



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS – DTCS -CAMPUS III
- JUAZEIRO
COLEGIADO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

QUALIDADE AMBIENTAL DE ÁREAS UTILIZADAS PARA A HORTICULTURA EM
PETROLINA, PERNAMBUCO

GRACIELE SOUZA SANTOS

JUAZEIRO - BA
2023

GRACIELE SOUZA SANTOS

**QUALIDADE AMBIENTAL DE ÁREAS UTILIZADAS PARA A HORTICULTURA
EM PETROLINA, PERNAMBUCO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia da Universidade do Estado da Bahia – UNEB Campus III, como requisito parcial para avaliação da disciplina de Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia.

Orientadora: Prof.^a. Dra. Gabriela Macêdo Aretakis de Almeida
Coorientadora: Prof.^a Dra. Alineaurea Florentino Silva

**JUAZEIRO - BA
2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Regivaldo José da Silva/CRB-5-1169

S237q Santos, Graciele Souza

Qualidade ambiental de áreas utilizadas para a horticultura em Petrolina,
Pernambuco / Graciele Souza Santos. Juazeiro-BA, 2023.

33 fls.: il.

Orientador: Prof^a. Dr^a Gabriela Macêdo Aretakis de Almeida.

Coorientador(a): Prof^a Dra. Alineaurea Florentino Silva.

Inclui Referências

TCC (Graduação – Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia) –
Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências
Sociais – DTCS. 2023.

1. Qualidade ambiental. 2. Agricultura urbana e periurbana. 3. Análises
ambientais. I. Almeida, Gabriela Macêdo Aretakis de. II. Silva, Alineaurea
Florentino. III. Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia
e Ciências Sociais – DTCS. IV. Título.

CDD: 635



Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - DTCS - UNEB

Ata de Defesa de Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia

Aos treze dias do mês de julho do ano de dois mil e vinte e três, às 10:00 h, reuniu-se a banca examinadora do projeto apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia da discente **Graciele Souza Santos**, intitulada: **QUALIDADE AMBIENTAL DE ÁREAS UTILIZADAS PARA HORTICULTURA EM PETROLINA-PE**. Compuseram a banca examinadora os professores abaixo relacionados. Após a exposição oral, o candidato foi arguido pelos componentes da banca que se reuniram reservadamente e decidiram pelo conceito de (X) "aprovado" / () "reprovado", com média final de 9,7 para o Trabalho de Conclusão de Curso. Para constar, redigi a presente Ata, que aprovada por todos os presentes, vai assinada por mim, Orientadora, e pelos demais membros da banca.

Nome Orientador/ Titulação: Prof. ^a Gabriela Macedo Aretakis de Almeida/Doutora	Instituição/ vínculo: UNEB/ DTCS III - Professora	Assinatura:
Nome / Titulação Titular 2: ALINEAUREA FLORENTINO SILVA / DOUTORA	Instituição / vínculo: EMBRAPA / PESQUISADORA	Assinatura:
Nome / Titulação Titular 3: HERIDIANA ARAÚJO GONÇALVES / DOUTORA	Instituição/ vínculo: UNEB/ DOCENTE	Assinatura:
Prof. Rogério de Souza Bispo/ Doutor	UNEB / Coordenador da disciplina de TCC	Assinatura:

AGRADECIMENTOS

Gratidão a Deus em primeiro lugar, por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo dessa graduação e da minha vida. Desde o primeiro semestre foi desafiador encarar uma jornada integral de aulas e conciliar com minha outra graduação, muitas vezes duvidei da minha própria força, nesses momentos tive Deus, minha mãe e meu irmão dizendo sim para meus sonhos e minha capacidade de vencer.

Sou grata á várias pessoas que passaram por minha vida e me apoiaram nessa jornada como meu irmão Maycon Jorge, minha mãe Graça e meus amigos de verdade, que sempre acreditaram em mim. Deixo meus agradecimentos aos meus professores ao longo da graduação por toda paciência e orientações, em especial a Prof.^a. Gabriela, Prof.^a Meridiana e Prof. André, por todo o incentivo e injeções de animo diárias.

Meus sinceros agradecimentos à equipe Embrapa semiárido, meus colegas de estágio, supervisora Jacque e orientadora Dr.^a Alineaurea.

Dedico essa realização a pessoas muito especiais que infelizmente não estão aqui comigo fisicamente nesse momento tão especial, meu pai Narciso e minha vovó Honorina, que não estão mais nesse plano, mas foram fundamentais para moldar meu caráter e me ensinaram o que a força do nosso amor e nossa ligação jamais irão deixar de me acompanhar onde quer que eu vá, estão no meu coração eternamente.

RESUMO

Na Região do Vale do São Francisco, é comum a prática de atividades agrícolas urbanas, que geram fonte de renda para várias famílias e suprem necessidades alimentares da população local. No entanto, a escassez de orientação de manejo do ambiente para as hortaliças é uma questão preocupante no que diz respeito à qualidade dos produtos das hortas comunitárias. O objetivo desta pesquisa foi analisar a qualidade da água de irrigação e do solo de hortas comunitárias na região urbana de Petrolina-PE. Foram realizadas coletas de amostras de água de irrigação e de solo em 10 hortas situadas em terrenos de escolas públicas deste município. As coletas e análises dos parâmetros físicos e químicos da água e do solo foram feitas em parceria com a Embrapa Semiárido-PE e Projeto Participa, seguindo metodologias do Laboratório de água e solo da Embrapa. Os resultados das análises de água classificaram a dureza da água como branda e C1S1, com salinidade baixa e baixo teor de sódio, obtendo a classificação ideal para a irrigação, porém análises de pH se mostraram preocupantes em 9 hortas, sendo necessária a aplicação de medidas corretoras desse parâmetro. Diante das análises de metais no solo é preocupante a concentração de Fe, Zn, Cu e Mn de acordo com CONAMA, requer investigação. Este monitoramento é de grande importância na segurança alimentar, social e econômica da região.

Palavras-chave: Análises físico-químicas; Hortaliças; Agricultura urbana e periurbana.

ABSTRACT

In the São Francisco Valley Region, it is common to practice urban agricultural activities, which generate a source of income for several families and supply the food needs of the local population. However, the scarcity of environmental management guidance for vegetables is a matter of concern with regard to the quality of products from community gardens. The objective of this research was to analyze the quality of irrigation water and soil in community gardens in the urban region of Petrolina-PE. Irrigation water and soil samples were collected from 10 vegetable gardens located on public school grounds in this municipality. The collections and analyzes of the physical and chemical parameters of the water and soil were carried out in partnership with Embrapa Semiárid-PE and Projeto Participa, following methodologies of the Embrapa Water and Soil Laboratory. The results of the water analyzes classified the water hardness as soft and C1S1, with low salinity and low sodium content, obtaining the ideal classification for irrigation, but pH analyzes were worrying in 9 gardens, requiring the application of measures brokers of this parameter. In view of the analyzes of metals in the soil, the concentration of Fe, Zn, Cu and Mn, according to CONAMA, requires investigation. This monitoring is of great importance in the food, social and economic security of the region.

Keywords: Physicochemical analysis; Vegetables; Urban and periurban agriculture.

Lista de figuras

Figura 1. Horta comunitária em Petrolina – PE.	12
Figura 2. Códigos de classificação.	14
Figura 3. Localização geográfica do município de Petrolina – PE, Nordeste do Brasil.	16
Figura 4. Coleta de água de irrigação em horta (A) e solo (B) no município de Petrolina-PE, Nordeste do Brasil.....	17
Figura 5. Análise de qualidade da água, evidenciando a aferição do Cloreto por titulação (A) e análise de sulfato (B) realizadas nas amostras coletadas em hortas do município de Petrolina-PE.	19
Figura 6. Pesagem de amostras de solo (A) para análises de pH condutividade elétrica (B) coletadas em hortas comunitárias de Petrolina-PE.....	20
Figura 7. Análise de alumínio trocável (A) e metais (B) em extratos de amostras de solo coletadas em hortas comunitárias de Petrolina- PE.....	21

Lista de tabelas

Tabela 1. Hortas selecionadas, localização das hortas e identificação das amostras de água e solo coletadas no município de Petrolina-PE, Nordeste do Brasil.....	18
Tabela 2. Estimativa da variação percentual na assimilação dos principais nutrientes pelas plantas em função do pH do solo.....	21
Tabela 3. Resultados das análises de água de amostras coletadas em hortas comunitárias do município de Petrolina-PE.....	24
Tabela 4. Resultados das análises de solo de amostras coletadas em hortas comunitárias do município de Petrolina-PE.....	26

Listas de Abreviaturas

C.E.: Condutividade elétrica

RAS: Razão de Adsorção Salina

CTC: Capacidade de troca catiônica

Ca: Cálcio

Mg: Magnésio

So⁴⁻: Sulfato

Na: Sódio

K: Potássio

Co²⁻: Carbonato

HCO³⁻: Bicarbonato

Cl⁻: Cloreto

pH: Potencial hidrogeniônico

Fe: Ferro

Cu: Cobre

Zn: Zinco

Mn: Manganês

Al: Alumínio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1. Hortas comunitárias em Petrolina	12
2.2. Agroecologia	12
2.3. Qualidade de água para irrigação	13
2.3.1. Classificação da água para irrigação	14
2.4. Qualidade de solo para hortas	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1. Caracterização das hortas	15
3.2. Coleta das amostras	16
3.3. Análises de qualidade de água de irrigação	18
3.4. Análises de qualidade de solo	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5. CONCLUSÃO	26
6. REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da população urbana a busca por alimentos para suprir as demandas populacionais é uma constante na realidade das cidades. Diante disso surgiram em regiões urbanas e periurbanas as hortas comunitárias, que são cultivos realizados por grupos de famílias ou pessoas de uma comunidade, organizadas geralmente através de cooperativas ou associações. Em geral, estas hortas são instaladas em áreas ociosas (públicas e particulares), onde se cultiva hortaliças, plantas medicinais, leguminosas e frutas (ARRUDA, 2006).

Na Região do Vale do São Francisco, no Nordeste do Brasil, é comum a prática de atividades agrícolas urbanas, como as hortas comunitárias (FARFAN, 2008). Essas atividades geram fonte de renda para várias famílias e suprem necessidades alimentares da população local. No entanto, a escassez de orientação de manejo ambiental para as hortaliças é uma questão preocupante no que diz respeito à qualidade dos produtos destas hortas, bem como na qualidade ambiental destes locais. Estas atividades permitem a formação de microclimas, redução da temperatura, e diminuição da pobreza por meio da produção para consumo da comunidade urbana ou periurbana, impactando nas condições ambientais (REYDON et al., 2006).

O município de Petrolina conta com uma população de aproximadamente 360 mil habitantes (IBGE, 2020), que desenvolvem as mais variadas atividades econômicas para o sustento, contendo atividades das mais variadas origens, porém, a região possui destaques em atividades voltadas para a agricultura. Entre as atividades realizadas estão a agricultura urbana e periurbana, com hortas comunitárias que possuem isenção de cobrança de água, onde as terras são cedidas pela prefeitura em estímulo ao desenvolvimento dessa atividade econômica, segundo a lei nº 3.262 (POMAPO, 2019). Essa iniciativa a atividade de horticultura não só gera renda, como também tem o objetivo de melhorar a alimentação para as famílias, disponibilizando um espaço físico com a segurança dos muros da escola (FARFAN, 2008).

Para bons resultados nessas hortas, a qualidade do solo e da água são fatores cruciais para definir a qualidade do produto e um possível teor de contaminação. O monitoramento da qualidade das águas e dos solos geralmente tem como objetivo

detectar contaminantes danosos à saúde ou status de qualidade de micro e macronutrientes da área (FILIZOLA et al., 2006). Os índices de qualidade da água fornecem uma ferramenta simples e compreensível para os gestores sobre a qualidade e possíveis usos da água de irrigação (ALMEIDA et al., 2010). A resolução nº 357 de 17 de março de 2005 (CONAMA, 2005) estabelece limites dos fatores físicos, químicos e biológicos para o controle da qualidade da água, além de classificar os corpos hídricos e estabelecer os padrões que devem ser mantidos nestes locais (ANA, 2020). Já a resolução nº 420 de 28 de dezembro de 2009 estabelece critérios e valores limites aceitáveis no que diz respeito à qualidade de solo (CONAMA, 2009).

Sendo assim, o objetivo desta pesquisa é analisar a qualidade da água utilizada para irrigação e do solo em hortas comunitárias na região urbana de Petrolina-PE, verificando seu enquadramento nos parâmetros legais e reforçando a importância da prática da cultura orgânica, e seus benefícios à comunidade. O monitoramento da qualidade ambiental nas hortas comunitárias de Petrolina será direcionado a ajudar os agricultores urbanos no que diz respeito ao seu manejo/produktividade e atestar a qualidade dos produtos livres de contaminantes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Agricultura urbana e periurbana exercem um papel importante para a sustentabilidade ambiental e resiliência das comunidades urbanas. Essas práticas ganharam uma atenção crescente na literatura acadêmica e científica, e diversos estudos destacam seus benefícios e desafios. A agricultura urbana tem o potencial de fornecer alimentos frescos e nutritivos para as populações urbanas, reduzindo a dependência de longas cadeias de suprimentos e melhorando a segurança alimentar (MOUGEOT, 2006).

A eliminação de barreiras e a provisão de incentivos para a agricultura urbana e periurbana (AUP), bem como a melhora na gestão de recursos naturais nas áreas urbanas e periurbanas (FAO, 2002). A AUP é acima de tudo prestação de serviços à população, seja no aspecto ambiental, econômico ou social. As áreas verdes das hortas urbanas propiciam uma diminuição da temperatura pela formação de microclimas, permitem a reciclagem de resíduos sólidos na produção de compostos orgânicos e a manutenção da biodiversidade (MACHADO et al., 2002).

2.1. Hortas comunitárias em Petrolina

Considera-se horta comunitária, aquela onde um grupo de mais de duas pessoas compartilham um espaço de terra com disponibilidade de água de forma comum de modo a se articular coletivamente os recursos disponíveis ao grupo para viabilizar a produção de hortaliças (SILVA et al., 2018).

De acordo com Dadvand et al. (2015) a relação que existe entre espaços verdes e o desenvolvimento cognitivo é positiva em amplo espectro, pois as áreas verdes diminuem os ruídos ambientais que a população urbana é exposta. De acordo com Persuad et al. (2019), essas iniciativas oferecem oportunidades para a educação alimentar e ambiental, capacitando os participantes com habilidades agrícolas e conhecimentos sobre nutrição e sustentabilidade.

Figura 1. Horta comunitária em Petrolina – PE.



Fonte: O autor (2023).

2.2. Agroecologia

A agroecologia é uma ciência que visa compreender e promover a sustentabilidade da agricultura por via da aplicação dos princípios ecológicos. Segundo Altieri (2012), a agroecologia visa estabelecer sistemas agrícolas resilientes, biodiversos e economicamente viáveis, minimizando o uso de insumos externos,

como agroquímicos, e promovendo a conservação dos recursos naturais. Esta ciência enfatiza a importância dos processos ecológicos, como a ciclagem de nutrientes, a biodiversidade e a interação entre os organismos vivos. Tal abordagem busca fortalecer os serviços ecossistêmicos, como o controle biológico de pragas, a polinização e a fertilidade do solo (GLIESSMAN, 2007). A abordagem promove a equidade e a justiça social, valorizando os conhecimentos e as práticas tradicionais dos agricultores e fortalecendo a participação das comunidades rurais no processo decisório (PADILLA et al., 2018).

Para Rezende et al. (2012), a Agroecologia é uma resposta aos desafios enfrentados pela agricultura convencional, como a degradação ambiental, a perda de biodiversidade e a dependência de insumos externos. Essa abordagem busca promover a resiliência dos sistemas agrícolas, adaptando-se às condições locais e reduzindo os impactos negativos no meio ambiente (SANTOS et al., 2012).

2.3. Qualidade de água para irrigação

A qualidade da água para irrigação é avaliada por diversos parâmetros físico-químicos e microbiológicos que podem influenciar o crescimento das culturas, qualidade, fertilidade e saúde humana. Segundo You et al. (2019), a avaliação desses parâmetros é essencial para garantir a segurança e a eficiência da irrigação agrícola.

O crescimento e a produtividade das culturas dependem do manejo do solo, da água de irrigação e manejo das culturas, como: uso de culturas que sejam menos sensíveis aos sais, rotação de culturas e correta colocação das sementes a fim de evitar os locais de alta concentração de sais no leito de plantio (MACÊDO et al., 2007). Entre os parâmetros que podem ser avaliados, a condutividade elétrica (CE) é frequentemente utilizada para avaliar a salinidade da água e estabelecer limites aceitáveis para a irrigação (ARAIZA-AGUILAR, 2020). A gestão eficiente da qualidade da água para irrigação requer a adoção de estratégias de tratamento e manejo adequadas. Nesse sentido, nota-se a importância da utilização de técnicas de tratamento, como a filtração e a desinfecção, para garantir a qualidade da água. Além disso, a implementação de boas práticas agrícolas, como o manejo adequado dos fertilizantes e a rotação de culturas, é fundamental para minimizar os impactos negativos na qualidade da água (OH et.al 2018).

2.3.1. Classificação da água para irrigação

A classificação de Richards (1954), proposta pelos técnicos do Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos, se baseia no diagrama da Figura 3. No diagrama, as águas se dividem em quatro classes (C1 a C4), com respeito a sua condutividade elétrica (CE), isto é, em função de sua concentração total de sais solúveis, e outras quatro classes (S1 a S4), segundo sua sodicidade, baseada principalmente no efeito que tem o sódio trocável sobre a condição física do solo. A combinação destes dois índices, CE e RAS, permite estabelecer diferentes tipos de águas, ficando identificada cada uma delas pela inicial de cada um dos índices e subíndices numéricos. A medida que aumentam o valor dos subíndices, diminui a qualidade da água de irrigação. Para usar o diagrama é necessário conhecer a condutividade elétrica e as concentrações de sódio e (cálcio + magnésio), necessários para a determinação da RAS da água. A determinação da condutividade elétrica se faz utilizando-se de um condutivímetro, o sódio utilizando-se de um fotômetro de chama e a concentração de (Ca, Mg) por meio de titulação ou utilizando-se a técnica de absorção atômica (ALMEIDA, 2010).

Figura 2. Códigos de classificação.

CÓDIGOS DE CLASSIFICAÇÃO	
C1 = Salinidade baixa	S1 = Teor de sódio baixo
C2 = Salinidade média	S2 = Teor de sódio médio
C3 = Salinidade alta	S3 = Teor de sódio alto
C4 = Salinidade muito alta	S4 = Teor de sódio muito alto

Fonte: Sobral et al. (2015).

2.4. Qualidade de solo para hortas

A qualidade do solo desempenha um papel crucial no cultivo de hortas, influenciando diretamente o crescimento das plantas, a produtividade e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. A qualidade do solo é determinada por diversos fatores físicos, químicos e biológicos que afetam seu funcionamento e fertilidade. A avaliação da qualidade do solo é fundamental para identificar possíveis limitações e adotar estratégias de manejo adequadas (DANTAS et al., 2012).

A contaminação na agricultura urbana pode ter diversas origens, podendo variar de acordo com o local e todos os recursos que envolvem o manejo utilizado. Algumas atitudes mediadoras podem minimizar os riscos em situações, como: I) optar por sítios mais distantes de grandes vias de tráfego; II) utilizar árvores ou outras estratégias de barreiras verticais; III) Dar preferência ao plantio de árvores frutíferas, que concentram menos contaminantes nas partes comestíveis (VON HOFFEN et al., 2014); IV). Avaliar a origem do fertilizante utilizado e V) Importar solos não contaminados para área de interesse (MITCHELL et al., 2014).

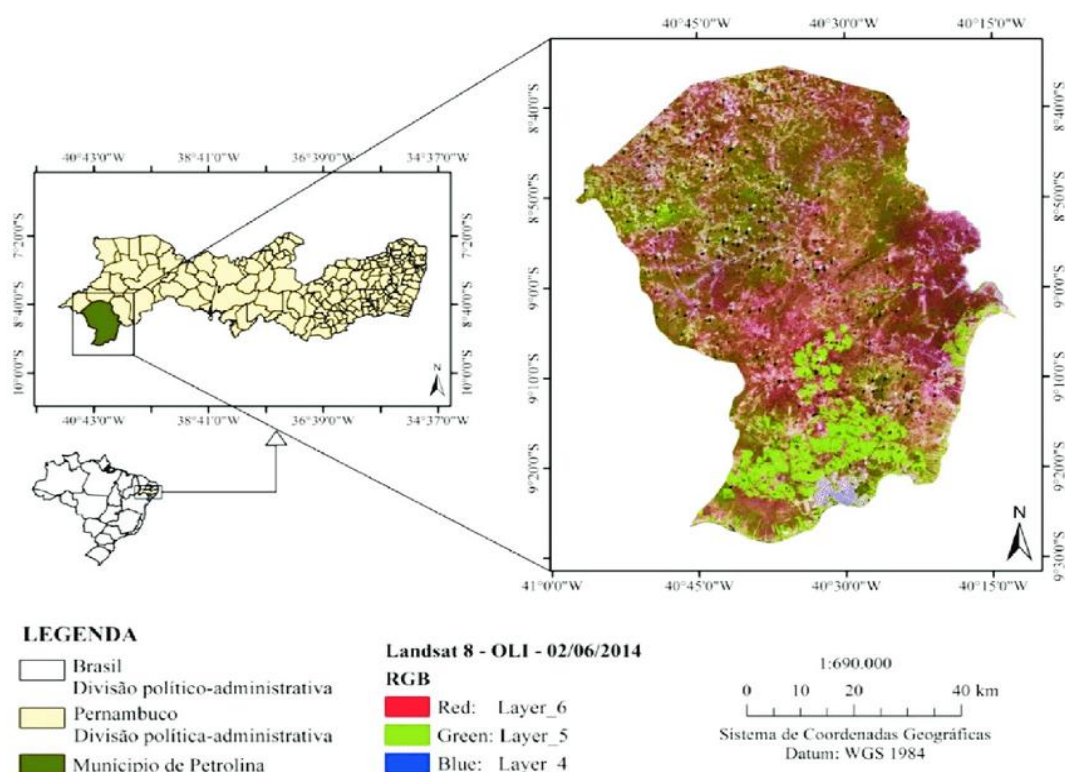
3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização das hortas

A área de estudo está localizada no município de Petrolina, em Pernambuco, Nordeste do Brasil. O município de Petrolina se estende por 4 558,4 km², conta com 349 145 habitantes e possui densidade demográfica de 76,6 habitantes por km² (IBGE, 2020). Esta cidade está inserida na Região do Vale do São Francisco, situado a 380 metros de altitude, entre as coordenadas geográficas: Latitude: 9° 23' 39" Sul, Longitude: 40° 30' 35" Oeste (Figura 3).

Para realização da pesquisa, foram coletadas amostras de água utilizada para irrigação e amostras de solo de 10 hortas comunitárias que se encontravam ativas no município. O fornecimento de água é proveniente dada empresa fornecedora de água COMPESA (Companhia Pernambucana de Saneamento).

Figura 3. Localização geográfica do município de Petrolina – PE, Nordeste do Brasil.



Fonte: Adaptado PROBIO (2008).

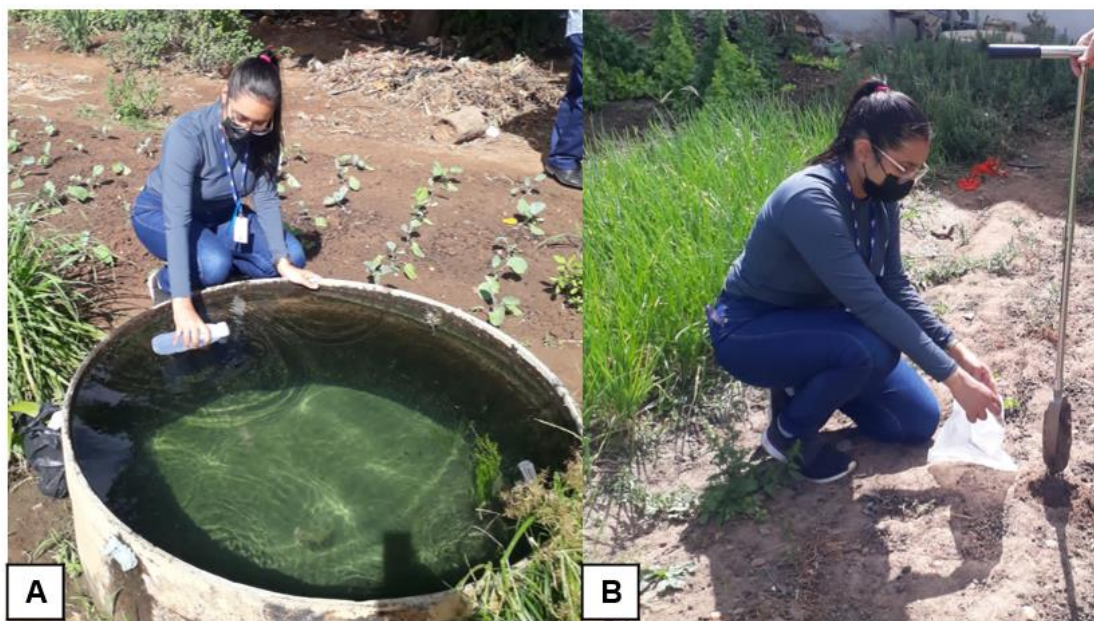
A principal atividade desenvolvida nas hortas é o cultivo de hortaliças, sendo alface, cebolinha, coentro e couve as principais culturas produzidas. Há também pequenas produções de árvores frutíferas e algumas plantas medicinais (FARFAN, 2008).

3.2. Coleta das amostras

Inicialmente foi realizado o mapeamento da região com a utilização do programa Google Earth, disponível na internet e adaptado pelo Projeto Participa, conduzido pela Embrapa Semiárido. Em seguida, foram selecionadas 10 hortas ativas do município de Petrolina-PE (Tabela 1). Nestas hortas foram coletadas amostras de água nos tanques de irrigação, e de solo, entre os meses de agosto e dezembro de 2022, em parceria com o Projeto Participa. As amostras de solo foram coletadas entre 0-20 cm, com trado, de acordo com o Manual de procedimentos de coleta de amostras em áreas agrícolas para análise da qualidade ambiental: solo, água e sedimentos

(FILIZOLA et al., 2006), utilizado pelo Laboratório de Solos da Embrapa Semiárido Petrolina - PE, Todo o material coletado foi acondicionado em caixa térmica e enviado aos laboratórios da Embrapa Semiárido.

Figura 4. Coleta de água de irrigação em horta (A) e solo (B) no município de Petrolina-PE, Nordeste do Brasil.



Fonte: O autor (2023).

Tabela 1- Hortas selecionadas, localização das hortas e identificação das amostras de água e solo coletadas no município de Petrolina-PE, Nordeste do Brasil.

Hortas	Bairro (Petrolina-PE)	Identificação das amostras de água	Identificação das amostras de solo
Escola Antônio Padilha	José e Maria	A1	S1
Escola Professor Simão Amorim	Rio Corrente	A2	S2
Centro de Convivência Idosos (CCI) - Mimi Cruz	Jardim Amazonas	A3	S3
Escola Jornalista João Ferreira Gomes	Cohab VI	A4	S4
Escola Poeta Jose Raulino Sampaio	Vale do Grande Rio	A5	S5
Escola Professor José Joaquim	José e Maria	A6	S6
Escola Padre Luiz Cassiano	Loteamento Recife	A7	S7
Escola Dom Antônio Campelo	Jardim São Paulo	A8	S8
Escola Santa Teresinha	Dom Avelar	A9	S9
Escola De Referência Em Ensino Médio Otacílio Nunes De Souza	Areia Branca	A10	S10

Fonte: O autor (2023).

3.3. Análises de qualidade de água de irrigação

Para determinação da qualidade da água, foram analisados os parâmetros de pH, condutividade elétrica (CE), cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Sódio (Na), Potássio (K), Carbonatos (CO_2), Bicarbonatos (HCO), Sulfatos (SO_4) e Cloreto (Cl^-), seguindo metodologia do Standard Methods for the examination of Water and Wastewater (APHA, 2012) com adaptações feitas no Procedimento Operacional Padrão utilizado no Laboratório de águas Embrapa Semiárido, Petrolina PE. Tais resultados foram utilizados para a classificação da água conforme o diagrama de qualidade de água para irrigação e a dureza da água.

Figura 5. Análise de qualidade da água, evidenciando a aferição do Cloreto por titulação (A) e análise de sulfato (B), realizadas nas amostras coletadas em hortas do município de Petrolina-PE.

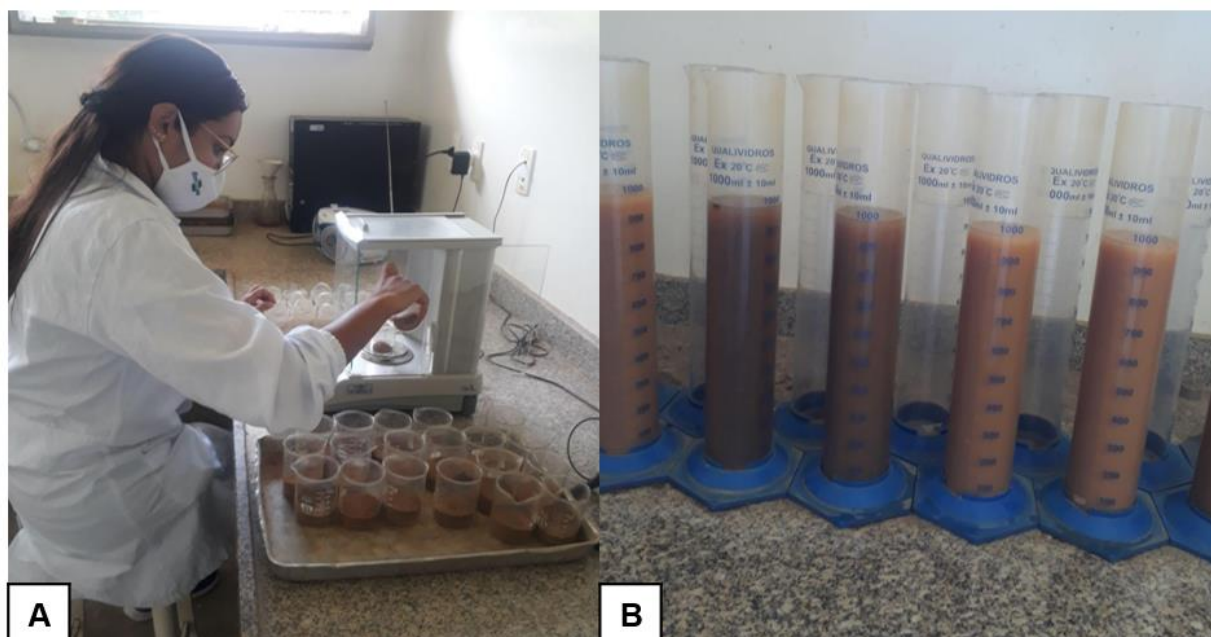


Fonte: O autor (2023).

3.4. Análises de qualidade de solo

Para determinação da qualidade do solo, foram analisados parâmetros físicos e químicos. Os parâmetros físicos foram: densidade de solo, densidade de partículas, porosidade total e granulometria, realizadas com base nas metodologias contidas no Manual de procedimentos de coleta de amostras em áreas agrícolas para análise da qualidade ambiental: solo, água e sedimentos (FILIZOLA et al, 2006).

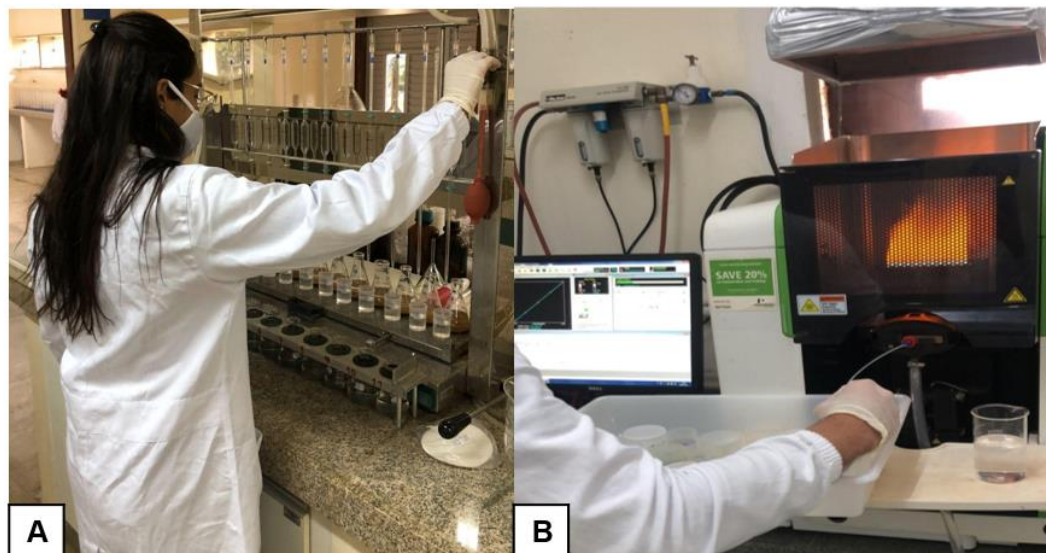
Figura 6. Pesagem de amostras de solo (A) para análises de pH e condutividade elétrica (B) coletadas em hortas comunitárias de Petrolina-PE.



Fonte: O autor (2023).

As análises químicas foram realizadas para pH, capacidade de troca de cátions, cálcio, magnésio, alumínio trocável, fósforo, potássio e sódio, feitas com base nas metodologias contidas no Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes (SILVA, 2009).

Figura 7. Análise de alumínio trocável (A) e metais (B) em extratos de amostras de solo coletadas em hortas comunitárias de Petrolina-PE.



Fonte: O autor (2023).

Tabela 2. Estimativa da variação percentual na assimilação dos principais nutrientes pelas plantas em função do pH do solo.

Elementos	pH 4,5	pH 5,0	pH 5,5	pH 6,0	pH 6,5	pH 7,0
Nitrogênio	20	50	75	100	100	100
Fósforo	30	32	40	50	100	100
Potássio	30	35	70	90	100	100
Enxofre	40	80	100	100	100	100
Cálcio	20	40	50	67	83	100
Magnésio	20	40	50	70	80	100

Fonte: (PNFCA, 1974; EMBRAPA, 1980).

Foram ainda realizadas análises de micronutrientes no solo (Fe, Cu, Zn e Mn), classificada como determinação de metais, de acordo como Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes (SILVA, 2009).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de qualidade de água mostrou os resultados apresentados na Tabela 3. Os parâmetros de cálcio mostraram o mínimo de 3,20 mg/L⁻¹ em A10 e máximo de 44,48mg/L⁻¹ em A2, enquanto para magnésio as concentrações oscilaram entre 40,59 mg/L⁻¹ em A10 e 52,99 mg/L⁻¹ em A5. Comparando os resultados obtidos para dureza total e dos íons de Ca + Mg com parâmetros apontados por Body et al. (1990), todas as hortas foram classificadas em branda dureza da água, não excedendo 75 mg/L⁻¹. A dureza branda é considerada benéfica, pois não gera a acumulação de sais no solo e também é favorável ao abastecimento público (AGRESTE et al., 2001).

Os valores obtidos na análise de sódio variaram entre 2,75 e 5,97 mg/L⁻¹, já os valores de potássio variaram entre 4,30 e 8,21 mg/L⁻¹. Com base em Feitosa et al. (2000) a concentração do sódio nas águas varia entre 0,1 e 100 mg/L⁻¹ e a concentração de potássio não deve exceder 10,0 mg/L⁻¹, ambos os parâmetros se encontraram dentro dos limites estabelecidos para atividade agrícola, sem geração de prejuízo as culturas.

Parâmetros de bicarbonato variaram entre 18,91 e 47,58 mg/L⁻¹, ficando abaixo de valores limites de variação de 50 e 350 mg/L⁻¹ de Hco³ na água destinadas a irrigação, o uso de água com alto teor de bicarbonato é prejudicial para plantas e solo. Quando em elevados indices afeta diretamente na salinidade do solo e baixa absorção de nutrientes nas plantas (FEITOSA et al., 2000).

Os valores de cloreto e sulfato não excederam o limite de 250 mg/L, estando dentro dos padrões indicados pela legislação para áreas de práticas agrícolas (CONAMA, 2005). O íon cloro é um dos mais conhecidos, em seus efeitos, de todos os íons salinos, quando presente em excesso nas águas pode fazer com que os cultivos sejam afetados por clorose foliar, acentuadas nas partes mais iluminadas, que podem resultar em necrose das bordas das folhas (ALMEIDA, 2010). O sulfato em altas concentrações provoca incrustações e ao consumo humano pode gerar distúrbios gastrointestinais, mesmo com baixa toxicidade (NASCIMENTO, 2020).

Os valores de pH oscilaram entre 5,54 e 6,05 na água para irrigação nas hortas comunitárias, caracterizando pH ácido em 9 hortas (A1 até A9) abaixo do padrão de 6,0 a 9,0 previsto pelo CONAMA (2005), apenas a horta A10 estava dentro do padrão, com pH de 6,05. Segundo CONAMA (2005), a classe 1 é descrita como a ideal para

à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, sendo assim é necessário no caso das hortas o alcance aos parâmetros ideais de pH. Para aumentar o pH da água de irrigação, pode-se adicionar substâncias alcalinas, como carbonato de cálcio (calcário), hidróxido de sódio (soda cáustica) ou bicarbonato de sódio (ALMEIDA, 2010). Quando o valor do pH não está dentro do valor permitido na portaria vigente, poderá colaborar para a corrosão ou formação de incrustações no sistema de distribuição de água (CETESB, 2015).

As concentrações da Condutividade elétrica (C.E) variaram de $0,09 \text{ dS m}^{-1}$ a $0,12 \text{ dS m}^{-1}$. Segundo Molle e Cadier (1992), a concentração de sais em água não deve atingir valores acima de $0,80 \text{ dS m}^{-1}$. Levando em consideração esse valor e os resultados de CE das amostras, estão dentro dos parâmetros que não apresentam risco a horticultura. Em relação a qualidade de água de irrigação a classificação geral em todas as hortas foi C1S1, salinidade baixa e teor de sódio baixo (Figura 2), caracterizando a água como excelente para irrigação, pois não gera acúmulo de sais no solo (SOBRAL, 2015).

Tabela 3. Resultados das análises de água de amostras coletadas em hortas comunitárias do município de Petrolina-PE.

Horta	Ca mg/L ⁻¹	Mg mg/L ⁻¹	Na mg/L ⁻¹	K mg/L ⁻¹	CO ³ mg/L ⁻¹	HCO ³ mg/L ⁻¹	SO ⁴ mg/L ⁻¹	Cl mg/L ⁻¹	pH	C.E. ds/m	Dureza Total mg/L	RAS mg/L	Dureza da água	Classificação
A1	31,26	51,53	5,74	5,08	0,00	22,57	159,46	20,92	5,59	0,10	7,26	0,21	Branda	C1S1
A2	44,48	51,78	5,51	5,08	0,00	35,38	163,30	20,56	5,54	0,09	8,10	0,19	Branda	C1S1
A3	32,86	49,10	5,74	5,47	0,00	41,48	162,34	29,07	5,62	0,10	7,10	0,21	Branda	C1S1
A4	36,47	49,10	2,75	8,21	0,00	47,58	150,81	34,74	5,54	0,09	7,32	0,10	Branda	C1S1
A5	28,05	52,99	5,74	5,47	0,00	32,94	163,30	32,61	5,55	0,09	7,12	0,18	Branda	C1S1
A6	21,24	45,70	5,97	5,47	0,00	18,91	162,34	26,59	5,76	0,09	6,02	0,24	Branda	C1S1
A7	40,08	43,27	5,97	5,08	0,00	45,75	157,54	26,59	5,93	0,90	6,96	0,22	Branda	C1S1
A8	36,07	47,16	5,05	4,30	0,00	32,94	163,30	32,61	5,55	0,09	7,12	0,18	Branda	C1S1
A9	24,84	47,89	5,97	4,69	0,00	22,57	162,34	23,75	5,61	0,09	6,48	0,23	Branda	C1S1
A10	3,20	40,59	5,05	4,30	0,00	30,50	159,46	51,05	6,05	0,12	4,36	0,24	Branda	C1S1

Fonte: O autor (2023).

Com relação a qualidade do solo, os valores de pH que indicam impactos positivos na absorção de nutrientes pelas culturas são os da faixa de 6,0 a 7,0 mS cm^{-1} (Tabela 2), estes valores são encontrados na maioria dos solos das hortas analisadas nesse estudo, com exceção da S9 que apresenta 5,70 mS cm^{-1} abaixo do pH ideal (PNFCA, 1974; EMBRAPA, 1980). Os resultados de CTC dos solos acompanharam os aumentos dos valores de pH, pois estão diretamente correlacionados a assimilação de nutrientes, diante disso as hortas comunitárias de Petrolina não geram maiores preocupações, exceto na horta S9 com 4,50 mS cm^{-1} . Esse dado deve ser considerado no manejo da adubação, pois em solos de baixa CTC o fracionamento da quantidade do nitrogênio e do potássio disponível é necessário para evitar perdas por lixiviação, valores menores que 5,0 cmolcdm^{-3} indicam problemas de fertilidade do solo (SOBRAL et al., 2015) A capacidade de troca iônica dos solos representa, portanto, a graduação da capacidade de liberação de vários nutrientes, favorecendo a manutenção da fertilidade por um prolongado período e reduzindo ou evitando a ocorrência de efeitos tóxicos da aplicação de fertilizantes (ROQUIM, 2010).

A ausência de alumínio está de acordo com CONAMA (2009), a resolução define valor 0,0 cmolcdm^{-3} como ideal. O Alumínio quando presente no solo pode inibir o crescimento radicular e influenciar na disponibilidade de outros nutrientes e processos como a mineralização da matéria orgânica, este pode ser acumulado diante a contaminação do solo com resíduos descartados indevidamente (SOBRAL et al., 2015).

Segundo parâmetros CONAMA (2009), os valores de cobre obtidos nas análises cumprem o limite de 2.000 kg.mg^{-1} em: S2, S3, S5, S6, S7 e S9. As hortas que excedem o valor limite são: S1, S8 e S10. Estas hortas apresentam valores que representam risco a saúde, de acordo com a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde. Assim como os valores de ferro que excedem o limite de 2.450 kg.mg^{-1} , o de manganês 400 kg.mg^{-1} e de zinco 1.050 kg.mg^{-1} , que foram encontrados no solo de todas as hortas, é indicado pelo CONAMA a investigação dos solo e possíveis contaminantes. Mesmo sendo micronutrientes importantes, quando em grande quantidade podem acarretar em acumulação no solo, podendo danificar a estrutura das raízes das plantas (AMBROSINI et al., 2015), o que pode reduzir a absorção de

água e nutrientes minerais do solo afetando diretamente no desenvolvimento das culturas (TOSELLI et al., 2019).

Tabela 4. Resultados das análises de solo de amostras coletadas em hortas comunitárias do município de Petrolina-PE.

Horta	pH mS cm ⁻¹	CTC cmolcdm ⁻³	Al cmolcdm ⁻³	Fe kg.mg ⁻¹	Mn kg.mg ⁻¹	Zn kg.mg ⁻¹	Cu kg.mg ⁻¹
S1	7,50	6,70	0,00	27.870	25.850	9.190	2.380
S2	6,60	6,90	0,00	21.920	23.760	1.240	920
S3	7,10	10,10	0,00	44.330	26.670	7.050	1.950
S4	7,30	8,80	0,00	22.050	53.640	11.650	1.430
S5	7,30	10,80	0,00	22.300	45.260	13.650	1.910
S6	7,50	7,20	0,00	20.620	68.760	19.260	1.890
S7	6,70	6,80	0,00	143.030	64.500	16.640	1.930
S8	6,70	7,30	0,00	111.640	67.840	13.600	2.410
S9	5,70	4,50	0,00	127.890	40.370	5.890	1.440
S10	6,30	7,90	0,00	241.930	28.040	11.850	2.900

Fonte: O autor (2023).

5. CONCLUSÃO

As águas das hortas comunitárias de Petrolina- PE em sua maioria estavam dentro dos parâmetros indicados para Ca, Mg, Na, K, Co³, HCO³, So⁴, Cl, CE e dureza total. O pH ácido da água para irrigação é uma situação que requer medidas de correções como adição de substâncias alcalinas para evitar prejuízos a tubulação e as plantas, o monitoramento e orientação é essencial.

A qualidade do solo atende os parâmetros de CTC, pH e Al. A questão do alto índice de Fe, Cu, Zn e Mn requer investigação, pois mesmo sendo micronutrientes favoráveis a fertilidade, podem apresentar riscos à saúde humana, de acordo com a legislação.

Contudo, diante dos resultados desse estudo de qualidade ambiental é possível perceber que é de grande importância o controle da qualidade das hortas comunitárias em Petrolina, para minimização de riscos de danos a prática da horticultura. Seria de grande valia parcerias com instituições de ensino e pesquisa, em busca de

orientações de manejo para as hortas e o monitoramento de forma consistente com análises, para garantir a qualidade e a segurança alimentar para comunidades consumidoras.

6. REFERÊNCIAS

ABUTER, R. et al. Detecção do redshift gravitacional na órbita da estrela S2 perto do buraco negro massivo do centro galáctico. **Astronomy & Astrophysics**, v. 615, p. L15, 2018.

AGRESTE, S. A. et al. **Atualização em nefrologia clínica: papel da constituição físico-química da água potável na litogênese renal**. J Bras Nefrol, v. 23, n. 1, p. 45-8, 2001.

ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 1ª ed., p.31, 2010.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Editora Expressão Popular; 1ª edição, p.230-235, 2012.

AMBROSINI, V. G. et al. Reduction of copper phytotoxicity by liming: a study of the root anatomy of young vines (*Vitis labrusca* L.). **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 96, p. 270-280, 2015.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Uso da água na agricultura de sequeiro no Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. - Brasília: ANA, 2020. Brasília, 2020.

APHA, American Public Health Association. **Standard Methods for the examination of Water and Wastewater – SMEWW**– APHA, 22th ed., Washington – USA, 2012.

ARAIZA-AGUILAR, J.A. et al. Modelo de previsão de geração de resíduos sólidos urbanos usando regressão linear múltipla. **Jornal Global de Ciência e Gestão Ambiental**, v. 6, n. 1, pág. 1 a 14 de 2020.

ARRUDA, Juliana et al. **AGRICULTURA URBANA E PERI-URBANA EM CAMPINAS/SP: análise do Programa de Hortas Comunitárias como subsídio para políticas públicas**. Campinas: Mestrado em Planejamento e Desenvolvimento

Rural Sustentável–Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2006.

BOYD, C. Water quality in ponds for aquaculture. **Auburn, Alabama: Birmingham Publishing**. p. 482, 1990.

BRASIL. Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, seção 1, p. 10887, 7 jun. 1990.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Licenciamentos, outros documentos**. Disponível em:

http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/cetesb/outros_documentos.asp#2. Acesso: 07 jul. 2023.

CONAMA. (2005). **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 15 maio de 2023

CONAMA. (2009). **Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009**. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>. Acesso em: 15 maio de 2023.

DADVAND, P. et al. Risks and benefits of green spaces for children: a crosssectional study of associations with sedentary behavior, obesity, asthma, and allergy.

Environmental Health Perspectives, v.122, p.1329-35, 2014.

DANTAS, J. D. N. et al. Qualidade de solo sob diferentes usos e manejos no Perímetro Irrigado Jaguaribe/Apodi, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 18-26, 2012.

EMBRAPA -Projeto: Racionalização do uso de insumos. Sub-Projeto: Pesquisa em racionalização do uso de fertilizantes e calcário na agricultura. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília (DF)**, p.78, 1980.

FAO- Food and agriculture organization of the united nations- **Alimentar a las ciudades**, 2002. Disponível em: <https://www.fao.org/3/ak824o/ak824o.pdf>. Acesso em: 16 março de 2023.

FARFAN, S. J. A. **Diagnóstico de hortas comunitárias no dipolo Juazeiro – BA e Petrolina – PE: perfil e demandas de pesquisas**, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325614326_URBAN_AND_PERIURBAN_AGRICULTURE_SOCIO-PRODUCTIVE_DYNAMICS_IN_TWO_COMMUNITY_GARDENS_AT_PETROLINA-PE_BRASILIAN_SEMIARID. Acesso em: 07 jul. 2023.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. Noções de Hidroquímica. In: **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**. Fortaleza: CPRM/REFO, LABHID-UFPe. p. 81 – 108, 2000.

FILIZOLA, H. F. et al. **Manual de procedimentos de coleta de amostras em áreas agrícolas para análise da qualidade ambiental: solo, água e sedimentos**. Embrapa Meio Ambiente, 2006.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecology: the ecology of sustainable food systems**, CRC Press, Taylor & Francis. New York, USA, v. 384, 2007.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e estados, Petrolina**. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/petrolina.html>. Acesso em: 16 mar. 2023.

MACÊDO, L. S. et al. Drenagem para Controle da Salinidade. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.1. n.2, p.69-71, 2007.

MACHADO, A. T.; MACHADO, C. T de T. **Agricultura Urbana. Planaltina**, DF: Embrapa Cerrados, p. 20, 2002.

MITCHELL, R.G. et al. Chumbo (Pb) e outros metais em solos de jardins comunitários da cidade de Nova York: fatores que influenciam a distribuição de contaminantes. *Poluição Ambiental*, **Elsevier**, v. 187, p. 162-169, 2014.

MOLLE, F.; CADIER, E. **Manual do Pequeno Açude**. SUDENE/ORSTOM/TAPI, 523p.1992.

MOUGEOT, L.J. **Cultivando mejores ciudades**: agricultura urbana para el desarrollo sostenible.v.1, p.62-66. IDRC, 2006.

NASCIMENTO, D. M. A importância da qualidade da água para seu uso na irrigação. **Boletim do Tempo Presente**-ISSN, v. 1981, p. 3384, 2020.

OH, Kai Hsiang et al. Uma revisão das questões relacionadas à reciclagem de águas cinzas: desafios e perspectivas futuras na Malásia. **Journal of Cleaner Production** , v. 171, p. 17-29, 2018.

PADILLA, M.C.; GUZMAN, E. S. **A agroecologia como investigação militante e feminista**. **Agroecologia**, v. 13, n. 1, pág. 11-20, 2018.

PERSAUD, N. et al. Comparação de listas de medicamentos essenciais em 137 países. **Boletim da Organização Mundial da Saúde**, v. 97, n. 6, pág. 394, 2019.

PNFCA - Programa Nacional de Fertilizantes e Calcário Agrícola. **Calagem e a eficiência dos fertilizantes** - Diário Oficial da União, pg. 12. 857-73, 1974.

POMAPO, **Política Municipal de Agroecologia e Produção Orgânica de Petrolina – PE. Lei nº 3.262, de 03 de dezembro de 2019**. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pe/p/petrolina/lei-ordinaria/2019/327/3262/lei-ordinaria-n-3262-2019-dispoe-sobre-a-politica-municipal-de-agroecologia-e-producao-organica-de-petrolina-pomapo>. Acesso em: 15 jun. 2023.

PROBIO, Projeto De Conservação E Utilização Sustentável Da Diversidade Biológica Brasileira. **Mapas de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros**. 2008. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/areaspriori.htm?h375hr2kuvpp93lkfk81rvotp5>. Acesso em: 10 jun. 2023.

RESENDE, A. L. S. et al. Influência de diferentes cultivos e fatores climáticos na ocorrência de crisopídeos em sistema agroecológico. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, p. 257-263, 2014.

REYDON, B. P.; MONTEIRO, M. S. L. A ocupação do cerrado piauiense: um processo de valorização fundiária. **Mercados de terras no Brasil: estrutura e dinâmica**. Brasília: NEAD, p. 95-122, 2006.

RICHARDS, L. A. Diagnóstico y recuperación de suelos salinos y sódicos. **Personal de Laboratorio de Salinidad de EE.UU.** 6. ed. México: Editorial LIMUSA, p. 176, 1993.

RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. **Embrapa Monitoramento por Satélite. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 8, p.26, 2010.

SANTOS, F. P.; CHALUB-MARTINS, L. Agroecologia, consumo sustentável e aprendizado coletivo no Brasil. **Educação e Pesquisa**, v. 38, p. 469-484, 2012.

SILVA, F. C. et al. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

SILVA, S. D. P. et al. Agricultura Urbana e Periurbana: Dinâmica socioprodutiva em Hortas Cumunitárias de Petrolina/PE semiárido Brasileiro. **Nucleus (16786602)**, v. 15, n. 1, 2018.

SOBRAL, L. F. et al. **Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos**. Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 206. 2015.

TOSELLI, M. et al. Response of potted grapevines to increasing soil copper concentration. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 15, n. 1, p. 85-92, 2009.

VON HOFFEN, L. P.; SÄUMEL, I. Orchards for edible cities: Cadmium and lead content in nuts, berries, pome and stone fruits harvested within the inner city neighbourhoods in Berlin, Germany. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 101, p. 233-239, 2014.

YOU, Y. et al. **Otimização de grandes lotes para aprendizagem profunda: Bert de treinamento em 76 minutos**, 2019. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1904.00962>. Acessado em: 07 jul. 2023.