- IBGE. **Informações sobre todos os municípios do Brasil - 2008.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: Agosto 2011.
- IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Básico Municipal: Caucaia.** Governo do Estado do Ceará. Fortaleza, 2013. Acessado em: <<https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2013/01/Caucaia.pdf> > acessado em: nov. 2013.

- ISAIA, E. B. I. et al. **Destinação final dos resíduos sólidos urbanos**. Ciência e Ambiente. V.1, nº. 18, p. 25-40, 1999.
- LOUREIRO, D. C. et al. **Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, n. 7, p. 1043-1048, 2007.
- NASCIMENTO, L. A. **Estudo da gestão de resíduos sólidos em uma rede de supermercados**. Trabalho Projeto de Conclusão de Curso. Universidade de São Paulo, 2018.
- REIS, A. S. **Tratamento de resíduos sólidos orgânicos em biodigestor anaeróbio**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, 2012.
- SANTOS, S. M. **Gerenciamento do Destino Final dos Resíduos Sólidos Municipais na Região Metropolitana do Recife: histórico e proposições**. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Pernambuco/CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2007.
- SCHUBERT, R. N. et al. **Edaphic macrofauna in degradation of animal and vegetable residues**. Brazilian Journal of Biology, v. 79, n. 4, p. 589-593, 2019.
- SELURB, Sindicato Nacional das Empresas de Limpeza Urbana. **ISLU – Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana**, Edição 2019. Disponível em: <<https://selur.org.br/wp-content/uploads/2019/09/ISLU-2019-7.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2020.
- SILVA, J. R. et al. **A percepção ambiental dos feirantes em relação aos resíduos orgânicos e a participação nos processos de coleta seletiva no mercado público das mangueiras em Jaboatão dos Guararapes – PE**. Anais do IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Salvador/BA, 2013
- SILVA, W. T. L. et al. **Avaliação físico-química de efluente gerado em biodigestor anaeróbio para fins de avaliação de eficiência e aplicação como fertilizante agrícola**. Química Nova, v. 35, n. 1, p. 35-40, 2012.
- SIQUEIRA, T. M. O.; ABREU, M. J. **Fechando o ciclo dos resíduos orgânicos: compostagem inserida na vida urbana**. Ciência e Cultura, v. 68, n. 4, p. 38-43, 2016.
- VAZ, L. M. S. et al. **Diagnóstico dos resíduos sólidos produzidos em uma feira livre: O caso da feira de tomar**. Sitientibus, n.28, 2003.

## POTENTIAL FOR REPLACEMENT OF PORTLAND CEMENT BY CERAMIC RESIDUE IN THE SOIL-CEMENT MIXTURE FOR APPLICATION IN PAVING LAYER

André Albino de Sousa<sup>1</sup>

Cinthya Santos da Silva<sup>2</sup>

Robson Arruda dos Santos<sup>3</sup>

Alexandra Amador de Abreu<sup>4</sup>

Leonardo de Souza Dias<sup>5</sup>

**Abstract:** In 2018, of a total extension of 87,563 kilometers of road network, only 34.2% of the total presented satisfactory conditions to users. One of the main reasons for this scenario is linked to the high cost of maintenance, including the need for soil stabilization, since the composition of the pavement layers is directly linked to its resistance and durability. In this scenario, the chemical stabilization technique with soil-cement emerges as an alternative for using the soil, which initially did not present corresponding parameters for the respective use. However, the growing demand for replacement of Portland Cement in engineering services, due to the carbon dioxide levels released into the atmosphere during its production, has

supported research that deals with the substitution of binder by waste generated by the production sectors, namely, red ceramic waste from the ceramic block industry. This research aims to evaluate the carrying capacity of soils stabilized with cement and the partial replacement by red ceramic waste. Soil characterization tests were carried out, which provided parameters for the dosage of the materials, and subsequent performance of the compaction, expansion and penetration tests. Based on the need to stabilize the soil classified as clayey, group A-7-6, and susceptible to great variation in volume, the addition of 13% by weight of Portland Cement to the mixture was evaluated and subsequent replacement of the binder in

<sup>1</sup> andresousa.ec@gmail.com. Instituto Federal da Paraíba – Campus Cajazeiras.

<sup>2</sup> cinthya.santos@ifpb.edu.br. Instituto Federal da Paraíba – Campus Cajazeiras.

<sup>3</sup> robson.santos@ifpb.edu.br. Instituto Federal da Paraíba – Campus Cajazeiras.

<sup>4</sup> Alexandra-abreu@outlook.com.br. Instituto Federal da Paraíba – Campus Cajazeiras.

<sup>5</sup> leonardodiaspb@gmail.com. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

percentages of 20 and 30%. The results demonstrated a reduction in specific mass by increasing the substitution by RCR (Red Ceramic Residue), and also for the expansion presented by the compounds. The CBR test evaluated the percentage of 20% replacement as the one with the highest load capacity. For paving purposes both percentages of substitution analyzed are within the parameters that satisfy their respective uses in sub-base layers of flexible pavement.

**Keywords:** Soil-cement. Stabilization. Waste of red ceramic.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma das grandes problemáticas que atinge o sistema de transporte rodoviário, principal responsável pela movimentação de cargas e pessoas em todo território brasileiro, é a garantia da qualidade de pavimentação. Em pesquisa realizada no ano de 2018, avaliando as condições de 87.563km de rodovias de extensão pública, foi observado que 34,2% encontram-se em estado ótimo (4,6%) ou bom (29,6%) enquanto um total de 65,8% se apresentam como deficientes, sendo classificadas como regulares, ruins ou péssimas **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Para entender este panorama é necessário o estudo do serviço de pavimentação como um sistema de camadas responsáveis por absorver e distribuir os esforços causados pelo tráfego, cujo comportamento estrutural depende diretamente da capacidade de suporte do material empregado em cada camada, de suas respectivas espessuras além da interação com demais constituintes do sistema **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Uma vez que a resistência das camadas de pavimentação está diretamente ligada ao material que a constitui, SILVA **Erro! Fonte de referência não encontrada.** aponta uma prática comum a que trata dos solos com baixa capacidade de carga, que comumente são substituídos por materiais com maiores resistências e na grande maioria dos casos descartados. Nesta perspectiva surge um grande desafio no campo da engenharia, que trata do melhoramento do solo através de técnicas de estabilização, seja ela mecânica, química ou granulométrica, executadas por meio de processos de compactação, correção granulométrica ou através de adições de materiais, conferindo ao solo um ganho significativo de resistência às cargas, desgastes e erosão **Erro! Fonte de**

**referência não encontrada..**

No campo de pesquisa da estabilização de solos, a utilização de frações de cimento e cal como material ligante tem se destacado, uma vez que promovem reações químicas capazes de facilitar a cimentação dos grãos entre si, modificando propriedades físicas do composto, atribuindo melhores condições das suas propriedades mecânicas **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Embora a utilização desses materiais tenha apresentado resultados satisfatórios, outra grande preocupação que deve ser levada em consideração trata dos impactos ambientais causados pela produção de Cimento Portland. É crescente a demanda de substituição desse material nos serviços de engenharia, uma vez que os índices de dióxido de carbono lançados na atmosfera, durante a produção do Cimento Portland, correspondem de 5 a 8% da emissão global **Erro! Fonte de referência não encontrada. Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Diferentes pesquisas destacam, ainda, que a porcentagem de cimento empregada no processo de estabilização tem direta influência da porcentagem de material arenoso incorporado ao solo, resultando em volumes cada vez maiores

de Cimento Portland para solos predominantemente argilosos, onerando custos além de favorecer o processo de retração e aparecimento de fissuras mediante as propriedades físicas dos materiais supracitados **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Outra grande preocupação que tem embasado o desenvolvimento de estudos trata do aproveitamento de resíduos gerados pelos setores de produção, neste cenário estão inseridos os materiais de cerâmica vermelha, como por exemplo, os tijolos cerâmicos. Durante o processo de produção, ainda realizado de maneira artesanal por empresas de pequeno e médio porte, as medidas de controle tecnológico de produção permitem uma porcentagem de até 30% de resíduo sobre a produção, como aborda DIAS **Erro! Fonte de referência não encontrada..**, quantitativo que se soma ainda a parcela gerada durante o transporte, armazenamento e utilização deste material.

Durante a queima, os blocos moldados são submetidos a temperaturas que variam entre 600°C e 800°C, que transformam o material em uma estrutura sílico-aluminosa amorfa **Erro! Fonte de referência não encontrada..**, o que confere a propriedade de pozolana artificial por semelhança de produção, a

partir do aumento da superfície ativa do material e da porosidade causada pela instabilidade interna dos argilominerais após a queima **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Fatores que colocam o material moído como um elemento cujas propriedades estão dentro das especificadas pela ASTM 618 **Erro! Fonte de referência não encontrada..**, que propicia sua utilização em misturas com cimento **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

A partir da ideia conjunta de reduzir a utilização de Cimento Portland e do aproveitamento de resíduos de cerâmica vermelha, o presente trabalho tem o objetivo de avaliar a capacidade de suporte de carga de misturas de solo-cimento-resíduo de cerâmica vermelha, estabilizados pelo potencial de reatividade química advindos da substituição parcial nas porcentagens em massa de 20% e 30% do Cimento Portland por resíduo. Além de verificar o teor mínimo de cimento para estabilização do solo, de modo a atender especificações técnicas de utilização na execução de camadas de pavimentação.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Materiais

### 2.2 Solo

A amostra de solo utilizada na

realização dos ensaios foi coletada na cidade de São João do Rio do Peixe, cidade localizada no alto sertão do estado da Paraíba. Na região, o solo apresenta característica argilosa sendo aproveitado principalmente pelo setor da indústria cerâmica na produção de blocos em olarias situadas no município.

A amostra, de aproximadamente três metros cúbicos apresentava um alto índice de torrões, e foi previamente destorroado e quarteado para realização dos ensaios.

### 2.3 Cimento Portland

Foi utilizado na realização dos ensaios o cimento tipo CPV-ARI, que por sua vez não foi submetido a nenhum tipo de ensaio de caracterização, deste modo, as características físicas e químicas consideradas foram às indicadas pelo fabricante.

### 2.4 Resíduo cerâmico vermelho

O resíduo cerâmico utilizado na substituição parcial do cimento Portland na presente pesquisa foi obtido na cidade de São João do Rio do Peixe, Paraíba. A coleta foi realizada no pátio da olaria, onde habitualmente fica disposto o volume de resíduo gerado na produção, transporte e armazenamento do material, que segundo informações fornecidas pelo setor de produção, contabilizam



perdas de aproximadamente 550kg/semana.

O RCV passou por um processo de beneficiamento com a finalidade de reduzir a granulometria do material até adquirir a finura adequada. Com o auxílio de um triturador, foi realizada a moagem previa do material que em seguida seguiu para o trituração manual com auxílio de um soquete. O processo de beneficiamento foi encerrado com o peneiramento do RCV, descartando o material retido na peneira ABNT nº 200 (abertura de 0,0075mm).

A finura do material utilizado na realização desta pesquisa tomou como base bibliografias que associam o aumento da área específica do material à atividade pozolânica apresentada pelo mesmo, a saber, do estudo realizado por MEDEIROS *et. al.* **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e GARCIA *et. al.* **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

## 2.5 Métodos

### 2.6 Caracterização do solo e do resíduo

A análise granulométrica conjunta de peneiramento e sedimentação do solo a ser utilizado para a mistura solo-cimento foi realizada conforme ABNT NBR 7181 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**,

cujas amostras foram preparadas de acordo com a ABNT NBR 6457 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

O ensaio de determinação da massa específica dos grãos seguiu as determinações da ABNT NBR 6458 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, em ressalva a utilização de apenas uma amostra de solo passante na peneira de abertura 4,8mm mantida em defloculante por um período de 24 horas.

Os ensaios de limite de liquidez e plasticidade foram realizados com uma amostra de solo passante na peneira nº 40, seguindo as determinações da ABNT NBR 6459 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e ABNT NBR 7180 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, respectivamente.

Para avaliar a composição química da amostra de resíduo cerâmico vermelho foi utilizado o método de Espectrometria de fluorescência de raios X.

Por fim, o ensaio de compactação foi realizado com uma amostra de solo passante na peneira ABNT nº 4, preparadas de acordo com a ABNT NBR 6457 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, seguindo as determinações da ABNT NBR 12023 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, que ressalta dois métodos para a realização do

experimento de acordo com as características granulométricas do solo, onde foi adotado o método B, para solos com até 30% de partículas com diâmetro superior a 19mm. O ensaio foi realizado para cinco diferentes teores de umidade, sem reuso de material,

## 2.7 Determinação da dosagem de cimento e RCV

Conhecidas a caracterização do solo, de acordo com o sistema AASHTO, o método de dosagem utilizado na presente pesquisa se baseia no Manual de laboratório de solo-cimento da PCA **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, uma vez que a ABNT se mantém conservadora quanto à utilização para fins de estabilização de solos argilosos, por sua vez não contemplados na ABNT NBR 12253 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Ao comparar as metodologias apresentadas é possível observar uma pequena variação nos teores de cimento a serem incorporados à mistura possível, o que de acordo com a ABCP **Erro! Fonte de referência não encontrada.** não produz uma variação significativa diante da análise dos resultados.

Para fins de redução do consumo de cimento nas misturas foram

analisadas as porcentagens de 20% e 30% de substituição em massa do aglomerante por resíduo cerâmico, que tiveram como base a pesquisa realizada por DALLACORT *et. al.* **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, levando em consideração os parâmetros de umidade, massa específica e teor de ligante do composto.

## 2.8 Determinação da capacidade de suporte de carga do material

O ensaio de Índice de Suporte Califórnia (ISC), seguiu as orientações da ABNT NBR 9895 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, com ressalva da moldagem dos corpos de prova apenas nas condições de umidade ótima, esta por sua vez obtida pelo ensaio de compactação das misturas, seguindo as recomendações da ABNT 12023 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Para a porcentagem de água adicionada a fim de que a umidade de compactação se aproximasse a umidade ótima foi considerada a umidade higroscópica do solo, além de adotar o cimento e RCV utilizados como materiais totalmente secos.

Após a moldagem, foram realizadas leituras de expansão a cada 24h de imersão durante um período de quatro dias. Posteriormente os corpos de

provas foram emersos e submetidos ao ensaio de penetração, por sua vez, foi realizado com o auxílio de uma prensa, registrando as cargas aplicadas a cada intervalo conforme a supracitada NBR orienta.

**3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

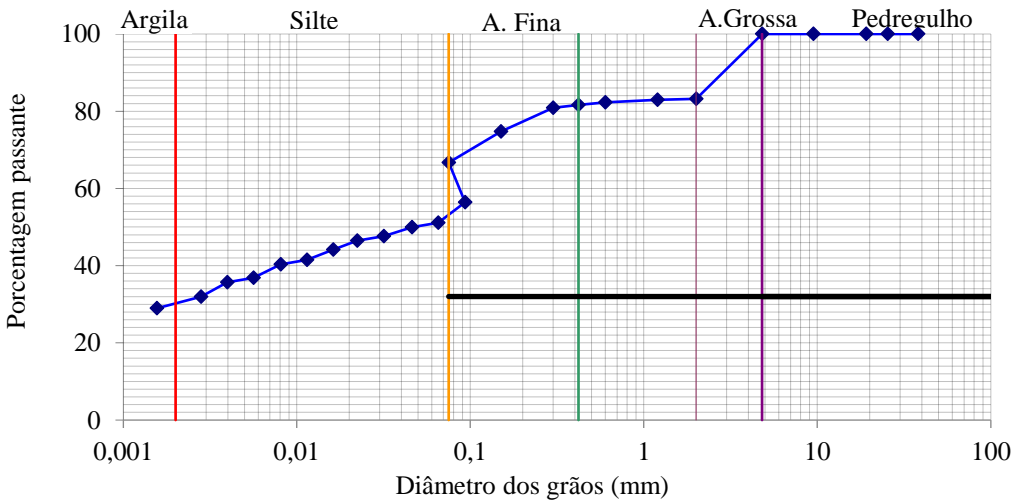
**3.1 Caracterização do solo**

Os ensaios de análise granulométrica, cujos resultados são

apresentados na tabela 1, permitiram caracterizar o solo de acordo com as porcentagens de materiais passantes no conjunto de peneiras normatizadas pela abnt, e de maneira conjunta a análise dos finos pelo método de sedimentação. esta análise permitiu ainda a determinação da curva granulométrica do solo, conforme figura 1.

**Tabela 1:** Caracterização granulométrica do solo.

COMPOSIÇÃO	DIÂMETRO DAS PARTÍCULAS
Massa específica dos sólidos	2,64 (g/cm³)
Limite de liquidez	57 (%)
Limite de plasticidade	16 (%)
Índice de plasticidade	41 (%)
Pedregulho	0 (%)
Areia grossa	16,8 (%)
Areia média	1,6 (%)
Areia fina	14,9 (%)
Silte	34,7 (%)
Argila	32 (%)
Classificação AASHTO	A-7-6
Classificação SUCS	CH



**Figura 1:** Curva granulométrica.

Os limites de liquidez, plasticidade e índice de plasticidade foram de 57, 16 e 41%, respectivamente. A caracterização granulométrica mostrou que se trata de um solo argiloso de alta plasticidade, cujo percentual de argila e silte correspondem a uma porcentagem de 66,7%.

A descontinuidade apresentada na curva granulométrica da Figura 1 ocorre devido à sobreposição dos ensaios de peneiramento e sedimentação, **MANSO Erro! Fonte de referência não encontrada.** esta irregularidade pode ser atribuída a porcentagem argilomineral presente na fração granulométrica que nem sempre são desagregadas pela ação do defloculante.

A Tabela 1 apresenta ainda a classificação do solo de acordo com o sistema AASHTO e SUCS, cujos resultados obtidos estão conforme especificações do manual DNIT **Erro! Fonte de referência não encontrada.** As informações serviram como base teórica para determinação da porcentagem de cimento a ser adicionada à amostra, conforme Manual de laboratório de solo-cimento da PCA **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, a fim de garantir propriedades de utilização rodoviária. Foi definida uma adição percentual de 13% em massa de Cimento Portland ao solo analisado. O alto teor de aglomerante a ser adicionado é justificado por bibliografias como FREIRE **Erro! Fonte de**

**referência não encontrada.** e ABCP **Erro! Fonte de referência não encontrada.** devido à porcentagem de argila presente. Os resultados apresentados corroboram a análise apresentada por GOMES de São Paulo, Piracicaba, 1976.

, para um solo cuja classificação do tipo A-7-6.

O ensaio de determinação da massa específica do solo apresentou um resultado de 2,64 g/cm<sup>3</sup>, valor dentro das especificações do Manual de pavimentação DNIT **Erro! Fonte de referência não encontrada.** para materiais com potencial de utilização em pavimentação rodoviária, que varia entre 2,6 e 2,8 g/cm<sup>3</sup>. Já no que trata dos valores máximos fixados para o limite de liquidez e índice de plasticidade pelo supracitado manual, que são de 25 e 6% respectivamente, o solo analisado não de adequa por apresentar percentuais superiores, justificados pelo alto teor de finos presentes no material.

### 3.2 Caracterização do resíduo cerâmico

A composição química do resíduo de cerâmica vermelha foi obtida através da análise de espectrometria de fluorescência de raios x (frx), cujos resultados são apresentados na tabela 2

OXIDOS	TEOR (%)
SiO2	57,084

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,549
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,401
K <sub>2</sub> O	5,860
CaO	3,838
TiO <sub>2</sub>	2,308
MnO	0,266
ZrO <sub>2</sub>	0,187

**Tabela 2:** caracterização química do RCV

É possível observar que os óxidos SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> somam 87,03%, valor superior ao percentual mínimo de 70% estipulado para pozolanas naturais e artificiais apresentado pela ABNT NBR 12653 **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Entretanto, o teor de K<sub>2</sub>O foi de 5,86%, acima do teor máximo de 1,5%, não atendendo as especificações químicas mínimas para caracterizar a fração de resíduo de cerâmica vermelha como material pozolânico. Os resultados obtidos a partir do ensaio de espectrometria, a saber, do elevado teor de K<sub>2</sub>O se apresentaram compatíveis à

análise apresentada por FAGUNDES **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

**3.3 Ensaio de compactação**

Na tabela 3 são apresentados os resultados referentes aos ensaios de compactação realizados da mistura base, cujo percentual de cimento adicionado é de 13% e das misturas com substituição percentual do aglomerante em porcentagens de 20 e 30%. A tabela apresenta respectivamente a denominação das misturas, massas específicas secas máximas e umidades ótimas para cada mistura analisada.

MISTURA	$\rho_{m\acute{a}x}$ (G/CM <sup>3</sup> )	$W_{\acute{o}tima}$ (%)
SC (0% RCV)	1,637	16,2
SC (20% RCV)	1,613	17,8
SC (30% RCV)	1,608	18,1

**Tabela 3:** resultados do ensaio de compactação

As curvas de compactação, representações gráficas dos dados apresentados na tabela 3, referentes às

amostras analisadas, são apresentadas na figura 2. Uma vez que a curva de compactação apresenta tendência

polinomial de grau dois, vale ressaltar que os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) foram de respectivamente 0,987, 0,990 e

0,978 indicando uma ótima assertividade do ensaio diante da função de ajuste.

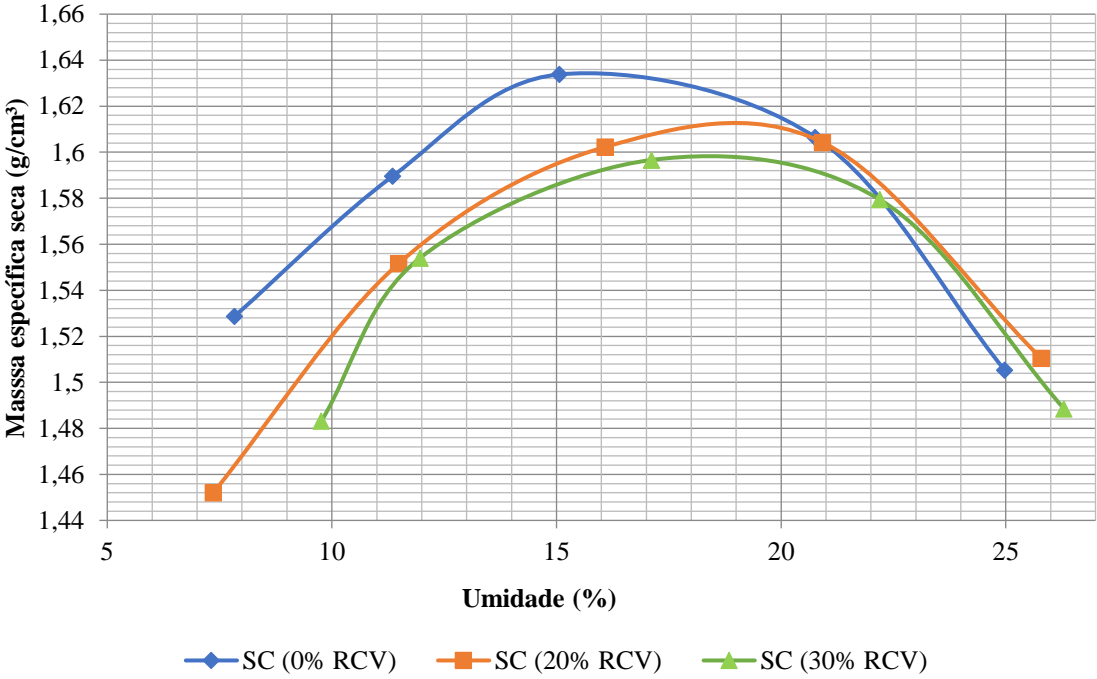


Figura 2: Curvas de compactação.

Na Figura 2 nota-se um deslocamento das curvas para a direita referentes às amostras acrescidas de resíduo cerâmico. COSTA *et. al.* **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, verifica este comportamento em sua pesquisa devido ao aumento na quantidade de finos do material e consequente aumento na absorção de água. No que trata da diminuição da massa específica seca observada com esse deslocamento das curvas, esta pode ser atribuída a maior necessidade de água para envolver completamente as

superfícies de contato das partículas mais finas.

### 3.4 Ensaios de Índice de Suporte Califórnia (ISC)

Conhecidas as massas específicas secas máximas e umidades ótimas para cada amostra foram realizados os ensaios de cbr. os resultados são apresentados na tabela 4 acompanhados das respectivas condições de moldagens dos corpos de prova



MISTURA	$W_{mold}$ (%)	$\rho_{mold}$ (G/CM <sup>3</sup> )	CBR (%)	EXPANSÃO
SC (0% RCV)	16,5	1,64	33,19	0,36
SC (20% RCV)	17,2	1,60	37,16	0,35
SC (30% RCV)	17,7	1,58	35,06	0,28

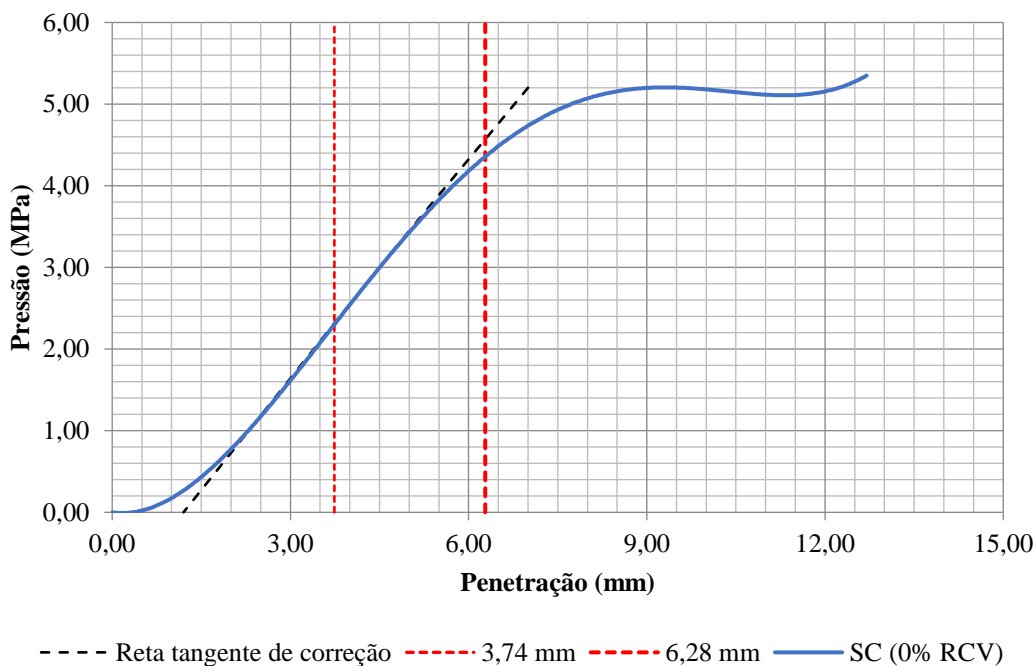
**Tabela 4:** Resultados do ensaio de Compactação.

Os valores de umidade de moldagem e massa específica seca de moldagem apresentados, foram obtidos a partir da média aritmética entre três as amostras recolhidas durante a compactação dos corpos de prova. Durante a análise, o desvio padrão entre os respectivos dados analisados não superaram 10% garantindo a representatividade dos valores médios.

Verifica-se que o comportamento das misturas compactadas foi similar aos obtidos nos ensaios de compactação anteriormente mencionados, destaca-se que a diferença entre os parâmetros ótimos quando comparados aos de moldagem está na dificuldade de controle da umidade do solo que está

sendo compactado e da energia de compactação. DALLACORT *et. al.* **Erro! Fonte de referência não encontrada.** destaca que as supracitadas diferenças se tornam significativas quando superiores a 2%, valor superior ao observado nesta pesquisa.

Ao analisar a Tabela 4 nota-se que a composição de substituição de 20% de Cimento Portland resultou em um CBR de 37,16%, um incremento de 8,93% na capacidade de suporte de carga em comparação a dosagem base sem adição percentual de resíduo. A Figura 4 apresenta a curva obtida com a realização do ensaio de ISC para a mistura base de solo-cimento sem adição de RCV



**Figura 3:** Curva de ISC para a mistura SC (0% RCV).

Para a curva da Figura 3, devido à inflexão apresentada, foi necessária a utilização de um fator de correção, que segundo a ABNT NBR 9895 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** é determinado pelo ponto em que uma reta tangente ao ponto de inflexão toca o eixo das abcissas. Este comportamento do gráfico se apresenta devido irregularidades na superfície do corpo de prova **Erro! Fonte de referência não encontrada.** ou ainda à variação da velocidade aplicada durante o ensaio, fator facilmente registrado na execução de experimentos em equipamentos manuais. A correção propiciou o deslocamento das penetrações padrão em 1,2 mm justificando a capacidade de

33,19% apresentada na Tabela 4.

**SILVA Erro! Fonte de referência não encontrada.** afirma que, geralmente, os maiores valores de CBR se apresentam nos materiais de maior massa específica seca máxima. Entretanto foi observado que o maior valor registrado de CBR resultou da mistura cuja massa específica mencionada apresenta-se em posição intermediária. Este comportamento é analisado por **SOUZA et. al. Erro! Fonte de referência não encontrada.** como uma consequência a adição de finos a mistura, que reduz a massa específica do composto. Por sua vez, **DALLACORT et. al. Erro! Fonte de referência não encontrada.**, cujos

resultados são similares aos verificados nesta pesquisa no que trata do teor ótimo de aglomerante substituído por RCV, ainda atribui à atividade cimentante do material ligante e à presença do RCV, com um efeito de microfiller, a formação

de um esqueleto sólido composto entre os grãos de solo e finos.

Na Figura 4 são apresentadas as curvas de ISC para as porcentagens de substituição de Cimento Portland.

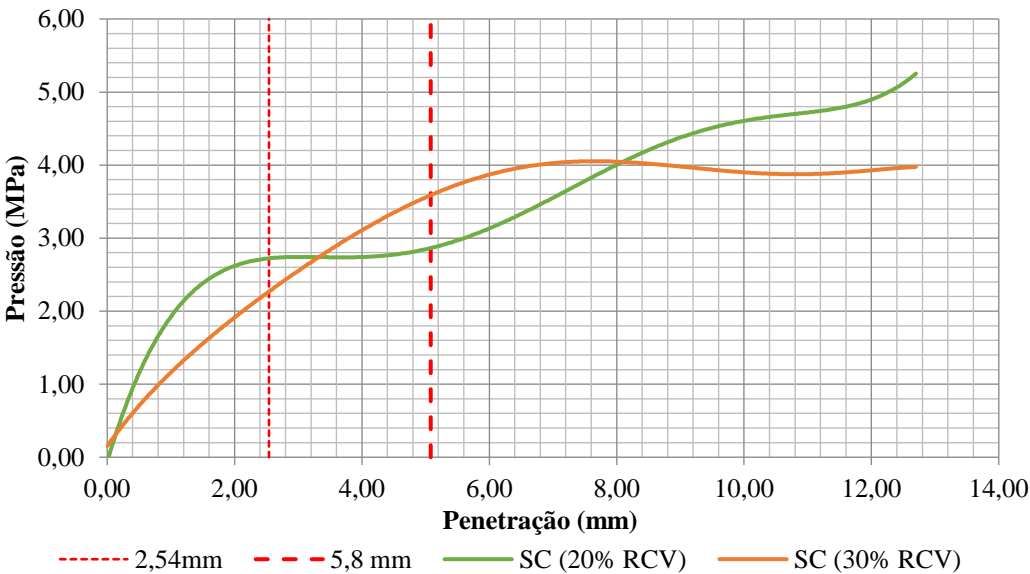


Figura 4: Curva de ISC para as misturas com substituição de cimento.

A Figura 4 evidencia a discreta perda da capacidade de suporte quando se substitui em 30% o teor de aglomerante da mistura. Por sua vez, a Figura 5, que apresenta a curva de

expansão dos compostos, onde é possível observar uma queda no percentual de expansão diante do aumento do teor de RCV adicionado.

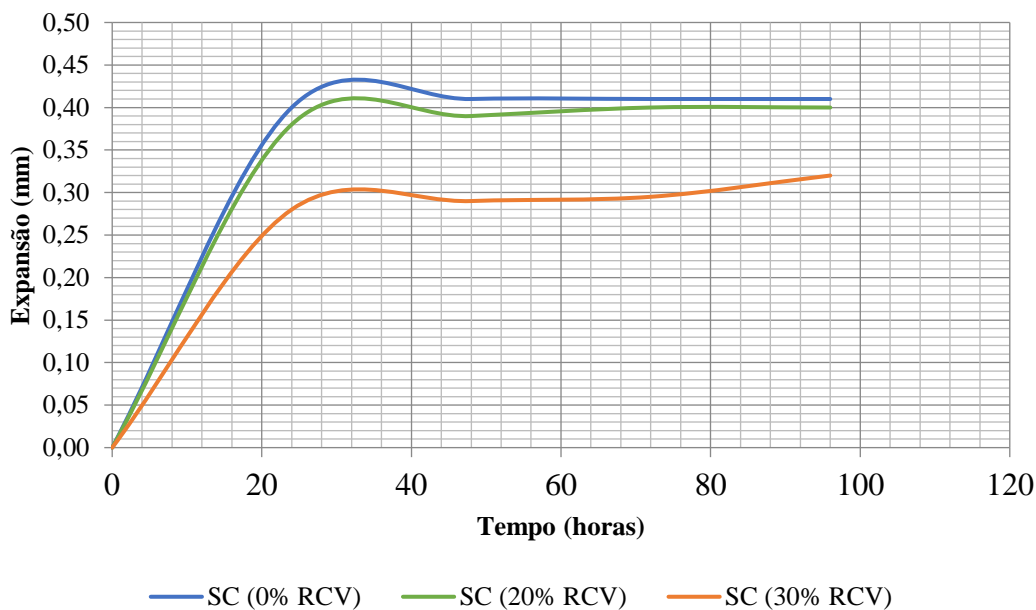


Figura 5: Curvas de expansão.

Verifica-se que o maior valor de expansão obtido foi de 0,36% para a mistura de solo cimento sem substituição mostrando que os valores obtidos classificam as misturas como pouco expansivas. É possível então perceber um melhoramento do solo natural anteriormente caracterizado como sujeito a grandes variações de volume diante de seus elevados limite de liquidez e índice de plasticidade. As informações apresentadas para o ensaio de expansão são semelhantes aos dados encontrados por JOAQUIM **Erro! Fonte de referência não encontrada.** para um solo argiloso estabilizado com cimento para fins de pavimentação.

#### 4. CONCLUSÃO

A caracterização da amostra de solo utilizada apresentou uma porcentagem superior a 60% de material passante na peneira nº 200 (abertura 0,0075mm) o que caracteriza uma alta porcentagem de finos, em maior quantidade silte, seguido por argila e areia. O solo foi classificado de acordo com o sistema AASHTO como argiloso, sujeito a altas variações de volume devido aos elevados limite de liquidez e índice de plasticidade, fatores que inviabilizam sua aplicação em camadas de pavimentação conforme especificações DNIT **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

A partir da caracterização do solo natural foi possível realizar a dosagem das misturas, que conforme Manual de

laboratório de solo-cimento da PCA **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, devem ser estabilizadas com uma porcentagem de 13% de Cimento Portland em massa, que por sua vez foi ainda substituído parcialmente por resíduo cerâmico vermelho nas porcentagens de 20 e 30%. O ensaio de caracterização realizado com o resíduo cerâmico apresentou um somatório de 87,03% de sua composição por SiO<sub>2</sub>, FeO<sub>3</sub> e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, porém devido o teor de K<sub>2</sub>O, da ordem de 5,86% o material não pode ser caracterizado como pozolânico, conforme ABNT NBR 12653 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** por sua vez sendo observada sua atuação como microfiller, preenchendo os vazios da mistura e conferindo um aumento de resistência ao composto

Observou-se que as adições de resíduo ocasionam um decréscimo da massa específica seca máxima e um consequente aumento da umidade ótima das amostras, justificadas mediante o aumento da porcentagem de finos da mistura.

A partir da análise de penetração e expansão através do ensaio de ISC, tem-se o resultado de máximo suporte de carga para a mistura solo-cimento com substituição do aglomerante em porcentagem de 20% apresentando

37,16% e 0,35% de CBR e expansão, respectivamente.

Não obstante o resultado insatisfatório obtido para a mistura de solo-cimento com percentual de substituição de 30% foi possível observar um ganho na capacidade de suporte quando comparado à mistura base, o que comprova o efeito positivo da substituição do aglomerante por RCV. Os presentes resultados permitem concluir que o teor de 20% de RCV em substituição do cimento Portland está ligado a maior capacidade de carga analisada. Entretanto, ao se tratar da potencialidade de substituição do Cimento Portland por resíduo cerâmico vermelho, foi possível observar que embora oferecendo uma capacidade de carga discretamente inferior a máxima observada nesta pesquisa, o teor de substituição de 30% de cimento Portland por resíduo cerâmico vermelho apresenta-se dentro dos parâmetros para utilização em camadas de sub-base de pavimentos flexíveis conformes especificações do Manual de Pavimentação DNIT **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

## 5. BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY OF TESTING AND MATERIALS. ASTM 618C: Fly

ash and raw or calcined natural pozzolan for use as mineral admixture in Portland cement concrete. Philadelphia, 2019.

ARCANJO, D. M. O. “Estudo da aplicação de aglomerantes alcali-ativados na estabilização de solos para pavimentações”. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND - ABCP. Dosagem das misturas de solo-cimento: Normas de dosagem e métodos de ensaio. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 12023: Solo-cimento - Ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 12253: Solo-cimento – Dosagem para emprego como camada de pavimento. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 6457: Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 6458: Grãos de pedregulho retidos na peneira de abertura 4,8 mm -

Determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 6459: Solo - Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 7180: Solo - Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 7181: Solo - Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 9895: Solo - Índice de suporte Califórnia. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR-12653: Materiais pozolânicos - Requisitos. Rio de Janeiro, 2014.

BERNUCCI, L. B; MOTTA, L. M. G; CERATI, J. A. P; SOARES, J. B., “Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros”. *Petrobras: ABEDA*, 2006.

CNT; SEST; SENAT. “Pesquisa CNT de rodovias 2018: relatório gerencial. Brasília”. Disponível em: <https://pesquisarodovias.cnt.org.br/edicoes>. Acesso em: 03 out. 2019.



COSTA, E. V. L.; SILVA, E. C. G.; RÊGO, M.C. Q. “Influência da fração vermelha do resíduo de construção civil com cal na estabilização de um solo da formação Guabirotuba para pavimentação”. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2018.

DALLACORT, R. et al. “Resistência à compressão do solo-cimento com substituição parcial do cimento Portland por resíduo cerâmico moído”. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 511-518, 2002.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. Manual de Pavimentação. 3ª ed. Rio de Janeiro. 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. Norma 172: Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas – Método de ensaio. Brasília. 2016.

DIAS, J. F. “Avaliação de resíduos da fabricação de telhas cerâmicas para seu emprego em camadas de pavimento de baixo custo”. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

FAGUNDES, L. P. “Utilização de resíduo de cerâmica proveniente de olarias para estabilização de solo laterítico”. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2019.

FREIRE, W. J. “Tratamento prévio do solo com aditivos químicos e seu efeito sobre a qualidade do solo-cimento”. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1976.

GOMES, T. H. “Análise da resistência a compressão simples de um solo argiloso artificialmente cimentado”. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Campina Grande, 2019.

GARCIA, E., CABRAL JUNIOR, M., QUARCIONI, V. A., et al. “Resíduo de cerâmica vermelha (RCV): uma alternativa como material pozolânico”. *Revista Cerâmica Industrial*, v. 19, n. 4, pp. 31 – 38, Julho/Agosto 2014.

JOAQUIM, A. G. I et al. “Estudo de dois solos tropicais melhorados com cimento ou cal para emprego em camadas superiores de estradas não pavimentadas”. Dissertação de Mestrado em Engenharia civil na área de transportes, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

MANSO, E. A. “Análise granulométrica dos solos de Brasília pelo granulômetro a laser”. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

MEDEIROS, M. H. F. de et al. “Resíduo de cerâmica vermelha e fíler calcário em compósito de cimento Portland: efeito no ataque por sulfatos e na reação álcali-silica”. *Matéria (Rio de Janeiro)*, v. 21, n. 2, p. 282-300, 2016.

PORTLAND CEMENT ASSOCIATION – PCA. Soil-cement laboratory handbook. *Portland Cement Assoc.*, 1992

RIOS, S.; CRISTELO, N.; DA FONSECA, A.V.; FERREIRA, C. “Stiffness behavior of soil stabilized with alkali-activated fly ash from small to large strains”. *International Journal of Geomechanics*, n. 04016087, 2017.

RIOS, S.; CRISTELO, N.; DA FONSECA, A.V.; FERREIRA, C. “Structural performance of alkali activated soil ash versus soil cement”.

*Journal of Materials in Civil Engineering*, n. 04015125, 2016.

SILVA, P. B. “Estabilização de misturas de resíduos sólidos de demolição e da indústria cerâmica para uso em camadas de pavimentos de vias”. Tese de Doutorado em Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

SILVA, J. P. S.; CARVALHO, S. B. “Uso de resíduos de cerâmica vermelha para o melhoramento de camadas de pavimentos de baixo tráfego em PALMÁS-TO”. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, v. 5, n. 1, p. 41-52, 2017.

SOUZA, W. M. et al. “Resíduos de cerâmica vermelha como um material ambientalmente sustentável para uso na pavimentação”. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, v. 7, n. 2, p. 202-213, 2019

## INFLUENCE OF URBAN FORESTATION ON THE THERMAL COMFORT OF RESIDENTS OF JARDIM IRACEMA, FORTALEZA, CEARÁ

Manoel Edmilson Muniz<sup>1</sup>

Ivan Jeferson Sampaio Diogo<sup>2</sup>

**Abstract:** Urban forestation has an important connotation in the cities, being essential to contribute to the well-being of the population. The present study aimed to analyze the relationship between urban forestation and thermal comfort in an urban neighborhood of Fortaleza / CE. As specific objectives: to evaluate the influence of afforestation on microclimate factors, to compare different areas (with and without afforestation) in the Jardim Iracema neighborhood in Fortaleza / CE, and to understand the importance of trees for the population. This research was carried out in two stages: preliminary survey of the locality with subsequent application of a questionnaire with 40 people from the community and measurement of temperature and humidity in 8 different points, 4 of which are wooded and 4 not wooded. The results demonstrate that local air temperature and humidity are influenced by the presence of air. As for

the environmental perception, 65% of the population is dissatisfied with the local urban forestation and they like places with trees because they bring shade (95%) and reduce the temperature (85%). However, they address harm such as interference with public lighting and the power grid. Most of the interviewees believe that the trees used do not resemble those of the caatinga domain and do not have an opinion about the pruning. Another important point is that half of the interviewees do not collaborate with the local urban forestation and believe that the public agencies must have responsibility on it. Public agencies must create strategies aimed at sensitizing the population about the importance of urban forestation and its maintenance, promoting environmental education.

**Keywords:** Temperature. Air humidity. Heat Islands. Environmental Perception.

<sup>1</sup> edmilsonmu@gmail.com. Faculdade Terra Nordeste – FATENE.

<sup>2</sup> ivan.diogo@ifpb.edu.br. Instituto Federal da Paraíba – IFPB, Campus Princesa Isabel.

## Introdução

Na paisagem urbana, a forma de vegetação mais evidente que se pode observar no cotidiano são as árvores. Elas fazem parte da vida urbana e contribuem para amenizar a sensação de desconforto térmico. Portanto, a arborização tem conotação importante no meio urbano, a ideia de arborizar a cidade tem como meta melhorar o microclima devido à sombra proporcionada pela copa das árvores, à extração da poluição atmosférica, à redução de ruídos, à retenção de umidade do ar e à produção de oxigênio pelas plantas (MARTINI, 2015).

Desse modo, são diversos os benefícios proporcionados para o meio ambiente e para a população do entorno com a arborização local. Estudos mostram que árvores (e vegetação em geral) têm a habilidade de limpar o ar e filtrar os poluentes devido ao sequestro de carbono (CO<sub>2</sub>) da atmosfera (BECKETT et al., 2000; FREER-SMITH et al., 2005).

A arborização por si só não é a grande modificadora do clima, pois há vários fatores que são relevantes nesse contexto, como a pavimentação e a impermeabilização das ruas e avenidas

com asfalto, que são exemplos de alteração do microclima, elevando a temperatura e produzindo assim ilhas de calor. De acordo com Gartland (2010), o fenômeno de ilhas de calor é explicado pelo grande aumento de temperatura do ar nas áreas urbanas quando comparadas às áreas rurais ou menos urbanizadas.

A ilha de calor geralmente ocorre nos centros das grandes cidades devido ao número intenso de construções em um pequeno espaço. Dessa forma, esse fenômeno é caracterizado por meio da temperatura máxima observada em um ponto no meio da cidade e outro em seu entorno, ou seja, a amplitude térmica (AMORIM, 2012). A redução de áreas verdes é um parâmetro ambiental que evidencia o caos climático e modifica o regime de precipitações em diferentes regiões, causando impactos na paisagem e afetando negativamente a qualidade de vida dos habitantes.

A presença de árvores no ambiente urbano, sobretudo nas grandes cidades, colabora com relação ao clima, a diversidade, composição, abundância e distribuição de espécies arbóreas em ruas e avenidas. Além disso, podem permitir, de forma mais eficiente, reduzir o acúmulo de gases tóxicos. Dessa forma, devem existir estratégias de plantios aliada à conservação da biodiversidade

nesses locais (JIM, 2009; SRRETHERN et al., 2011). A identificação de espécies arbóreas que influenciem o microclima é um parâmetro importante para planejar projetos urbano que visem à melhoria do ar.

A arborização age como uma massa úmida amenizando a temperatura local e retendo a umidade do ar, melhorando o ciclo hidrológico e o aspecto visual, além de evitar a formação de nuvens densas e o efeito estufa. Volpe-Filik et al. (2007) identificam diversas funções da arborização, tais como: física, oferta de sombra, absorção de ruídos e proteção térmica; química, absorção do gás carbônico e liberação do oxigênio, melhorando a qualidade do ar; ecológica, relações inter e intraespecíficas nos diferentes habitats; e psicológica, causa bem-estar às pessoas, proporcionado pela paisagem.

Os recentes acontecimentos noticiados pelas mídias em relação as mudanças climáticas, tais como as grandes queimadas na região amazônica, o aumento significativo da temperatura no planeta, o derretimento das calotas polares, associado ao crescimento econômico e problemas ambientais em vários países, estão tomando proporções inigualáveis em todas as regiões do mundo. Associados ao aquecimento

global, ondas de calor mais frequentes e intensas devem aumentar nos próximos anos, afetando diretamente as populações, sobretudo os mais vulneráveis (D'AMATO et al., 2016).

Nas periferias das grandes cidades, essa problemática é ainda mais evidenciada devido à falta de saneamento básico e infraestrutura. Diante da importância das árvores nos aspectos socioambientais e na conservação de espaços públicos urbanos, este estudo visa contribuir de forma significativa para a melhoria da compreensão sobre os benefícios da arborização em grandes centros urbanos. Além disso, vale ressaltar que alguns bairros de grandes cidades não possuem áreas verdes, nem mesmo praças ou parques, entretanto, a população se interessa pelo plantio e manutenção de árvores em suas localidades.

Esse trabalho teve como objetivo geral analisar a relação entre arborização e o conforto térmico em um bairro urbano de Fortaleza/CE. Tendo como objetivos específicos: avaliar a influência da arborização sobre os fatores microclimáticos, comparar áreas distintas (com e sem arborização) no bairro Jardim Iracema em Fortaleza/CE, e compreender a importância das árvores para a população.

## Material e métodos

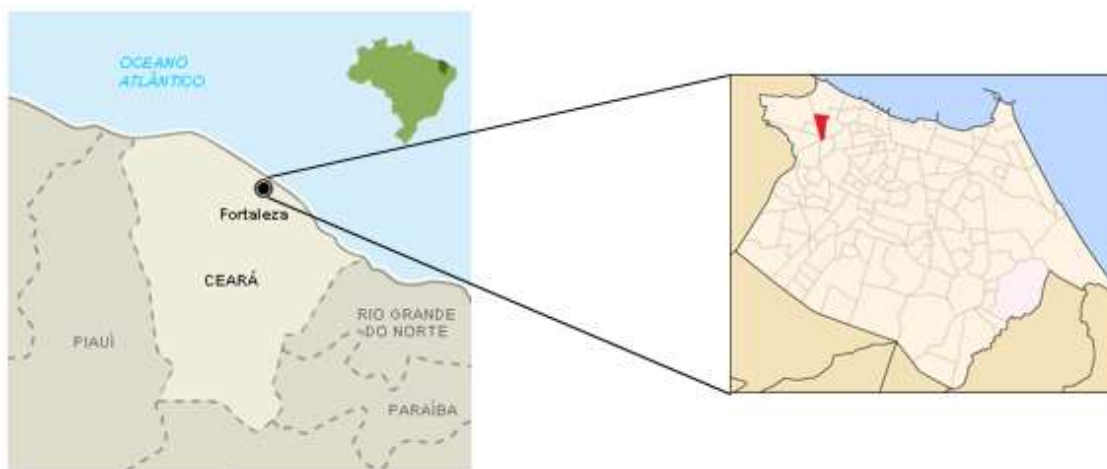
### Área de estudo

Fortaleza é a capital do Estado do Ceará, região Nordeste do Brasil, onde está localizada no litoral Atlântico, a uma altitude média de 16 metros, com 34 km de praias. Fortaleza possui 313.140 km<sup>2</sup> de área e 2.643.247 habitantes. Possui clima tropical semiúmido (tipo As, segundo a classificação climática de Köppen-Geiger), com temperatura média compensada anual em torno dos 27 °C. Sem ter exatamente definidas as estações do ano, há duas estações bem definidas: a estação chuvosa, de janeiro a maio, e a estação seca, de maio a dezembro,.

O índice pluviométrico anual é superior a 1 600 mm, concentrados entre fevereiro e maio, sendo o pico observado em março e abril.

Este estudo foi realizado no bairro Jardim Iracema, bairro periférico e residencial localizado na zona Oeste de Fortaleza, possuindo aproximadamente 22.000 habitantes (Figura 1). É um dos bairros de maior presença de população negra na cidade, além de abrigar várias organizações culturais características do município, como o Maracatu Nação Iracema. Oficialmente, a localidade foi registrada pela Prefeitura Municipal de Fortaleza em 2010, embora já existisse há mais de 40 anos.

**Figura 1.** Localização do Bairro Jardim Iracema, Fortaleza, Ceará.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).



### **Análise dos dados**

Para atingir o objetivo proposto neste estudo, realizou-se um trabalho com abordagem quantitativa, de caráter descritivo e cunho bibliográfico. Neste tipo de pesquisa, os meios de coleta de dados são estruturados através de questionários de múltipla escolha, entrevistas individuais e outros recursos que tenham perguntas claras e objetivas (GIL, 2010).

Esta pesquisa foi realizada em duas etapas: levantamento preliminar da localidade com posterior aplicação de questionário com a população e medição de temperatura e umidade. O levantamento preliminar de dados teve como finalidade descrever o ambiente de trabalho através de visitas de campo. Para isto, foram realizadas as seguintes técnicas de pesquisa: revisão de literatura, visita de campo para observação da dinâmica dos moradores e conversas informais com os usuários das localidades. A partir daí, estabeleceu-se os locais de pesquisa entre arborizados e não arborizados.

Estas informações serviram de base para a elaboração do questionário semiestruturado da pesquisa. O questionário é considerado

um dos instrumentos mais utilizados na investigação social, sobretudo nos estudos de percepção da paisagem. A população da pesquisa é formada por usuários, residentes do bairro Jardim Iracema, onde foi coletada uma amostra aleatória de 40 pessoas. O estudo foi realizado no mês de agosto de 2019, abrangendo os vários moradores do bairro.

Para a medição das variáveis ambientais, foram também analisados 8 ambientes distintos, 4 áreas não arborizadas e 4 áreas com arborização, no período de 15 a 19 de agosto de 2019 das 10:00 às 11:30 horas (período da manhã) e de 14:00 as 15:30 horas (período da tarde). Para as medições, foi utilizado o aparelho Termo-Higro-Decibelímetro-Luxímetro-Digital-Portátil/THDL-400. Para obter as medidas de fatores microclimáticos de temperaturas e umidade relativa do ar, as áreas arborizadas e não arborizadas encontram-se no mesmo contexto do bairro.

As medições foram realizadas durante cinco dias ininterruptos, onde, em cada dia, foram realizadas oito medições pela manhã e oito medições à tarde com duração de 10

minutos cada uma delas. Após a coleta de dados da área arborizada e da não arborizada, os dados foram analisados a partir de uma estatística descritiva. Para verificar a diferença entre os dias e os períodos, foi utilizada uma análise de variância, seguida pelo Teste de Tukey a 0,05 de probabilidade no programa PAST 3.0.

## Resultados e Discussão

### Influência da arborização na temperatura e umidade relativa do ar

As variáveis temperatura e umidade relativa do ar, nos locais (arborizado e não arborizado) e nos dois períodos (manhã e tarde) durante os cinco dias de análise ocorreram grandes diferenças relacionadas entre as áreas

arborizadas e as não arborizadas (Tabela 1). Analisando os dados obtidos, pode-se observar dois fatores analisados a área com arborização apresenta condições adequadas para o conforto térmico, enquanto na área não arborizada mostrava-se condições de fadiga de desconforto térmico.

A média de temperatura total durante os dias do experimento foi de 30,46°C. Para os locais com arborização, a média de temperatura foi de 29,18°C pela manhã e 30,52°C pela tarde com arborização. Já para os locais sem arborização, a média de temperatura total durante os dias foi de 31,06 °C, com 29,73 °C pela manhã e 32,40 °C pela tarde (Tabela 1).

**Tabela 1.** Dados de temperatura do ar medida em °C no intervalo de cinco dias pela manhã e tarde. CA = com arborização; SA = sem arborização.

	1º dia		2º dia		3º dia		4º dia		5º dia	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
<b>1CA</b>	29,8	30,4	28,7	30,8	30,4	30,7	28,7	30,0	28,1	29,9
<b>2CA</b>	29,9	30,8	29,2	30,9	30,4	30,7	28,9	30,8	28,3	30,0
<b>3CA</b>	29,5	30,9	29,3	30,2	30,3	30,8	28,8	30,7	28,7	29,9
<b>4CA</b>	28,7	30,8	28,7	30,8	30,2	30,6	28,9	30,5	28,2	30,2
<b>1SA</b>	29,6	31,8	29,8	31,9	30,4	32,5	29,8	31,9	28,9	32,8
<b>2SA</b>	29,9	32,3	29,6	32,0	30,5	32,8	29,6	32,8	29,0	32,9
<b>3SA</b>	30,1	32,8	30,1	32,8	30,0	32,7	29,0	32,3	29,1	32,0
<b>4SA</b>	29,8	31,9	30,0	32,2	30,6	32,9	29,0	32,5	29,9	32,1

A média de umidade do ar total durante os dias do experimento foi de 59,68%. Para os locais arborizados, a média foi de 60,88% com 61,62% pela manhã e 60,14%. Enquanto que para os

locais sem arborização, a média de umidade do ar total durante os dias foi de 58,49%, com 61,16% pela manhã e 55,81% pela tarde (Tabela 2).

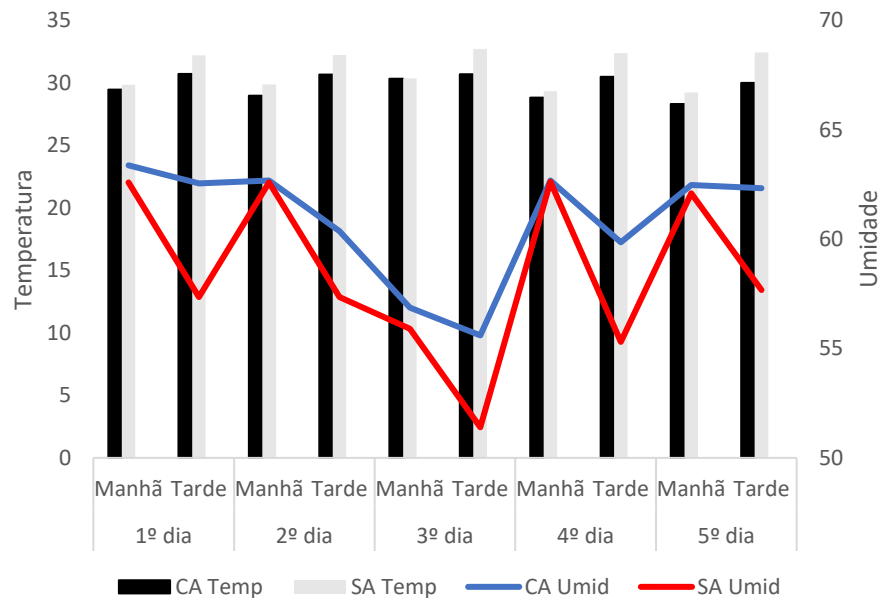
**Tabela 2.** Dados de umidade do ar medida em % no intervalo de cinco dias, nos horários de 10hs às 11:30hs (manhã) e das 14hs às 15:30hs (tarde).

	1º dia		2º dia		3º dia		4º dia		5º dia	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
<b>1CA</b>	63,8	62,7	62,3	60	57,4	56,8	62,6	60,0	62,5	62,6
<b>2CA</b>	64,3	62,9	62,7	60,3	57,7	56,1	62,7	59,8	62,4	62,4
<b>3CA</b>	63,4	62,6	62,4	60,0	56,6	54	62,9	60,6	62,8	62,2
<b>4CA</b>	62,0	62,0	63,3	61,2	55,8	55,5	62,5	59	62,2	62,1
<b>1SA</b>	62,9	58,2	62,9	58,2	56,2	51,2	62,5	55,7	61,9	57,8
<b>2SA</b>	62,3	58,4	62,3	58,4	55,9	51,3	62,3	55,8	62,2	58,5
<b>3SA</b>	63,1	58,7	63,1	58,7	55,6	51,7	62,8	55,4	62,0	57,3
<b>4SA</b>	62,1	54,1	62,1	54,1	55,9	51,4	62,9	54,3	62,3	57,1

Pode-se observar que a temperatura no período da tarde foi maior em ambos os locais analisados (com e sem arborização). Para além disso, nos locais sem arborização e no período da tarde, a temperatura foi maior

(Figura 2). Percebe-se que nos valores de umidade relativa nos pontos não-arborizados, houve um declínio da umidade do ar mais acentuado, enquanto nos pontos com arborização a umidade do ar se manteve estável (Figura 2).

**Figura 2** – Média de temperatura e umidade diária observadas durante os cinco dias de experimento para os períodos da manhã e tarde. CA = com arborização; SA = sem arborização; Temp = temperatura; Umid = umidade.



Não houve uma diferença significativa entre os dias para nenhuma das variáveis. No entanto, ao se comparar os períodos, observa-se que há uma diferença significativa de umidade entre locais com e sem arborização no período da tarde ( $F = 12,33$ ;  $p = 0,0423$ ). Na tabela 2, pode-se observar valores de concentração de umidade relativa do ar mais elevado na área com arborização, comparando com a área não arborizada.

A arborização tem conotação decisiva para minimizar os efeitos climáticos reduzindo assim a temperatura do ar através do controle de exposição à radiação solar e a umidade

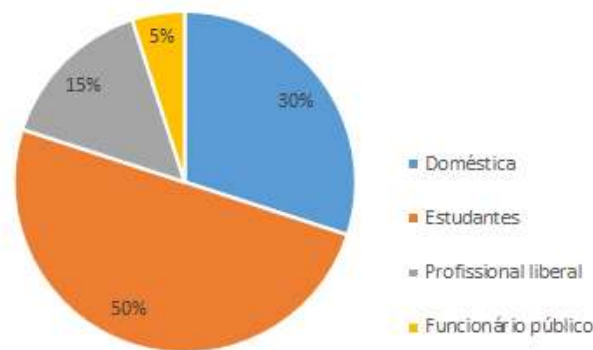
liberada pelas plantas (OLIVEIRA et al. 2013). Os pontos analisados sem a arborização apresentaram alto índice de luminosidade e de radiação solar com superfícies aquecidas a maior parte do dia, aumentando as ilhas de calor. Com a arborização, uma pequena parte dessa radiação é absorvida pelas folhas transformada em calor pela evapotranspiração, que faz o resfriamento das plantas e do ar em seu perímetro, o restante se reflete (LABAKI, 2011). Dessa forma, os nossos resultados confirmam que a arborização influencia no conforto térmico local em áreas urbanizadas.

### Percepção ambiental sobre o conforto térmico local

A partir da amostra da população entrevistada, observa-se uma proporção maior de indivíduos do gênero feminino (62,5 %) em relação ao gênero masculino (37,5 %). Quanto à atividade ocupacional dos entrevistados, as informações estão agrupadas conforme o

gráfico abaixo (Figura 3). Deste modo o tipo de atividade dos entrevistados mais registrada na pesquisa de estudantes, com 50 % das ocorrências totais, entretanto foi observado uma porcentagem de 30 % para a categoria doméstica, 15 % representado por profissional liberal e 5 % de funcionário público.

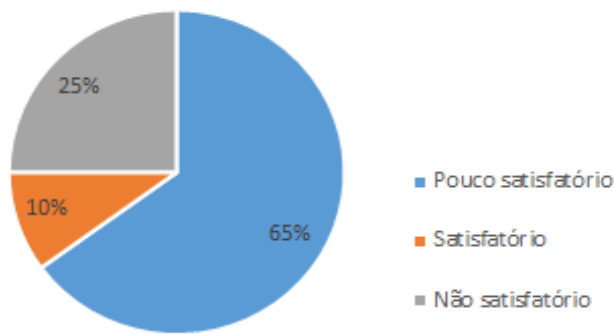
**Figura 3** – Atividade ocupacional dos entrevistados



De acordo com os entrevistados, a maioria considera a arborização existente no local pouco satisfatória (65%) ou não satisfatória (35%), enquanto que apenas 10% considera satisfatório e nenhum

considera muito satisfatório (Figura 6). Observa-se que a maioria da população tem conceito desfavorável do nível de arborização da cidade, visto que consideram que o bairro deveria ser mais arborizado.

**Figura 4** – Satisfação dos moradores em relação à arborização local.



Esses dados diferem daqueles encontrados por Novais et al. (2017) no município de Santa Helena – Paraíba, onde os moradores acreditam que a cidade seja razoavelmente arborizada. Segundo Arruda et al. (2013), a Sociedade Brasileira de Arborização Urbana recomenda que o mínimo de área verde para assegurar a qualidade de vida é de 15m<sup>2</sup> ou aproximadamente 1,25 árvore por habitante. É provável que essa insatisfação observada seja resultado de poucas políticas públicas ambientais que tragam melhorias em arborização, educação ambiental e atividades ligadas ao meio ambiente para a população.

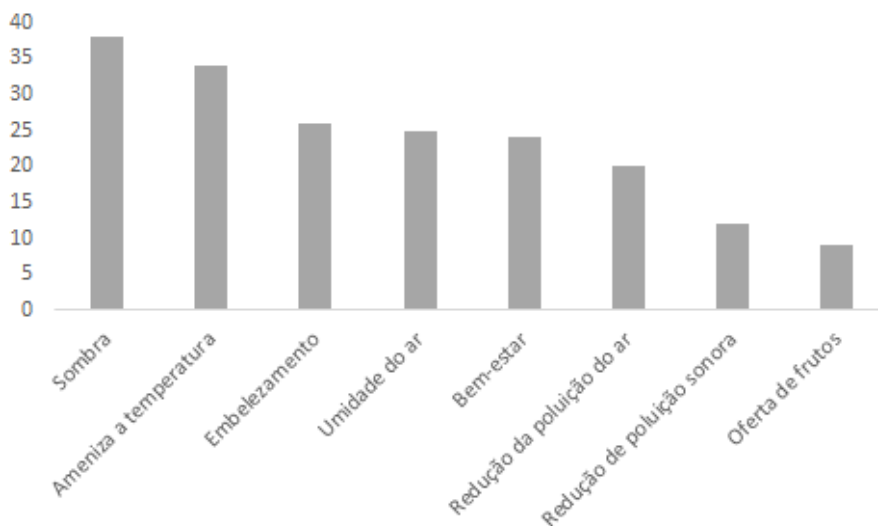
Em relação aos benefícios da arborização urbana, a vantagem mencionada pela maioria dos entrevistados foi a sombra proporcionada pelas árvores (95 %), seguida por amenizar a temperatura (85 %), embelezamento (65 %), umidade do

ar (62,5 %), bem-estar (60 %), redução da poluição do ar (50 %), redução da poluição sonora (30%) e oferta de frutos (22,5%).

A sombra também foi citada como maior benefício das árvores para a população no trabalho de Novais et al. (2017), onde foi encontrado que o benefício mais mencionado foi a sombra proporcionada pelas árvores com 86% das respostas, seguido por embelezamento (31%), preservação da biodiversidade (28%), redução da poluição (28%) e da redução do impacto da chuva (12%). Esses resultados assemelham-se aos encontrados por Lacerda et al. (2010) em São José das Piranhas-PB e por Malavasi e Malavasi (2001) no município de Marechal Cândido Rondon-PR, onde o sombreamento foi apontado pelos entrevistados como a principal vantagem proporcionada pela arborização urbana.



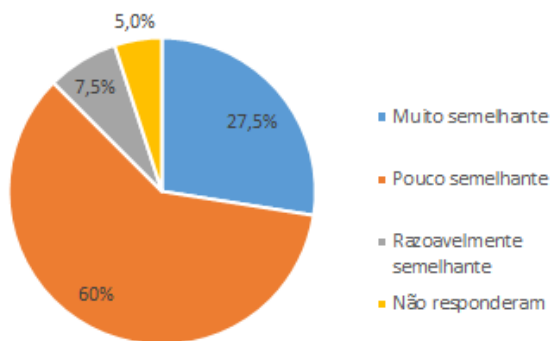
**Figura 5** - Quanto aos benefícios da arborização para a população.



A vegetação é capaz de minimizar os efeitos do calor, proporcionando uma sensação de conforto térmico às pessoas (MARTINI et al., 2015). Segundo Almeida e Rondon Neto (2010), as sombras das árvores beneficiam tanto os pedestres como os automóveis estacionados nas ruas, diminuindo a temperatura interna. No caso das cidades localizadas na região semiárida do Brasil, como Fortaleza, devido às altas temperaturas, é importante que sejam criadas alternativas de redução da temperatura e de conforto térmico principalmente durante o dia e ainda mais em ruas asfaltadas.

De acordo com a Figura 6, 60 % da população afirma que as árvores são diferentes das árvores de caatinga (pouco semelhante), seguidos por muito semelhante (27,5 %), razoavelmente semelhante (7,5 %) e não semelhante e não responderam (5%). Essa confusão se dá pelo fato de poucas árvores nativas da caatinga serem realmente usadas como opções para paisagismo, onde se prevalece mais árvores de mata de tabuleiro (bioma atlântico) ou exóticas. No entanto, o Estado do Ceará, está quase completamente inserido no domínio fitogeográfico da Caatinga (MORO et al. 2015).

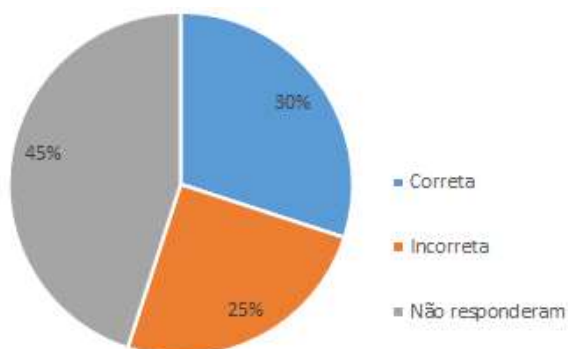
**Figura 6** - Sobre a percepção da afinidade da arborização com a caatinga.



Quanto à avaliação das podas constata-se que 30% aprovam, ou seja, dizem ser correta, enquanto que 25% dizem ser incorreta, ou seja, não aprovam (Figura 7). Vale ressaltar que quase metade dos entrevistados não

responderam (45%). Esses demonstram o desconhecimento da população e a falta de políticas públicas municipais ou estaduais que permitam a difusão desse entendimento.

**Figura 7** – Percepção da população em relação às podas.



Quando questionados sobre as avaliações negativas da arborização urbana (Figura 8), os entrevistados mencionaram sujeira nas calçadas e atrapalha trânsito de pessoas (27,5 %), estrago nas ruas e calçadas (35 %), problema de encanamentos (37,5 %), atrapalha sinalização de trânsito (42,5),

conflito com rede elétrica (45 %) e interferência na iluminação pública noturna (62,5 %). Nota-se que a população também encontra prejuízos da arborização em áreas urbanas. Resultados semelhantes foram encontrados por Novais et al. (2017), onde foram elencadas menos categorias,

como: problemas nas redes elétricas e telefônicas (57%) e a sujeira de ruas e calçadas (35%), seguidas da redução da

iluminação pública (7%) e problemas nas calçadas (6%).

**Figura 8** - Avaliação sobre as citações negativas da arborização.



A localização de indivíduos arbóreos em conflito com estruturas urbanas vem sendo bastante discutida e é a principal responsável pelos principais problemas encontrados no planejamento e gestão da arborização de vias públicas, podendo gerar até mesmo interrupção no fornecimento de água e contaminação do solo (MAYER; OLIVEIRA FILHO; BOBROWSKI, 2015).

A maioria desses problemas observados ocorrem por falta de material e orientação técnica desde a seleção das espécies para arborização, como do cuidado com plantio e manejo, uma vez

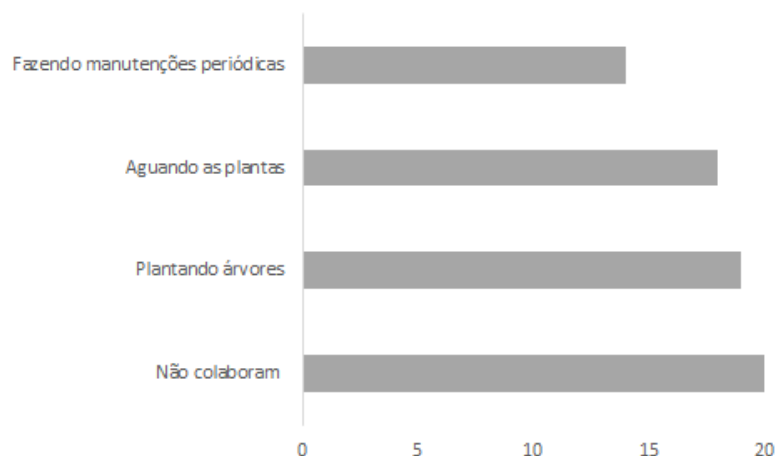
que as árvores foram introduzidas pelos próprios moradores em suas calçadas, visando principalmente sombra. Isso induz os moradores a propagarem o plantio só de algumas espécies que apresentam características desejáveis como o rápido crescimento, raízes profundas, folhagem que admite poda, floração vistosa, entre outras. A falta de conhecimento das recomendações técnicas e da legislação urbana por grande parte da população leva ao plantio indiscriminado de espécies impróprias, levando ao conflito dessas

espécies com a infraestrutura da cidade (PARRY et al., 2012).

Quanto à forma de colaboração dos entrevistados com a arborização, a metade dos entrevistados não colabora (50%). No entanto, a outra metade colabora plantando árvores (47,5%), aguçando as plantas (45%) e fazendo

manutenções periódicas (35%) (Figura 9). Zem e Biondi (2014) afirmam que o processo arborização urbana vem sendo cada vez mais renegado, devido à falta de envolvimento da população nas fases de plantio e manutenção, e principalmente com o mau planejamento dos gestores.

**Figura 9** - Formas de colaboração dos entrevistados com a arborização



Sobre a possibilidade de contribuir financeiramente com a manutenção da arborização, 45% não contribuiria, pois acham que isto é atribuição do poder público, 35% não responderam e 20% contribuiria com um valor de R\$1,00 até 10,00. Enquanto que nenhum dos entrevistados colaboraria com valores acima de R\$ 10,00.

Silva et al. (2014), avaliaram a percepção da população sobre a

arborização em Rio Branco-MG e constataram que 78% das pessoas atribuem à prefeitura a responsabilidade sobre seu manejo e em menor proporção à população. Por outro lado, Lacerda et al. (2010) reportaram que 46,4% dos moradores de São José de Piranhas-PB dizem ser responsáveis pela arborização da cidade e 60,8% indicaram a prefeitura como órgão responsável para o encaminhamento de reclamações.

Contudo, no presente estudo há uma contradição entre os entrevistados, no momento em que a maioria se diz responsável pela arborização urbana e atribui à prefeitura o trabalho de resolver os problemas que envolvem a prática.

Malavasi e Malavasi (2001) ressaltam que é dever das prefeituras municipais executarem e conservarem a arborização de suas cidades ou regiões metropolitanas. Os nossos resultados refletem a necessidade de a gestão municipal trabalhar esse tema junto à comunidade e introduzir programas de gestão, já que a qualidade do ambiente vai influenciar na saúde e qualidade de vida dos munícipes.

### **Considerações finais**

As variáveis de temperatura e umidade do ar no bairro Jardim Iracema em Fortaleza, Ceará são diretamente influenciadas pelo grau de arborização do local, principalmente no período da tarde, onde a intensidade de raios solares é maior. Nos pontos sem arborização, há uma elevação da amplitude térmica com redução da umidade do ar, facilitando o surgimento de ilhas de calor. Portanto, entende-se que a arborização é um fator de

importância relevante quando se trata de conforto térmico.

A maioria dos habitantes do bairro se mostrou bastante consciente da importância da arborização urbana, destacando os diversos serviços ecossistêmicos que as árvores proporcionam, sendo a sombra o benefício mais comentado. Já o conflito com rede elétrica/telefonía e problemas de sinalização foram os problemas mais mencionados.

Embora a população cobre uma demanda por uma política pública de arborização no local, eles não participam ativamente dos cuidados necessários às árvores do bairro. No entanto, isso se dá pela falta de atividades de cunho técnico, palestras e conhecimento da população em geral, uma vez que não sabem identificar os verdadeiros responsáveis pelo manejo e pelo atendimento frente a reclamações por danos e/ou problemas

Entende-se que a existência da arborização no ambiente urbano tem conotação positiva na possibilidade de contribuir para amenização do microclima urbano, dessa forma é importante que os órgãos públicos criem estratégias objetivando sensibilizar a população sobre a importância da arborização e sua manutenção. Essas

estratégias devem focar a educação ambiental, denotando a importância do respeito à arborização urbana para contribuir com o conforto térmico, especialmente em cidades urbanizadas do semiárido brasileiro que são frequentemente expostas à intensa radiação solar com formação de ilhas de calor.

### Referências

- ALMEIDA, D. N.; RONDON NETO, R. M. Análise da arborização urbana de duas cidades da região norte do Estado de Mato Grosso. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 899-906, 2010.
- AMORIM, M. C. C. T. A. **Produção do Clima Urbano em Ambiente Tropical: O Exemplo de Presidente Prudente/SP**. Revista Geonorte, São Paulo, v.2, n.5, p.52–64, 2012.
- ARRUDA, L. E. V.; SILVEIRA, P. R. S.; VALE, H. S. M.; SILVA, P. C. M. Índice de área verde e de cobertura vegetal no perímetro urbano central do município de Mossoró – RN. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.8, n. 2, p. 13-17, 2013.
- BECKETT, K. P.; FREER-SMITH, P. H.; TAYLOR, G. **Particulate pollution capture by urban trees: effect of species and windspeed**. **Global Change Biology**, [s.l.], v. 6, n. 8, p.995-1003, dez. 2000. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2486.2000.00376.x>
- D'AMATO G, VITALE C, LANZA M, MOLINO A, D'AMATO M. Climate change, air pollution, and allergic respiratory diseases: an update. **Curr Opin Allergy Clin Immunol**. v.16: p. 434-40. 2016.
- FREER-SMITH, P.h.; BECKETT, K.p.; TAYLOR, Gail. Deposition velocities to *Sorbus aria*, *Acer campestre*, *Populus deltoides* × *trichocarpa* 'Beaupré', *Pinus nigra* and × *Cupressocyparissleylandii* for coarse, fine and ultra-fine particles in the urban environment. **Environmental Pollution**, [s.l.], v. 133, n. 1, p.157-167, jan. 2005.
- GARTLAND, Lisa. **Ilhas de Calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. Tradução: Silvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 248p.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- JIM C.Y, CHEN W.Y. **Diversity and distribution of landscape trees in the compact Asian city of Taipei**. **Applied Geography** 2009; 29(4): 577-587. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2009.01.002>>.

LABAKI, L. C. et al. **Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos**. Fórum Patrimônio, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 23-42, 2011

LACERDA, N. P.; SOUTO, P. C.; DIAS, R. S.; SOUTO, L. S.; SOUTO, J. S. Percepção dos residentes sobre a arborização da cidade de São José de Piranhas - PB. **Revista de Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 5, n. 4, p. 81-95, 2010.

MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. Avaliação da Arborização Urbana pelos residentes - Estudo de Caso. **Revista Ciência e Floresta**, Santa Maria, v.11, n.1, p.189-193, 2001.

MARTINI, A. A influência da floresta urbana no microclima. In: BIONDI, D. (Ed.). **Floresta urbana**. Curitiba: Imprensa UFPR, p. 125-152, 2015.

MAYER, C.L.D.; OLIVEIRA FILHO, P.C.; BOBROWSKI, R. Análise espacial de conflitos da arborização de vias públicas: caso Irati, Paraná. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 1, p. 11 - 20, 2015.

MORO, M.F.; MACEDO, M.B.; MOURA-FÉ, M.M.; CASTRO, A.S.; COSTA, R.C. Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística

do estado do Ceará. **Rodriguésia** v.66, n.1, p. 717-743. 2015.

NOVAIS, D. B.; SOUTO, P. C.; BARROSO, R. F.; CAMOÑO, J. D. Z.; FERREIRA, V. S. G. Arborização na cidade de Santa Helena na Paraíba: A percepção dos seus munícipes. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 12, n. 1, p. 31-45, 2017.

OLIVEIRA, M. M.; ALVES, W. S. A influência da vegetação no clima urbano de cidades pequenas: um estudo sobre as praças públicas de Iporá-GO. **Revista Territorial** - Goiás, v. 2, n. 2, p. 61-77, jul./dez. 2013.

PARRY, M. M.; SILVA, M. M.; SENA, I. S.; OLIVEIRA, F. P. M. Composição florística da arborização da cidade de Altamira, Pará. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba - SP, v.7, n.1, p. 143-158, 2012.

SILVA, R. V.; REGO, A. M. T.; COSTA, T. S.; SILVA, D. G.; TOSTES, R. B. Percepção ambiental dos moradores de Rio Branco - MG, em relação à arborização urbana. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 9, n. 3, p. 108-121, 2014.

VOLPE-FILIK, A.; SILVA, L. F.; LIMA, A. M. L. P. Avaliação da



arborização de ruas do bairro São Dimas na cidade de Piracicaba/SP através de parâmetros qualitativos. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.2, n.1, p.1-10, 2007.

ZEM, L. M.; BIOND, D. Análise da percepção da população em relação ao vandalismo na arborização viária de Curitiba - PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 9, n. 3, p. 86-107, 2014

## ANÁLISE DAS PROPRIEDADES TENSOATIVAS DO ZIZIPHUS JOAZEIRO MART. E SEUS EFEITOS FÍSICOS E MECÂNICOS SOB ARGAMASSA DE CIMENTO PORTLAND

Leonardo de Souza Dias<sup>1</sup>

Cledualdo Soares de Oliveira<sup>2</sup>

Robson Arruda dos Santos<sup>3</sup>

**Abstract:** Surfactants are products widely used in many segments of the industry and because they exhibit many properties they can intensify or improve some properties of the products in which they are used. Natural surfactants are obtained by isolating material of animal or vegetable origin without undergoing chemical changes in its structure. An example of a natural surfactant is that obtained from the Juá husk. Considering the relevance of Juá for obtaining natural surfactants, this work will analyze the effects on physical and mechanical properties that the incorporation, in different proportions, of the powder additive produced from the husk of the trunk of Zizyphus Joazeiro Mart. can offer Portland cement mortar CP-II - Z. The study was carried out at the IFPB - Campus Cajazeiras facilities. Tests were carried out that seek to evaluate the

surfactant properties provided by Zizyphus Joazeiro Mart. and its physical and mechanical effects in the mortar. The production of Portland cement mortar combined with the “husk” additive of Zizyphus Joazeiro may be able to result in structures with optimized physical and mechanical characteristics, especially with regard to the consumption of water in the mixture of water, aggregate and binder, in workability and mechanical resistance, consequences resulting from the surfactant properties inherent in the studied composite.

**Keywords:** Zizyphus Joazeiro; Mortar; surfactant; Construction.

### 1. Introdução

O mercado de tensoativos tem passado por grandes alterações nas

---

<sup>1</sup> Mestrando em Engenharia Civil – UFRN, Email: leonardodias\_pb@hotmail.com.

<sup>2,3</sup> IFPB – Campus Cajazeiras, cledualdo.oliveira@ifpb.edu.br; robson.santos@ifpb.edu.br.

últimas décadas. O mesmo teve início por volta dos anos de 1940 produzindo principalmente os sais de ácidos graxos (sabões) por meio de técnicas agressivas ao meio ambiente. Desde então, o setor vem diversificando suas formulas e estendendo a aplicabilidade de seus produtos, o que tornou esse tipo de aditivo um insumo indispensável nos diversos segmentos industriais (DALTIM, 2011).

Os tensoativos são compostos que apresentam comportamento anfifílico, possuindo em sua estrutura uma região hidrofílica e outra hidrofóbica. A parte hidrofóbica, e portanto apolar sendo incapaz de formar polos de concentração de cargas eletrostáticas, é geralmente formada de uma cadeia carbônica, podendo ser linear, ramificada ou com partes cíclicas. Já a porção hidrofílica é constituída por alguns átomos com polaridade negativa ou positiva. Essa região polar possibilita a solubilidade do composto em água, desencadeada pela atração eletrostática entre ambas (DALTIM, 2011; ROSA et al., 2012).

Uma importante consequência da estrutura anfifílica dos tensoativos diz respeito a redução da tensão superficial ou interfacial das superfícies de líquidos

envolvidos com gases, sólidos ou outros líquidos. Essa tensão, equivalente a energia livre superficial, é decorrente da atuação distinta das forças de coesão entre as moléculas da superfície e do interior de um líquido. O aditivo atua no equilíbrio dessas grandezas, se difundindo pela mistura e se concentra na superfície, fazendo com que as tensões diminuam. Essas alterações são cruciais na melhora da molhabilidade e adsorção de líquidos em sólidos, característica explorada principalmente pelas indústrias farmacêuticas e da construção civil (VALENÇA, 2012).

O joazeiro (*Ziziphus Joazeiro* Mart., da ordem Rhamnales e família Rhamnaceae), popularmente conhecida como juá, juazeiro, laranja de vaqueiro, entre outras, é uma planta endêmica e perenifolia bastante difundida no nordeste brasileiro, com intensa frequência no bioma caatinga. A mesma possui porte médio, presença de espinhos e pequenos frutos globosos e amarelos. Seu caule é recoberto por uma casca de coloração cinza escura e com uma baixa concentração de células mortas (DANTAS et al., 2014).

No que diz respeito a sua composição química, o *Ziziphus Joazeiro* Mart. apresenta estearato de

glicerila, os triterpenóides ácido betulíco e lupeol, o alcaloide amfibina-D, além de saponinas presentes em maiores concentrações comparada as demais. Esse último composto é caracterizado por possuir propriedades tensoativas, reduzindo a tensão superficial de líquidos e agindo como emulsificantes (NASCIMENTO et al, 2016).

Alguns estudos evidenciam essas características surfactantes do *Ziziphus Joazeiro*. Higuchi (et al., 1984) e Schuhly (et al., 2000) apresentam em seus resultados uma concentração de 2 a 10% no teor de saponinas, avaliadas na utilização do material em formulações de detergentes e fitoterápicos. Ribeiro (2012), identificou nas saponinas do juá uma capacidade de redução da tensão superficial de 35mN/m e um índice de emulsificação com desempenho de até 50% maior que outras fontes vegetais. Fator também observado no estudo de Pozza (et al, 2017), com enfoque na utilização farmacêutica.

No setor da construção civil os tensoativos possuem diversas aplicações. No que concerne a produção de concreto, esses aditivos atuam potencializando a propriedade de lubrificação da água, o que permite uma redução no seu consumo em quantidades

quase estequiométricas para a reação de cristalização com cimento. Garantindo a trabalhabilidade dos componentes cimentícios e o aumento da resistência desses, decorrente da redução de excesso do líquido e consequentemente dos espaços vazios deixados por pelos mesmos (DALVIN, 2011).

Nesse sentido o estudo objetivou avaliar as possibilidades da utilização da casca do Juá (*Ziziphus Joazeiro* Mart.) como tensoativo na produção de concreto de cimento Portland CP-II -Z, sendo verificada as propriedades surfactantes que esse aditivo oferece, uma vez que o mesmo é rico em saponinas uma substância natural utilizada como tensoativo na indústria farmoquímica, e quais efeitos físicos e mecânicos pode propiciar ao produto cimentício. Podendo apresentar-se como uma possível ferramenta de baixo custo e de grande disponibilidade regional capaz de substituir materiais menos nocivos emitidos no meio ambiente.

Sendo assim, o problema norteador da pesquisa se apresenta na seguinte pergunta: “Quais propriedades tensoativas o aditivo produzido com casca do Juá (*Ziziphus Joazeiro* Mart.) pode oferecer e quais efeitos físicos e mecânicos a incorporação deste

composto é capaz de propiciar ao compósito cimentício (argamassa de cimento Portland CP-II - Z)?"

## 2. Materiais e métodos

Trata-se de um estudo experimental de natureza aplicada e com uma abordagem quantitativa, estabelecendo de forma sistematizada uma série de procedimentos que auxiliem no desenvolvimento de informações acerca da utilização do material alternativo estudado, além de sintetizar e analisar esses dados para desenvolver uma explicação mais abrangente do fenômeno em questão (LAKATOS; MARCONI, 2001). Do ponto de vista dos procedimentos práticos a investigação se encaminhou como descrito a seguir.

### 2.1 Levantamento teórico e conceitual

Na primeira fase do estudo foi realizado o processo de levantamento de teórico por meio do Portal de periódicos da CAPES, sendo criado um banco de dados utilizado como fonte de informações teóricas e fomento as atividades da pesquisa. Permitindo que dados da literatura científica sejam sumarizados e conclusões possam ser

estabelecidas com a finalidade de formular explicações mais abrangentes do fenômeno estudada a partir de diferentes abordagens metodológicas.

### 2.2 Processos experimentais

#### 2.2.1 Caracterização do local de estudo e coleta do material

O estudo foi desenvolvido nas instalações do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Cajazeiras, sendo os procedimentos experimentais realizados no Laboratórios de Geotecnia e de Materiais de Construção e Técnicas Construtivas e no Laboratório de Química da referida instituição

## 3. Materiais e métodos

Trata-se de um estudo experimental de natureza aplicada e com uma abordagem quantitativa, estabelecendo de forma sistematizada uma série de procedimentos que auxiliem no desenvolvimento de informações acerca da utilização do material alternativo estudado, além de sintetizar e analisar esses dados para desenvolver uma explicação mais abrangente do fenômeno em questão (LAKATOS; MARCONI, 2001). Do

ponto de vista dos procedimentos práticos a investigação se encaminhou como descrito a seguir.

## 2.1 Levantamento teórico e conceitual

Na primeira fase do estudo foi realizado o processo de levantamento de teórico por meio do Portal de periódicos da CAPES, sendo criado um banco de dados utilizado como fonte de informações teóricas e fomento as atividades da pesquisa. Permitindo que dados da literatura científica sejam sumarizados e conclusões possam ser estabelecidas com a finalidade de formular explicações mais abrangentes

do fenômeno estudada a partir de diferentes abordagens metodológicas.

## 2.2 Processos experimentais

### 2.2.1 Caracterização do local de estudo e coleta do material

O estudo foi desenvolvido nas instalações do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Cajazeiras, sendo os procedimentos experimentais realizados no Laboratórios de Geotecnia e de Materiais de Construção e Técnicas Construtivas e no Laboratório de Química da referida instituição.



(a)



(b)

Figura 1: a) Separação das amostras; b) moagem das amostras. Fonte: Acervo do autor, 2019.

O material analisado foi coletado diretamente das espécies em vida de *Ziziphus Joazeiro*, estando essas localizadas no Sítio Serragem, zona rural do município de Cajazeiras-PB. O mesmo foi retirado por meio de raspagem com auxílio de um canivete limpo a 130cm do nível do solo, sendo posteriormente armazenado em backer isolados devidamente rotulados, como mostra Figura 1, e previamente borrifado em seu interior álcool 96° para evitar a aparição de fungos (WIGGERS; STANGE, 2008).

#### 2.2.2 Obtenção do Pó da casca de *Ziziphus Joazeiro*

A obtenção do pó deu-se por meio do processo de trituração das amostras coletas, essas inicialmente pesadas em balança analítica de precisão. Em seguida as raspas das cascas foram dispostas em bandejas e passarão por desidratação em estufa à 105° por aproximadamente 36 horas (COSTA, 2014).

Após retiradas da estufa as amostras foram levadas a uma bancada

até que atinjam temperatura ambiente, para que então, fossem trituradas com auxílio de almofariz. Em seguida o pó foi peneirado em utensílio de abertura 600 µm, o resíduo não passante repetiu o processo de trituração até que dois terços ou mais do material tenha a passado pela peneira. Por fim a massa resultante foi pesado e logo após armazenada em recipientes com tampa devidamente rotulados (COSTA, 2014).

#### 2.2.3 Teor de umidade do pó da casca de *Ziziphus Joazeiro*

O teor de umidade do pó em estudo foi determinado segundo os procedimentos da norma ABNT NBR 11117:2016. Após o processo de desidratação, já supracitado, o material foi pesado em balança analítica de precisão para obtenção da sua massa seca (Ms) Em seguida, a amostra foi exposta ao ar, sendo esta massa seca ao ar (Msa), e seu valor será calculado conforme descrito em norma. Além disso foi utilizado também a balança de determinação de umidade, como mostrado na Figura 2.





Figura 2: Determinação do teor de umidade por balança. Fonte: Acervo do autor, 2019.

#### 2.2.4 Absorção de água

A razão da absorção de água do aditivo deu-se inicialmente pela obtenção de sua massa seca ( $M_s$ ), essa foi obtida por secagem em estufa seguindo os procedimentos citados anteriormente. Logo após, esse material foi mergulhado em água e posteriormente retirado excesso do líquido com auxílio de lenços absorventes, observando essa a massa ( $M_{ht}$ ), em períodos de tempo de 5, 30, 60 e 120 minutos (SOTO, 2015).

A absorção de água foi calculada pela seguinte equação (1):

$$A = \frac{M_{ht} - M_s}{M_s} \times 100 \quad (1)$$

Sabendo que:

A: Absorção de água em porcentagem;  
 $M_{ht}$ : Massa úmida do pó em um determinado tempo t, em gramas;

$M_s$ : Massa seca do pó após 24 horas na estufa, em gramas.

#### 2.2.5 Caracterização do agregado miúdo e aglomerante

A caracterização do agregado miúdo foi realizada de acordo com a ABNT NBR NM 248: 2003 determinação da composição granulométrica. No concerne o aglomerante, foi utilizada a caracterização fornecida pelo fabricante.

#### 2.3 Ensaio destrutivos e não destrutivos de argamassa

Inicialmente o estudo se propôs a avaliar o efeito do aditivo em concreto, no entanto devido a quantidade de material coletado e as características do tensoativo, resolveu-se analisar sua ação

em argamassa, sendo que sua dosagem empregada no estudo baseou-se na proporção 1: 3: 0,5 na ordem cimento, areia e relação água-cimento, sendo esses medidos em massa.

No que se refere à porcentagem do aditivo na forma de pó, foram utilizados como referências os valores de 0; 0,6; 0,8 e 1,0% em relação a massa dos materiais secos (BONATO et. al, 2014).

### 2.3.1 Ensaios destrutivos e não destrutivos

- Índice de consistência

A consistência das argamassas foi determinada conforme a ABNT NBR 13276:2016, submetendo a mistura a quedas contínuas e posteriormente medindo-se o diâmetro formado, sendo realizada duas medições em posições que as deixassem perpendiculares, sendo o valor final a média entre os resultados averiguados. Os testes foram realizados três repetições para cada traço distinto (0;0,6;0,8 e 1,0%).

- Absorção de água por capilaridade

O teste foi desenvolvido seguindo os passos expressos na norma ABNT NBR 9779: 2012. Os ensaios foram realizados com o mesmo número de repetições já citadas. Os corpos de prova testados foram produzidos segundo a ABNT NBR 7215: 1997. Os mesmo uma vez levados a estufa foram submetidos a lamina d'água e permaneceram em intervalos de tempo determinados em norma. A se tratar de argamassa foram utilizados os intervalos de acordo com a ABNT NBR 15259:2005, mais especificamente nos instantes de 10min e 90min, logo após essa etapa os corpos foram rompidos por compressão diametral e se registrou o comportamento da linha de água absorvida pela peça.

Resistência à compressão axial e a tração por compressão diametral.

Tabela 1: Caracterização do agregado.

Valores	Massa específica do agregado seco (g/cm <sup>3</sup> )	Massa específica do agregado saturado superfície seca (g/cm <sup>3</sup> )	Massa Específica (g/cm <sup>3</sup> )
Média	2,30	2,33	2,38

Os ensaios de resistência a compressão e a tração por compressão diametral foral executados de acordo com as normas ABNT NBR 13279: 2005 e ABNT NBR 7222:2011, respectivamente. Neste teste os corpos de provas foram moldados e submetidos a cura conforme descrito anteriormente e nas idades de 7, 14, 21 e 28 dias foram submetidos à ruptura.

A resistência à compressão será obtida pela equação:

$$R_c = \frac{F_c}{A}$$

$R_c$  : Resistência à compressão;

$F_c$  : Corresponde à carga aplicada;

$A$  : Área da secção quadrada do dispositivo de carga.

#### 4. Resultados e discussão

##### 4.1 Caracterização dos materiais

A partir dos testes experimentais feitos foi possível obter as suas características físicas, como teor de umidade e absorção de água do pó, como também as características do agregado, conforme é apresentado na Tabela 1.

Quanto a caracterização granulométrica do agregado, os resultados são apresentados na Figura 3, abaixo.

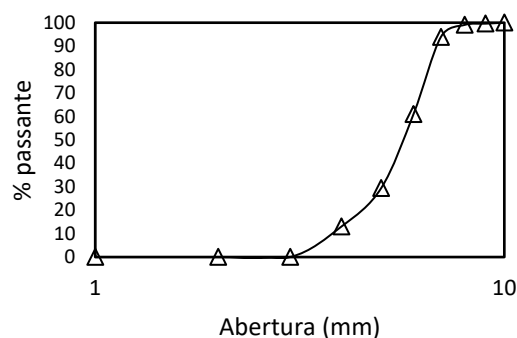


Figura 3: Granulometria do agregado.

Quanto ao teor médio de umidade do pó do Ziziphus Joazeiro obtido foi de 6,33%, considerado relativamente baixo, mesmo para material pulverulento,

podendo ter acontecido em decorrência do confinamento em laboratório durante os ensaios. O baixo percentual de umidade obtido é essencial para

aplicação em um produto de durabilidade prolongada, como é o caso de compostos cimentícios (Salazar, 2005).

No que concerne a absorção de água, observou-se uma absorção média de 162,36%, como apresentado, após 168 horas imersas em água. Tal fato se deve em grande parte as características morfológicas do material como a presença de lacunas e os lumens, visto

que esses causam grande incidência de poros permeáveis nas fibras.

### 3.2 Caracterização dos compósitos

#### 3.2.1 Consistência

Os dados obtidos para consistência da matriz cimentícia, acrescida com diferentes teores de *Ziziphus Joazeirojã* citados, são apresentados na Figura 4.

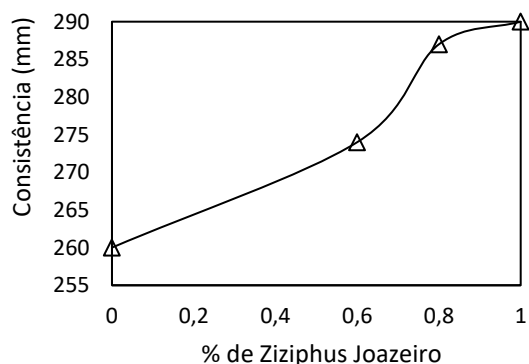


Figura 4: Consistência da argamassa.

De acordo com os dados apresentados é possível perceber que o acréscimo do material é diretamente proporcional ao aumento do diâmetro decorrente da queda pela mesa flow table, medida essa correspondente a fluidez obtida pela mistura.

A característica de incorporação de microbolhas de ar na argamassa é uma

das principais causas para esse comportamento, sendo o tensoativo o maior contribuinte devido as propriedades superficiais inatas e pós-processo formação de espuma. Isso faz com que a fluidez da pasta seja maior proporcionando um espalhamento mais significativo à medida que se faz o

aumento do pó com base no Ziziphus Joazeiro.

### 3.2.2 Resistência à compressão

Os dados referentes a resistência a compressão, em que os corpos de prova

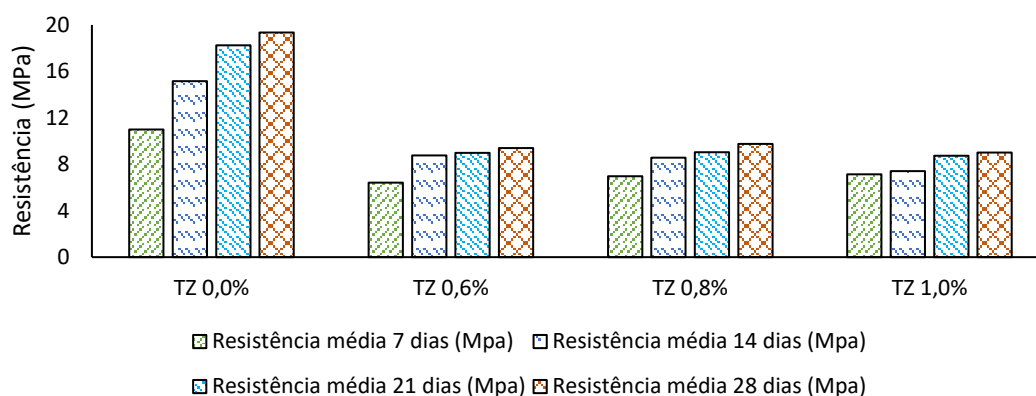


Figura 5: Resistência à compressão das argamassas.

Conforme apresentado na Figura 5, foi possível observar que os corpos de prova com adição apresentaram diminuição da resistência a compressão quando comparados aos que foram moldados sem a presença aditivo. Vale destacar que a concentração do aditivo na matriz cimentícia influencia diretamente a redução da resistência a compressão. Como é o caso da porcentagem de 1,0%, que apresentou o menor desempenho entre as demais.

Entre as possíveis motivações podemos destacar também a propriedade de incorporar ar na argamassa dando

foram submetidos a um carregamento axial, são apresentados na Figura 5 abaixo, correlacionando o tempo de cura de 7, 14, 21 e 28 dias e teor de Ziziphus Joazeiro adicionado (0%, 0,6%, 0,8% e 1%).

abertura para uma maior porosidade da peça em seu estado endurecido, o que provocará pontos de fragilidade, suscetíveis ao rompimento quando submetidos a solicitação do tipo compressão.

### 3.2.3 Absorção de água por capilaridade

Observando os resultados obtidos no ensaio de absorção de água por capilaridade, apresentados na Tabela 2 abaixo, é possível notar um significativo aumento nos valores dos corpos de prova com Ziziphus . Como acontece na amostra de 0,0% de adição, apresentando

um índice médio de absorção nos primeiros 10 minutos de aproximadamente 11%, já quando comparado a amostra com 0,8% de aditivo temos um valor aproximado de

19,14%. Esse comportamento pode indicar que o aditivo agiu na inserção de poros permeáveis da mistura, proporcionando uma maior absorção.

Tabela 2: Resultados da absorção por capilaridade.

Teor de Fibra	C10min	C90min
TZ00%	0,1095	0,2571
TZ0,6%	0,1802	0,3567
TZ0,8%	0,1914	0,3598
TZ1,0%	0,1067	0,3302

Quando analisados os índices de absorção nos corpos de prova nos instantes iniciais, nota-se que eles apresentam altos valores, diferentes com o decorrer do tempo, estabilizando-se até chegar a sua saturação. Condizendo com os valores de absorção presentes na Tabela 2, que apresentam pouca variação, as linhas de absorção de corpos com ou sem fibras se comportam de maneira bastante similar.

## 5. Conclusão

Mesmo com a redução da resistência à compressão axial nos compostos com a adição é válido destacar o significativo ganho de desempenho a níveis de consistência, o que torna as argamassas com adição vegetal mais eficientes quando

comparadas às argamassas de referência, possuindo assim um potencial de aplicação em matrizes cimentícias que necessitam tal característica.

É importante ressaltar que mesmo o aditivo sendo um material de propriedade hidrocópica, a absorção apresenta comportamentos semelhantes nos corpos de prova estudados, sejam eles adicionados ou não do material. Além disso é possível notar que o acréscimo da quantidade desse na matriz cimentícia, aumenta proporcionalmente o diâmetro da circunferência da mistura, essa característica leva a perceber que o consumo de água estabelecido pode ser reduzindo sem perdas nas características de consistência da argamassa.

Tendo em vista a utilização de material de origem orgânica, sua posterior aplicação em um compósito

cimentício que requer durabilidade prolongada, é fundamental uma análise referente a biodegradação do aditivo neste meio, visto que o meio alcalino presente nos compósitos cimentícios pode acelerar o processo, devido principalmente a migração do hidróxido de cálcio.

### Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM248: Agregados: determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_.NBR 11117: Insumos Tanante: Determinação do teor de umidade indireta. Rio de Janeiro, 2016.

\_\_\_\_\_.NBR 9779: Argamassa e concreto endurecidos: Determinação da absorção de água por capilaridade. Rio de Janeiro, 2012.

\_\_\_\_\_.NBR NM 67: Concreto- Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

\_\_\_\_\_.NBR 5738: Versão corrigida. Concreto- Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2016

\_\_\_\_\_.NBR 5739: Concreto- Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.

BONATO, M. M. et al. Argamassas fotocatalíticas e concretos com adição de fibras de coco e sisal para a redução de impactos ambientais de gases poluentes. Rev. Cerâmica, São Paulo, v.60, n.356, p.537-545, 2014.

BUSETTO, R. T. Resistência à compressão do concreto: Análise da variabilidade em corpos de prova moldados em obra situada em Porto Alegre. 2013, 68 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

COSTA, A. C. S. S. Utilização de aditivos à base de cacto em argamassa de cimento Portland. 2014, 52 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró, 2014.

DALTIN, D. Tensoativos: química, propriedades e aplicações. São Paulo: Blucher, 2011.

DANTAS, F., et al. Ziziphus joazeiro Mart. - Rhamnaceae: características biogeoquímicas e importância no bioma Caatinga. Rev. Principia - Divulgação



Científica e Tecnológica do IFPB. n. 25, p. 51-57, 2014.

FARIAS, A. B.; et al. Development and evaluation of cosmetic products for capillary hygiene containing surfactants "non-sulphated". *Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl.* 33(4):521-527, 2012.

HIGUCHI, R., et al. Triterpenoid saponins from the bark of *Zizyphus joazeiro*. *Phytochemistry*. v. 23, 1984.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Metodologia do trabalho científico*. 6ª ed. São Paulo, SP: Atlas, 2001.

NASCIMENTO, A. M. et al. Caracterização morfo-anatômica e testes fitoquímicos em amostras comerciais de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). *Revista Fitos*. Rio de Janeiro, v.10 n.4, 375-547, 2016.

POZZA, B. M. F.v et al. Avaliação da Estabilidade de Emulsões Cosméticas Elaboradas com Saponinas de Juá (*Zizyphus joazeiro*) e Sisal (*Agave sisalana*). *Visão Acadêmica*. v. 17, n. 3, 2017.

RIBEIRO, B. D. Estratégias de Processamento Verde de Saponinas da Biodiversidade Brasileira. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

ROSA, A. H. et al. *Meio Ambiente e Sustentabilidade*. Porto Alegre: Bookman, 2012.

SCHÜHLY, W. et al. Triterpene Saponins from *Zizyphus joazeiro*. *Helvetica Chimica Acta*. v. 83, 2000.

SILVA FILHO, A. S. Inferência em amostras pequenas: métodos bootstrap. *Rev. de ciências exatas e tecnologias*. Belo horizonte - MG, v.05, n. 05, p. 115-126, 2010.

SOTO, I. Utilização de pós residuais e fibra de sisal em blocos de concreto. 2015, 246 f. Tese (doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2015.

TAKENAKA, E. M. M. et al. *Construção Civil e Resíduos Sólidos: Coleta e Disposição Final no Município de Presidente Prudente-SP- VIII Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v. 8, n. 12, 2012, p. 177-186.

VALENÇA, R. D. Modelagem da transferência de massa na remoção do óleo da água produzida por flotação em coluna com uso de tensoativos de origem vegetal. 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

WIGGERS, I; STANGE, C. E. B. *Manual de instruções para coleta, identificação e herborização de material*

botânico. Programa de Desenvolvimento  
Educativo, SEED UNICENTRO.  
Laranjeiras do Sul-PR, 2008.

## ANALYSIS OF POLICY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN THE CITY OF ITAPIPOCA, CEARÁ

Francisco Xirlean Xavier Alves<sup>1</sup>

Ivan Jeferson Sampaio Diogo<sup>2</sup>

**Abstract:** The Environmental Policy is a set of activities and procedures aimed at the management of the environment and coordinated by the different levels of competence and supranational organizations, of the State and non-governmental companies and organizations, which intend to reach the final goal of protecting the environment and nature conservation. Brazilian municipalities face a series of problems in relation to environmental management. The objective of this research was to analyze the environmental policy in the municipality of Itapipoca-CE based on its environmental licensing and activities, and inspection actions. A qualitative, descriptive case study was carried out, establishing a relationship between the factors addressed in this work and those of a bibliographic nature. The municipality of Itapipoca has great potential for diverse economic activities. Comparing the data of the records drawn

up over the years 2017, 2018 and until July 2019, there is an increase in complaints, inspections and environmental assessments. In addition, different Environmental Education strategies were observed in the application of projects and actions at the municipal level. The assessment of the management and environmental policy of the municipality of Itapipoca-CE showed the clear process of decentralization, where municipalities are organizing themselves and taking action in relation to their environmental issues, where licensing and inspection activities are increasingly being carried out.

**Keywords:** environmental education, environmental conservation, environmental licenses, notification notices.

### Introdução

<sup>1</sup> alvesxavier11@gmail.com. Faculdade Terra Nordeste - FATENE

<sup>2</sup> ivan.diogo@ifpb.edu.br. Instituto Federal da Paraíba – IFPB, Campus Princesa Isabel

No Brasil desde a primeira metade do século XX, a temática política ambiental vem trazendo à tona muitas discussões e contradições. Durante todo esse processo, tem-se observado cada vez mais a inserção das políticas ambientais nos órgãos públicos e privados como uma estratégia de gestão ambiental federal, estadual e municipal. Philippi Jr. e Malheiros (2007) conceituam gestão ambiental municipal como “o processo político-administrativo que compete ao poder público local (Executivo e Legislativo) implementar, formular e avaliar políticas ambientais, com a participação da sociedade, visando assegurar qualidade ambiental e qualidade de vida aos cidadãos”.

A temática da centralização versus descentralização da política ambiental brasileira vem sendo discutida bastante na contemporaneidade, resultado de um processo de desenvolvimento crítico-político da sociedade brasileira. Tal desenvolvimento culminou na atual Constituição Federal de 1988, que trouxe avanços sobre o meio ambiente, porém com grandes desafios de implementação.

Para Teixeira e Santana (1995), a descentralização impõe-se como uma estratégia de primeira

importância para fortalecer a delegação de competências aos diversos níveis da administração, apoiar órgãos com poderes descentralizados e, conseqüentemente, reverter à tendência altamente centralizadora do modelo de gestão vigente.

É preciso, antes de tudo, entender que em um sistema de gestão ambiental devem estar incluídas atividades de planejamento, o uso de práticas e métodos que visam reduzir ao máximo o impacto ambiental das atividades na natureza, além de responsabilidades, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental, dando ênfase na sustentabilidade.

A Política Ambiental é um conjunto de atividades e procedimentos voltados para a gestão do meio ambiente e coordenada pelos diferentes níveis de competências e organizações, supranacionais, do Estado e as empresas e organizações não governamentais, que pretendem alcançar a meta final de proteção ao meio ambiente e conservação da natureza (FERNANDEZ-VÍTORA, 1997; SCARDUA, 2003).

Dessa forma, o sistema ambiental municipal brasileiro passa a atuar como responsável por atividades de gestão ambiental. Como frutos dessa conquista, os municípios passam a ter as suas próprias Políticas de Gestão Ambiental, bem como instrumentos como órgãos ambientais municipais, conselhos municipais de meio ambiente e legislação ambientais próprias. Como produto de tudo isso o município passa a realizar o licenciamento ambiental, fiscalização ambiental e atividades de educação ambiental, tornando-se mais efetivo e decisivo nas questões ambientais.

Em meio a crítica ambiental brasileira, esse trabalho busca avaliar a política ambiental no município de Itapipoca-CE, bem como analisar a execução de projetos, fiscalização e licenciamento, e descrever as ações em prol do desenvolvimento sustentável no referido município.

## **Material e Métodos**

**Figura 2** - Localização do município de Itapipoca no estado do Ceará, Brasil

Para atingir o objetivo proposto neste trabalho, realizou-se um estudo de caso com abordagem qualitativa, de caráter descritivo estabelecendo uma relação entre os fatores abordados nesse trabalho e os de cunho bibliográfico. Segundo Gil (2010), o estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira que permita o seu amplo detalhamento. O estudo de caso tem como vantagem a ênfase na interpretação em contexto, voltado para a multiplicidade de dimensões de um determinado problema, focalizando-o como um todo.

A pesquisa tem como foco a avaliação da política ambiental e desenvolvimento sustentável no município de Itapipoca-CE (Figura 2). Itapipoca é conhecida como “cidade dos três climas”, por haver em seu território praias, serras e o sertão. O município é dividido em doze distritos.



Fonte: Adaptado de IBGE (2010).

A vegetação predominante do território é a caatinga arbustiva e arbórea, tabuleiros costeiros e cerrado. Apresenta também áreas de mata úmida na região serrana e mangue próximo à foz do rio Mundaú. No Sítio Ameixas - Poço Velho, localiza-se a primeira e única Unidade de Conservação Ambiental, uma Reserva Particular do Patrimônio Natural, com uma área de 464,3 hectares, criada pela portaria Nº 007/94 do IBAMA em 28 de janeiro de 1994.

Nesse trabalho, foram analisados os dados em relação às ações desenvolvidas no Instituto de Meio Ambiente do Município de Itapipoca (IMMI), nos anos de 2017 a meados do ano de 2019, com o intuito de observar as atividades em ascensão e as principais dificuldades no desenvolvimento prático

e efetivo das ações realizadas pelo IMMI. Dessa forma, foram selecionados diretrizes e ações coordenadas pelo Governo local, incluindo os projetos, planos, programas e estratégias de gestão que enfoquem a política ambiental através do acesso aos documentos, leis e relatórios municipais.

### **Resultados e Discussão**

O órgão fiscalizador e licenciador do município trata-se de uma autarquia denominada de Instituto de Meio Ambiente do Município de Itapipoca (IMMI). Além das atividades descritas, o órgão municipal atua na área de educação ambiental e reflorestamento do município, desde vias dentro do perímetro urbano até os distritos que compõem o município.

O IMMI, como órgão fiscalizador ambiental, em parceria com os demais órgãos, Estado e União, exerce fiscalização sobre o meio ambiente de forma em geral. Portanto, todos os empreendimentos implantados no município dependem de licenças ambientais, carta de anuência e autorizações ambientais, todos emitidos pelo órgão ambiental do município.

O município de Itapipoca é referência na região Oeste pelo empenho e cuidado com o meio ambiente, recebendo premiações pelos serviços realizados em todo o município, como a Certificação Praia Limpa e o destaque nacional em gestão ambiental municipal pela Associação Nacional dos Órgãos Municipais de Meio Ambiente – ANAMMA.

Mesmo destacando-se no cenário ambiental estadual e nacional, o município enfrenta problemas relacionados à fiscalização e licenciamento. A política municipal de meio ambiente ainda não é difundida de maneira que alcance todos os munícipes, dificultando assim a fiscalização ambiental e o licenciamento ambiental.

Esses fatores englobam desde problemas estruturais, burocráticos e até financeiros, como a falta de técnicos nos

órgãos estaduais e municipais de meio ambiente; a falta de capacitação e treinamento; os salários defasados, quando comparados aos praticados pela iniciativa privada; as instituições despreparadas para assumir atividades ambientais; a carência de recursos financeiros e de infraestrutura; a ausência de instrumentos de gestão ambiental ou instrumentos ultrapassados (SOUZA et al., 2003).

### **Fiscalização ambiental**

As fiscalizações permanentemente do uso dos recursos ambientais, em geral, são indispensáveis na busca da efetivação da política ambiental e desenvolvimento sustentável do município. Elas são efetivadas quando a população realiza denúncias, seja via presencial no próprio IMMI, pelo telefone, e-mail e redes sociais, ou quando a infração ambiental é visível e identificada pelos fiscais de meio ambiente do IMMI.

Nessas fiscalizações, os fiscais de meio ambiente podem lavrar os seguintes autos: auto de notificação, auto de infração e suspensão da atividade por meio da aplicação de embargo. Quando atuado, o infrator é convocado para



comparecer ao IMMI a fim de assinar um Termo de Compromisso e Ajustamento de Conduta (TCAC) e fornecer a documentação necessária para sua devida regularização.

As ações de fiscalização no município de Itapipoca-CE, são regidas pelas seguintes leis: Lei da Política Nacional de Meio Ambiente Nº 6.938/1981; Lei de Crimes Ambientais Nº 9.605/1998; Lei da Política Nacional dos Resíduos Sólidos Nº 12.305/2010; Código Florestal Brasileiro Lei Nº 12.651/2012, Decreto Nº 6.514/2008 que discorre sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente,

estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações.

Devido ao seu porte e desenvolvimento acelerado, o município de Itapipoca apresenta um grande potencial para atividades comerciais, agrícolas, de pecuária e industriais, conseqüentemente uma diversidade de fontes geradoras de impactos ao meio ambiente (Tabela 3). Com base nisso, a fiscalização ambiental do município, fica sempre alerta a essas atividades poluidoras, bem como seus impactos, afim de sanar ou minimizar o dano ao meio ambiente e responsabilizar o responsável.

**Tabela 3** - Atividades causadoras de Impactos Ambientais no Município de Itapipoca-CE

<b>Atividades</b>	<b>Impactos</b>	<b>Responsáveis</b>
Disposição de materiais diretamente no solo e na água	Poluição hídrica e edáfica	Serrarias e obras de construção civil
Criação de animais nos perímetros urbanos	Acidentes, poluição do solo, odor desagradável	Pequenos agricultores, açougueiros
Ausência de saneamento básico	Vetores de doenças; mau cheiro	Setor público
Utilização de equipamentos sonoros ultrapassando os limites admitidos pela lei	Poluição sonora	Proprietários de paredões, clubes, casas de shows e bares
Mineração	Poluição hídrica e edáfica	Construção civil, pessoas que sobrevivem da venda de areia, quebra de rocha

Esgotos dispostos diretamente no solo e corpos hídricos	Vetores de doenças, mau cheiro	Esgotos clandestinos, residências, criação de animais
Indústrias	Alto consumo de recursos naturais, bem como água e energia, Poluição atmosférica	Fábrica de calçados, indústria de derivados do coco
Animais silvestres em cativeiros	Morte dos animais, estresse dos animais, venda dos mesmos	Criadores irregulares
Movimentação de terra	Erosões, barragens clandestinas	Proprietários de máquinas pesadas
Desmatamento	Erosões, queimadas, descoberta do solo, retirada da flora nativa e extinção da fauna silvestre	Agricultores, Loteamentos

FONTE: O Autor

De acordo com a Política Municipal de Meio Ambiente de Itapipoca-CE (2009), as atividades e empreendimentos potencialmente causadores de impactos ambientais dependerão de licença ambiental municipal sem prejuízo de outras licenças exigíveis.

Comparando-se os dados dos autos lavrados ao longo dos anos 2017, 2018 e até julho de 2019, percebe-se um crescimento nos autos de notificação, isso deve-se a fiscalização efetiva nos em todo território do município (Figura 1). Em relação aos autos de infração

percebemos uma diminuição no ano de 2018 quando comparamos a 2017 e 2019, mesmo sabendo que o ano de 2019 ainda estar em curso (Figura 1), isso se dá por conta da capacitação maior dos fiscais, onde entende-se que deve seguir uma ordem na lavragem dos autos, somente deve ser utilizado diretamente o auto de infração quando o dano é grande ou quando descumpre-se outro auto seja notificação, ou TCAC.

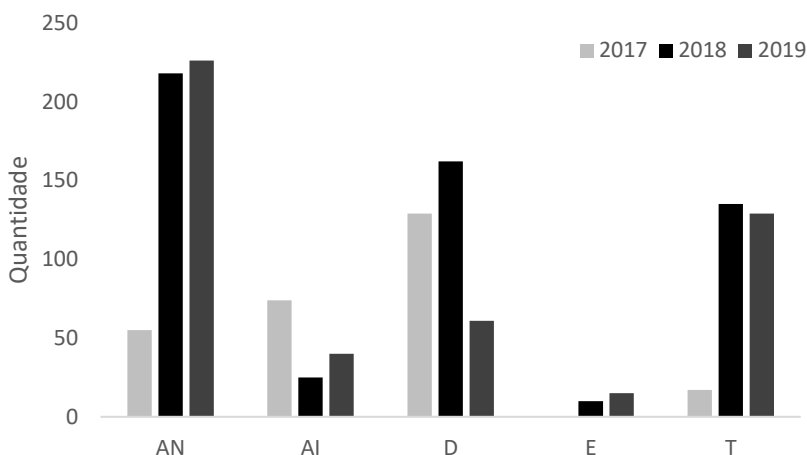
A quantidade de denúncias deu uma subida no ano de 2018 em relação a 2017 e uma decaída até julho de 2019 (Figura 1), vale ressaltar que a

queda se deve à constante fiscalização nas ruas e comunidades que compõem o município. A aplicação de embargos partira de 0 (zero) no ano de 2017 para uma subida no ano de 2018 a 2019, fato que se deu devido a formação intensa dos fiscais de meio ambiente do município.

Os termos de ajustamento de compromisso – TCAC, apresentam um

crescimento nítido nos anos de 2018 e 2019 e, relação a 2017. Isso se deve a fiscalização efetiva, aumentando os autos de notificações e infrações lavrados, bem como a eficiência no atendimento a demanda de denúncias da população itapipoquense.

**Figura 1** – Comparativo de ações decorrente da fiscalização no município de Itapipoca-CE durante os anos de 2017, 2018, e meados de 2019. AN = Auto de Notificação, AI = Auto de Infração, D = Denúncias, E = Embargos e, T = Termo de Ajustamento de Conduta (TCAC).



Fonte: O Autor

Scardua e Bursztyn (2003) afirmam que a baixa presença de municípios que contam com algum órgão para tratar de meio ambiente (11,7%), aliada ao baixo número de Conselhos Municipais de Meio

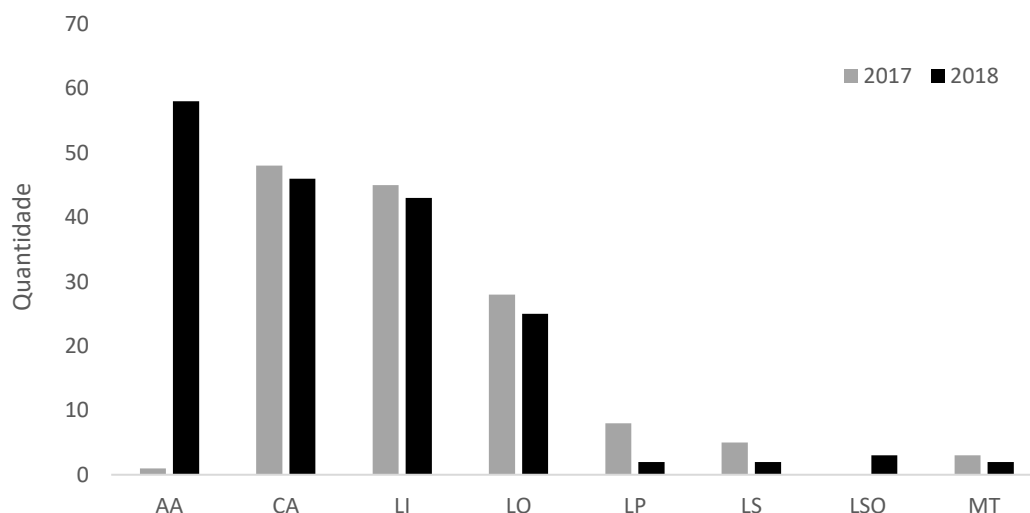
Ambiente (21,37%) são indicativos de que o meio ambiente ainda não é prioridade, ou ainda não representa um problema para os municípios brasileiros.

### Licenciamento ambiental

De acordo com a Política Ambiental Municipal, o IMMI pode emitir diversas autorizações de licenciamento para atividades econômicas potencialmente poluidoras, são elas: Carta de Anuência (Uso e ocupação do solo), Autorização ou Licença Ambiental, podendo ser Licença

Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO). Para cada licença ou autorização solicitada, é realizada uma vistoria pelos técnicos de licenciamento, no local do empreendimento, com devido cuidado de profissionais capacitados na área de gestão ambiental.

**Figura 2** - Quantidade de atividades de licenciamento no município de Itapipoca-CE, durante os anos de 2017 e 2018. AA= Autorização Ambiental, CA= Carta de Anuência, LO= Licença de Operação, LP= Licença Prévia, LI= Licença de Instalação, LO= Licença de Operação, LS= Licença Simples, LSO= Licença Sonora, MT = Mudança de Titularidade



Fonte: O Autor

Com base na figura 2, é nítido que houve um grande aumento de autorizações ambientais concedidas entre os anos de 2017 e 2018, ocorrendo principalmente devido a fatores como

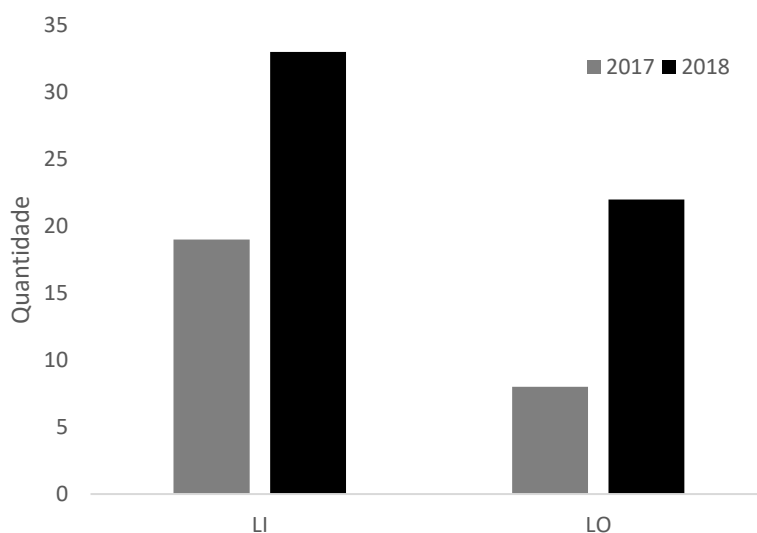
pedidos da população para corte e/ou retirada de árvores, bem como a autorização para utilização de som no município.

Percebe-se também que as cartas de anuência emitidas permaneceram em quantidades parecidas, dando um leve declínio no ano de 2018, algo que se assemelha a quantidade de licenças emitidas, sendo que no ano de 2017 em relação a 2018, as licenças permaneceram com uma pequena diferença, respectivamente, Licença prévia, Licença de Instalação, Licença de Operação, sendo que a quantidade de licença de instalação emitidas superou as outras licenças citadas anteriormente.

As licenças simples apresentaram uma queda no ano de 2018 em relação a 2017, diferente das licenças sonoras que apresentaram um crescimento acentuado. A mudança de titularidade permaneceu instável com uma pequena queda no ano 2018 em relação ao ano de 2017.

De acordo com Mendonça (2019), foram lavrados 1.533 autos de infração, tendo a SEMACE atuado em todos os 19 municípios da Região Metropolitana de Fortaleza – RMF ao longo do período de 2014 a 2018.

**Figura 3** - Regularizações de licenças dos anos de 2017 e 2018. LI = Licença de Instalação, LO = Licença de Operação

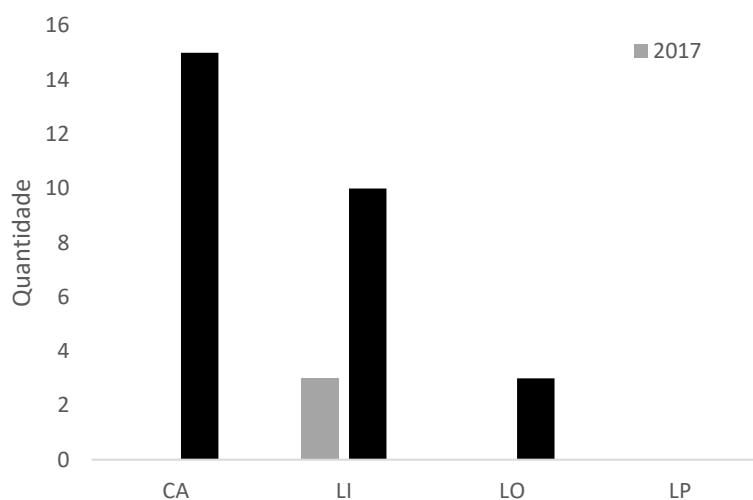


Fonte: O Autor

Ao comparar as licenças de Instalação, pode-se perceber que houve um aumento significativo em 2018 com relação a 2017. O mesmo ocorreu com as licenças de Operação no mesmo período.

Isso se deve principalmente, a fiscalização efetiva nas construções e empreendimentos sem licença ambiental do município de Itapipoca.

**Figura 6** - Renovações de Licenças ambientais nos anos de 2017 a 2018. CA = Carta de Anuência, LI = Licença de Instalação, LO = Licença de Operação, LP = Licença Prévia



Fonte: O Autor

O IMMI, sendo o órgão ambiental competente estabelece os prazos de validade de cada tipo de licença, prazos esses que esgotados necessitam de renovações. Se observarmos houve um crescimento na renovação de todas as licenças mostradas na Figura 5. Se compararmos 2018 em relação a 2017 a renovação de cartas de anuência cresceu de 0 a 15, a licença de Instalação de 3 a 10 e a licença de

operação de 0 a 3, deixando nítido um crescimento ao longo dos dois anos.

Os valores dos custos operacionais a serem pagos pelo empreendedor serão, de acordo com o decreto municipal 068/2009, fixados em função do porte e do potencial poluidor degradador (PPD) do empreendimento ou atividade, sendo gerado o recibo para o interessado efetuar o pagamento. Após esse processo, é emitida a Carta de Anuência, Autorização Ambiental ou

uma das três Licenças Ambientais: LP, LI ou LO.

### **Educação ambiental**

A Educação Ambiental é realizada pelo IMMI por meio de palestras e oficinas nos mais diversos espaços públicos do município, visando sensibilizar a população itapipoquense sobre o uso racional da água, da coleta seletiva e da reciclagem do lixo, da importância de se evitar o desmatamento e as queimadas; e implementar a ideia de sustentabilidade em qualquer atividade econômica-social do município.

Dentro das atividades de Educação Ambiental, uma série de palestras já realizadas podem ser citadas, por exemplo: palestra sobre destinação de resíduos sólidos na comunidade de Santa Rita, Arapari, Itapipoca-CE; palestra lixo é luxo; palestra na reunião do Conselho da APA do Rio Mundaú, abordando a importância das plantas, método de plantio, projeto de arborização de Itapipoca, benefícios da moringa, dimensões da sustentabilidade, princípio do *in dubio pro natura*; palestra na fábrica *Dass*, abordando a importância da árvore para sociedade itapipoquense; palestra no distrito de Deserto na Escola de Ensino Médio

Hildeberto Barroso, abordando o tema queimadas – concepção acerca da queimadas do município de Itapipoca-CE, dentre outras.

São realizadas também oficinas, como as de produção de sabão ecológico nas comunidades do município, visando à sensibilização e a conscientização do descarte adequado do óleo residual, proporcionando o conhecimento teórico e prático a respeito da produção de sabão em barra e em líquido. Dessa forma, essas atividades priorizam o consumo economicamente sustentável e a possibilidade de geração de renda para a população local.

Muitas outras ações de educação ambiental estão atreladas a grandes eventos e datas comemorativas, sejam eles/elas federais, Estaduais ou Municipais, por exemplo, podemos citar o dia do Pau Brasil, a Festa Anual das Árvores, a Semana do Meio Ambiente e a Exposição Agropecuária em conjunto com a semana de comemoração de aniversário do município de Itapipoca-CE.

Diante disso pode-se afirmar ainda que a educação ambiental deve estar atrelada aos mais diversos setores do desenvolvimento econômico, principalmente naquele que visa a



preservação ambiental de forma clara, com o intuito de cuidar para as próximas gerações: o desenvolvimento sustentável. A educação ambiental deve construir uma cultura ecológica que compreenda natureza e sociedade como variáveis inter-relacionadas e que não podem ser pensadas separadamente em decisões governamentais ou nas ações da sociedade civil (SORRENTINO, 2005).

Por ter ganhado muita visibilidade no século XX e, ser considerado de extrema necessidade para o desenvolvimento no cenário atual, o desenvolvimento sustentável torna-se uma tendência efetiva pois busca um equilíbrio entre o crescimento econômico e o cuidado com a natureza em suas múltiplas e diversas formas.

### **Projetos**

A construção e realização de projetos são uns dos pontos fortes do IMMI. Por ser uma equipe multidisciplinar e formada por profissionais capacitados, os projetos realizados apresentam aceitação da população e qualidade no trabalho desenvolvido, dando respaldo para a construção de novos projetos. Alguns projetos de sucesso que já foram

implantados ou estão em fase de implantação serão citados a seguir.

Com objetivo principal arborizar a sede do município de Itapipoca-CE, o Projeto de reflorestamento do município de Itapipoca-CE, visa melhorar a qualidade de vida da população por intermédio da diminuição da “ilha de calor”, do “aumento do sequestro de gás carbônico”, da “maximização da área naturalmente sombreada”, da “beleza paisagística” e de outros benefícios vitais advindos das plantas. Exemplos de plantas utilizadas na arborização são: Ipê-amarelo, ipê-branco, ipê-roxo, ipê-rosa, jacarandá, oiticica, entre outras. As respectivas plantas são dispostas nos canteiros centrais das avenidas, em frente a instituições do município e nos contornos das ruas e avenidas no interior do município.

O Projeto produção e doações de plantas ocorre por meio da troca de material reciclável por mudas, no caso, para cada 3 caixas de leite usadas que o/a cidadão/cidadã traz, é doada uma muda de planta (Tabela 4). Este projeto ocorre em conjunto com a população itapipoquense para a limpeza da cidade. O referido projeto também ocorre em parceria com as escolas da

rede municipal de educação, captando as caixas de leite utilizadas na merenda escolar, para serem reaproveitadas na

produção de mudas, servindo como porta-mudas.

**Tabela 4.** Espécies cultivadas no IMMI para arborização e distribuição no município de Itapipoca-CE

Nome popular	Nome científico
Angico	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vellozo) Brenan
Aroeira	<a href="#"><i>Myracrodruon Urundeuva</i> Fr. All</a>
Catingueira	<i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.)
Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i> L.
Jacarandá	<i>Dalbergia nigra</i> Vellozo
Juá	<i>Zizyphus joazeiro</i> Mart.
Moringa	<i>Moringa oleifera</i> Lam.
Mutamba	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.
Oiticica	<i>Licania rígida</i> Benth.
Pau Branco	<i>Cordia oncocalyx</i> Allemão
Ipê Amarelo	<i>Handroanthus chrysotricha</i> (Mart. ex DC) J. Mattos
Ipê Branco	<i>Handroanthus roseo-alba</i> (Ridl.)
Ipê Rosa	<i>Handoranthus pentaphylla</i> Hemsl
Ipê Roxo	<i>Handroanthus heptaphylla</i> (Vell.) Tol.
Sabiá	<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.

Fonte: O Autor

As mudas são posteriormente distribuídas às populações locais. Ambas ações contribuem para minimizar os efeitos adversos das mudanças de temperatura e precipitação, decorrentes de ações causadas pelo homem.

Outro projeto de destaque ao nível nacional e que está na fase final de construção é o Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla). Trata-se de uma ação conjunta entre o Ministério do Meio Ambiente, por intermédio de sua Secretaria de

Extratativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável (SEDR), e o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, no âmbito da sua Secretaria do Patrimônio da União (SPU/MP). Suas ações buscam o ordenamento dos espaços litorâneos sob domínio da União, aproximando as políticas ambiental e patrimonial, com ampla articulação entre as três esferas de governo e a sociedade, trazendo uma abordagem sustentável e participativa, promovendo ações de regularização fundiária nas áreas da União, através de celebração de convênio junto a Secretaria de Patrimônio da União – SPU (MMA).

As atividades do Projeto Orla em Itapipoca iniciaram com a adesão do município ao Projeto Orla Nacional e apresentação dos objetivos do projeto pela Comissão Técnica Estadual – CTE. Após isso, foram selecionados membros da equipe técnica municipal, que iniciaram os trabalhos de envolvimento dos diversos segmentos sociais locais. A capacitação de gestores se deu em duas etapas, onde foram realizadas oficinas, onde membros representantes da sociedade local expressam suas opiniões a respeito de como está a realidade da faixa praia naquele momento, pontos negativos e

positivos, e sugerem benfeitorias que gostariam de ver naquela área.

O Projeto Sementes do Bioma Caatinga é advindo da Campanha da Fraternidade do ano de 2017, que teve como tema: Biomas Brasileiros e Defesa da Vida. O projeto se deu através de uma parceria interorganizacional entre a Caritas Diocesana de Itapipoca, o IMMI, a Rede de Intercâmbio de Sementes - RIS e a Faculdade de Educação de Itapipoca - FACEDI para selecionar 40 comunidades e em seguida executar o projeto.

Esse Projeto teve por objetivo levar o conhecimento sobre o Bioma Caatinga, refletir sobre a importância da sua biodiversidade, promover e desenvolver ações comunitárias a fim de preservar o meio ambiente. Como resultado, elaborou-se um plano de ação para cada comunidade, contendo com três ações a serem desenvolvidas pelos membros dessas comunidades. As ações mais comuns foram: limpeza da comunidade e do rio, plantação de mudas para reflorestamento, construção de um banco de sementes com o objetivo de guardar a sementes para que não falte para o agricultor.

Fernandes e Jerônimo (2013) discutem ser fundamental a elaboração de políticas municipais específicas ou planos de ação na área de Educação Ambiental e sua inserção nos projetos e atividades do município, fazendo com que a população possa trocar conhecimentos e experiências que possibilitem a conscientização e o pertencimento socioambiental. Os projetos acima descritos continuam sendo realizados pelo IMMI em parceria com os órgãos municipais da gestão e já beneficiaram a maioria da população do município. No ano de 2018, foram doadas 1500 mudas, com a finalidade primordial de preservação e conservação ambiental, propiciando assim o desenvolvimento sustentável e uma cidade mais agradável.

### **Ações diversas**

Tem-se registrado as diversas mudanças de temperatura e precipitações pluviométricas no Município através da Estação Automática de Itapipoca como: Temperatura (°C), Pressão (hPa), Vento (m/s), Radiação (W/m<sup>2</sup>) e Pluviometria (mm) (INMET, 2019). Dessa forma, o IMMI monitora diariamente as queimadas no perímetro do município,

tendo como objetivo minimizar os danos causados pelo homem ao meio ambiente.

Outra ação, se dá no meio rural do município por meio do Cadastro Ambiental Rural (CAR), que é um instrumento fundamental para auxiliar no processo de regularização ambiental de propriedades e posses rurais. Este consiste no levantamento de informações georreferenciadas do imóvel, com delimitação das Áreas de Proteção Permanente (APP), Reserva Legal (RL), remanescentes de vegetação nativa, área rural consolidada, áreas de interesse social e de utilidade pública, com o objetivo de traçar um mapa digital a partir do qual são calculados os valores das áreas para diagnóstico ambiental.

Em 2017, o município de Itapipoca assinou junto à Secretaria de Patrimônio da União o Termo de Adesão à Gestão das Praias Marítimas Urbanas, o qual tem como finalidade transferir ao município a gestão destas praias, estabelecendo condições para uma melhor gestão dos espaços litorâneos, promovendo uma melhoria continuada, orientada para o uso racional e a qualificação ambiental e urbanística desses territórios.

Dentro dessas ações, o Conselho Municipal de Defesa do Meio

Ambiente (COMDEMA) iniciou suas atividades no mês de fevereiro de 2016, dando uma pausa e reiniciou suas atividades novamente em maio de 2017. Desde seu início, foram realizadas 29 (vinte e nove) reuniões ordinárias, e 2 (duas) reuniões extra ordinárias, onde são discutidas e evidenciadas as ações que estão sendo desenvolvidas pelo IMMI no aspecto de desenvolvimento e defesa do meio ambiente.

O IMMI também realiza suas atividades na Farmácia Viva, local onde é cultivado espécies da flora que

possuem cunho medicinal. O objetivo é que, posteriormente, seja montado um laboratório com condições que possam produzir medicamentos com base no conhecimento técnico dos profissionais que serão contratados, e levando em consideração o saber popular das famílias que existem na zona rural do município. Hoje, o IMMI apresenta no espaço da farmácia viva 80 canteiros produzindo ervas medicinais das mais variadas espécies, como mostrada na tabela a seguir.

**Tabela 5** - Plantas cultivadas na Farmácia Viva do Instituto de Meio Ambiente de Itapipoca-CE

Nome Popular	Nome Científico
Agrião	<i>Acmella oleracea</i> (L.) RK Jansen
Babosa	<i>Aloe vera</i> Linn.
Boldo	<i>Peumus boldus</i> Mol.
Corama preta	<i>Kalanchoe pinnata</i> (Lam.) Pers.
Camomila	<i>Matricaria chamomilla</i> L.
Colônia	<i>Alpinia zerumbet</i> (Pers.) BL Burtt & RM Sm
Erva cidreira	<i>Melissa officinalis</i> L.
Hortelã vick	<i>Mentha arvensis</i> L.
Malva corama	<i>Malva sylvestris</i> L.
Malva santa	<i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour.) Spreng.
Xambá	<i>Justicia pectoralis</i> Jacq.

Fonte: O Autor

As ervas medicinais produzidas na Farmácia Viva pelos viveristas, ficam à disposição da população itapipoquense, que sempre vão em busca das mesmas quando necessitam. Na maioria das vezes levam consigo resíduos com lâmpada queimadas, material proveniente de Pets, pilhas entre outros, ajudando a manter o município limpo e, evitando que esse material seja disposto diretamente no lixo.

Por fim, observa-se que a consolidação da participação da população, por meio dos conselhos consultivos e deliberativos, e o processo de capacitação feito pelas ações do IMMI proporcionam o engajamento da sociedade na construção da qualidade social, ambiental e econômica do município. Exercendo os objetivos do desenvolvimento sustentável, a população pode vir a atuar como agente multiplicador, contribuindo para a geração de ações contributivas de ética e cidadania.

### **Considerações Finais**

Ao discutir o tema, procurou-se abordar a legislação ambiental brasileira em seus vários aspectos, níveis e caminhos percorrido até os dias atuais. A

avaliação da política ambiental e desenvolvimento sustentável do município de Itapipoca-CE mostrou o processo claro de descentralização, onde municípios estão se organizando e tomando frente em relação às suas questões ambientais.

A condição geográfica do município de Itapipoca é um ponto a ser gerido de forma estratégica, dentro de contexto e enfoque regional. Ressalta-se que os municípios cearenses, bem como os brasileiros em geral, têm por obrigação aplicar a política ambiental, deixá-la fora do papel. Faz-se necessário sair da zona de conforto e enfrentar os desafios relacionados ao cuidado e proteção ao meio ambiente, demonstrando como a legislação ambiental oferece condições para que se cuide do meio ambiente, preservando-o e assim garantindo as mesmas ou melhores oportunidades para as gerações futuras.

Com a efetivação da Política Municipal de Meio Ambiente, o município de Itapipoca-CE passou a fortalecer sua atuação na proteção e preservação de suas riquezas naturais. Dessa forma, a gestão municipal passou a agir com ações de fiscalização, licenciamento dos empreendimentos potencialmente poluidores,

desenvolvendo projetos que visam qualidade de vida, conscientizando a comunidade itapipoquense sobre a preservação de seus bens naturais, como uma maneira de garantir um local mais desenvolvido, porém agradável para as futuras gerações.

O conjunto de experiências que a pesquisa analisou apresenta um processo diferencial e inovativo dentro da gestão socioambiental municipal. As experiências bem sucedidas devem ser aproveitadas destacando-se que as realizações e dificuldades dos municípios representam espaço importante para a troca de experiências e avanços no campo da política e gestão ambiental.

### Referências

FERNANDES, A.L.B.; JERÔNIMO, C.E.M. Análise da implementação da política municipal de Educação Ambiental no município de Natal-RN. **Monografias Ambientais**, v.11, n.11, p. 2410-2425, 2013.

FERNANDEZ-VÍTORA, V. C. **Los instrumentos de la gestion ambiental en la empresa**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, p. 541,1997.

FORTALEZA. PMMA. **Minuta da política Municipal de Meio Ambiente do Município de Fortaleza Ceará.**

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.  
ITAPIPOCA. PMMA (2009). **Política Municipal de Meio Ambiente do Município de Itapipoca Ceará**. Disponível em documento no IMMI.

ITAPIPOCA. 2008. **Decreto Municipal 048/2008**. Disponível em documento no IMMI.

ITAPIPOCA. 2009. **Decreto Municipal 068/2009**. Disponível em documento do IMMI.

MENDONÇA, P. S., DE OLIVEIRA, U. C., MAIA, A. M., ARAGÃO, T. B., ALBERTO, C., & JÚNIOR, M. **Análise da fiscalização ambiental estadual nos municípios da região metropolitana de fortaleza entre os anos de 2014 e 2018**. In: Anais do X Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Fortaleza/CE. 2019.

PHILIPPI Jr, A.; MALHEIROS, T. F. **Gestão ambiental local**. In: SANTANNA, P. **Planejamento urbano e avaliação do impacte na saúde**. Coimbra: Universidade de Coimbra. 2007.

SCARDUA, F. P. **Governabilidade e descentralização da gestão ambiental**

**no Brasil. Brasília.** Tese (Doutorado) – Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília. p. 234, 2003.

SORRENTINO, Marcos et al. Educação ambiental como política pública. **Educ. Pesqui.**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 285-299, Aug. 2005.

SOUZA, C. M. de. **Democracia, participação social e funcionamento das instituições: situação e perspectivas da federalização do desenvolvimento.** Revista de **Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, p.15-35, 1992.

SOUZA, E. C. B. et al. **Desafios da gestão ambiental nos municípios.** In: **LITTLE, Paul(org). Políticas Ambientais no Brasil. Parte II: Políticas ambientais locais e Participativas.** São Paulo, Peirópolis; Brasília, IIEB, 2003.

TEIXEIRA, H. J. SANTANA, S. M. **Remodelando a gestão pública.** São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda: 1995