



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA

**LEONARDO LOTSCH DA CUNHA SILVA**

AVALIAÇÃO DA APTIDÃO AGROCLIMÁTICA E DO CALENDÁRIO DE CULTIVO  
PARA A LOCALIDADE DO PARQUE DE MADUREIRA COMO SUBSÍDIO AO  
PROJETO HORTAS CARIOCAS DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Rio de Janeiro

2022

LEONARDO LOTSCH DA CUNHA SILVA

AVALIAÇÃO DA APTIDÃO AGROCLIMÁTICA E DO CALENDÁRIO DE CULTIVO  
PARA A LOCALIDADE DO PARQUE DE MADUREIRA COMO SUBSÍDIO AO  
PROJETO HORTAS CARIOCAS DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Meteorologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Meteorologia.

Orientadora: D.Sc. Célia Maria Paiva

Rio de Janeiro

2022

LEONARDO LOTSCH DA CUNHA SILVA

AVALIAÇÃO DA APTIDÃO AGROCLIMÁTICA E DO CALENDÁRIO DE CULTIVO  
PARA A LOCALIDADE DO PARQUE DE MADUREIRA COMO SUBSÍDIO AO  
PROJETO HORTAS CARIOCAS DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Departamento de Meteorologia da  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, como  
parte dos requisitos necessários à obtenção do  
grau de Bacharel em Meteorologia.

Avaliado por:

---

D.Sc. Célia Maria Paiva (Orientadora)  
Departamento de Meteorologia - IGEO - UFRJ

---

D.Sc. Luiz Cláudio Gomes Pimentel  
Departamento de Meteorologia - IGEO - UFRJ

---

D.Sc. Luiz Francisco Pires Guimarães Maia  
Departamento de Meteorologia - IGEO - UFRJ

Rio de Janeiro

2022

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais, por toda ajuda, paciência e estrutura para trilhar o meu caminho, me apoiando independente de minhas muitas escolhas e indecisões; A minha irmã, a Ingrid e minha doguinha Berenice, que sempre estiveram ao meu lado nos momentos bons ou ruins.

Aos meus amigos de curso, principalmente Aline, Andressa, Jéssica, Jonatha, Rebecca, Vinícius e Vitor. pela amizade, apoio, esporros e companhia nas festas. E também todas as pessoas da UFRJ em geral que passaram mesmo que rápido pela minha vida. Meu ciclo na graduação certamente não teria sido tão doido sem vocês.

A minha orientadora Célia Paiva, sou grato por todos os ensinamentos, suporte ao meu trabalho, pela dedicação e pela paciência. E grato por me apresentar a agrometeorologia.

A todas(os) professoras(es) do Departamento de Meteorologia da UFRJ e Rosi, que me aturaram por todos esses anos, muito obrigado por todo o ensinamento e apoio. Em especial, agradeço ao professor Maia que me recebeu de braços abertos no Lepa e como orientado, mesmo que por pouco tempo, e todo suporte.

De modo geral, agradeço a todas(os) que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação acadêmica e pessoal.

## RESUMO

SILVA, Leonardo Lotsch da Cunha. **Avaliação da aptidão agroclimática e do calendário de cultivo para a localidade do Parque de Madureira como subsídio ao Projeto Hortas Cariocas do Município do Rio de Janeiro.** Monografia (Graduação em Meteorologia) – Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2022.

A agricultura urbana tem se mostrado uma ferramenta essencial para solucionar questões complexas de dimensões econômica, social e ambiental. Pode ser utilizada para atenuar as dificuldades de acesso à alimentação saudável pelas populações em situação de vulnerabilidade, gerar empregos e promover a educação ambiental. O presente trabalho visa avaliar a aptidão agroclimática, bem como o calendário de cultivo, de um grupo de culturas, para a horta urbana do Parque de Madureira localizado no município do Rio de Janeiro-RJ, em relação ao clima atual e às projeções climáticas futuras de curto prazo (2021-2040) do IPCC, para cenários 1 - otimista (SSP1-1.9) e 5 - pessimista (SSP5-8.5). Para a elaboração da aptidão agroclimática para o clima atual foram utilizados os dados médios mensais obtidos na Estação Meteorológica de Realengo (INMET) de temperatura do ar, precipitação total, deficiência hídrica do solo, determinada pelo balanço hídrico climatológico, e informações sobre as culturas de interesse. Já a aptidão agroclimática para o clima futuro (2021-2040) foram utilizados esses mesmos dados, porém, ajustados para os cenários 1 e 5 do IPCC. Em síntese, com base nos resultados, pode-se dizer que as culturas mais adequadas para o cultivo na localidade do Parque de Madureira, levando em consideração o período de cultivo e o clima atual, são: a cenoura, com o maior período de cultivo entre 10 (ciclo curto) e 9 (ciclo longo) meses; a rúcula, mostarda, pepino, abobrinha e nabo com 5 meses, tanto para o ciclo curto quanto para o longo; a beterraba, chicória, almeirão, agrião, acelga, couve-chinesa, ervilha, feijão-vagem e espinafre, com 5 meses (curto) e 4 meses (longo); o morango com 4 meses, tanto no ciclo curto quanto no longo. As menos adequadas, são: couve-flor, repolho, abóbora e batata, com 4 meses para o ciclo curto e 3 meses para o ciclo longo; e o pimentão, chuchu e moranga, com 3 meses para ambos os ciclos. A aptidão agroclimática para os cenários 1 e 5 do IPCC indicou uma redução dos meses aptos para o plantio da maioria das culturas estudadas. De modo geral, as culturas sofreram o mesmo impacto da diminuição de 1 mês no período de cultivo nos dois cenários, com exceção da moranga (2 meses para o ciclo longo) e da cenoura (nenhum mês).

Palavras-chave: Meteorologia. Parque de Madureira. Hortas Urbanas.

## ABSTRACT

SILVA, Leonardo Lotsch da Cunha. **Assessment of agroclimatic aptitude and cultivation calendar for the location of Parque de Madureira as a subsidy to the Hortas Cariocas Project of the Municipality of Rio de Janeiro.** Monografia (Graduação em Meteorologia) – Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2022.

Urban agriculture has proved to be an essential tool for solving complex issues of economic, social and environmental dimensions. It can be used to alleviate the difficulties of access to healthy food by vulnerable populations, generate jobs and promote environmental education. The present work aims to evaluate the agroclimatic aptitude, as well as the cultivation calendar, of a group of cultures, for the urban garden of Parque de Madureira located in the city of Rio de Janeiro-RJ, in relation to the current climate and future climate projections of short term (2021-2040) of the IPCC, for scenarios 1 - optimistic (SSP1-1.9) and 5 - pessimistic (SSP5-8.5). For the elaboration of the agroclimatic suitability for the current climate, the monthly average data obtained in the Meteorological Station of Realengo (INMET) of air temperature, total precipitation, soil water deficiency, determined by the climatological water balance, and information on the crops of interest. As for the agroclimatic suitability for the future climate (2021-2040), these same data were used, however, adjusted for scenarios 1 and 5 of the IPCC. In summary, based on the results, it can be said that the most suitable crops for cultivation in the locality of Parque de Madureira, taking into account the period of cultivation and the current climate, are: the carrot, with the longest period of cultivation between 10 (short cycle) and 9 (long cycle) months; arugula, mustard, cucumber, zucchini and turnip with 5 months, both for the short and long cycle; beetroot, chicory, chicory, watercress, Swiss chard, Chinese cabbage, peas, green beans and spinach, aged 5 months (short) and 4 months (long); the strawberry with 4 months, both in the short and in the long cycle. The least suitable are: cauliflower, cabbage, pumpkin and potato, with 4 months for the short cycle and 3 months for the long cycle; and pepper, chayote and squash, with 3 months for both cycles. The agroclimatic suitability for IPCC scenarios 1 and 5 indicated a reduction in the months suitable for planting most of the crops studied. In general, crops suffered the same impact from a 1-month decrease in the growing period in both scenarios, with the exception of squash (2 months for the long cycle) and carrot (no month).

Keywords: Meteorology. Madureira Park. Urban Gardens.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Localização do Parque de Madureira no município do Rio de Janeiro (Fonte: Google Earth, 2022) 22
- Figura 2 - Limites do Parque de Madureira, localizado entre os marcadores de cor amarela (Fonte: Google Earth) 23

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características nutricionais das culturas consideradas neste estudo	19
Tabela 2 – Configurações utilizadas em cada uma das abas dos menus do Atlas Interativo do IPCC	24
Tabela 3 - Normais climatológicas de temperatura média mensal, em graus Celsius, na estação de Realengo do INMET, para o período de 1981-2010	24
Tabela 4 - Normais climatológicas de precipitação acumulada média mensal, em milímetros, na estação de Realengo do INMET, para o período de 1981-2010	24
Tabela 5 - Deficiência (<0) e excedente (>0) hídrico, em milímetros, obtido pelo balanço hídrico climatológico (THORNTHWAITE; MATHER, 1955), com dados da estação de Realengo do INMET, para o período de 1981-2010	25
Tabela 6 - Acréscimo, em graus Celsius, na temperatura do ar média mensal, relativos aos cenários 1 e 5 do IPCC para o município do Rio de Janeiro	25
Tabela 7 - Acréscimo ou decréscimo, em milímetros, na precipitação total média mensal, relativos aos cenários 1 e 5 do IPCC para o município do Rio de Janeiro	25
Tabela 8 - Deficiência (<0) ou excedente (>0) hídrico, em milímetros, obtido pelo balanço hídrico climatológico (THORNTHWAITE; MATHER, 1955), para a climatologia atual e cenários 1 (Otimista) e 5 (Pessimista)	25
Tabela 9 - Culturas selecionadas, ciclo vegetativo e temperaturas basais (EMBRAPA, 2010)	26
Tabela 10 - Melhores datas de plantio, para o ciclo curto das culturas, em relação ao clima atual e aos cenários 1 e 5 do IPCC	30
Tabela 11 - Melhores datas de plantio, para o ciclo longo das culturas, em relação ao clima atual e aos cenários 1 e 5 do IPCC	31
Tabela 12 - Calendário de aptidão agroclimática, para os ciclos vegetativos curto e longo, das culturas, para o clima atual	32
Tabela 13 - Calendário de aptidão agroclimática, para os ciclos vegetativos curto e longo, das culturas, para o cenário 1 (otimista)	34
Tabela 14 - Calendário de aptidão agroclimática, para os ciclos vegetativos curto e longo, das culturas, para o cenário 5 (pessimista)	35
Tabela 15 - Síntese dos resultados	37



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
1.1 OBJETIVO	10
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>11</b>
2.1 CLIMA E PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA	11
2.2 APTIDÃO AGROCLIMÁTICA	12
2.3 IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA AGRICULTURA	12
2.4 ATLAS INTERATIVO DO IPCC	13
2.5 AGRICULTURA URBANA	15
2.6 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DAS CULTURAS	17
<b>3 METODOLOGIA</b>	<b>19</b>
3.1 REGIÃO DE ESTUDO	19
3.2 DADOS	22
3.3 APTIDÃO AGROCLIMÁTICA	25
3.4 BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO	26
<b>4 RESULTADOS</b>	<b>28</b>
4.1 APTIDÃO AGROCLIMÁTICA DE MADUREIRA	28
<b>5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>37</b>
<b>6 REFERÊNCIAS</b>	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Agricultura enfrenta uma pressão crescente para fornecer alimentos suficientes, acessíveis e nutritivos para uma população em crescimento, para lidar com as mudanças climáticas e a degradação dos recursos naturais, incluindo escassez de água, esgotamento do solo e perda de biodiversidade (FAO, 2019).

O cultivo não está restrito ao campo, mesmo em áreas urbanizadas, com prédios, asfalto e construções das mais modernas, encontra-se hortas em canteiros, casas, lajes entre outros locais. Esse tipo de cultivo, em meio à urbanização, é conhecido como agricultura urbana. Para alimentar o mundo e fazê-lo de forma sustentável, é necessária uma mudança urgente e radical em nossos sistemas alimentares. Para serem eficazes, as ações transformadoras devem abordar um conjunto complexo de objetivos interconectados que abrangem as dimensões econômica, social e ambiental (FAO, 2019). A população carente dos países em desenvolvimento geralmente tem acesso limitado aos alimentos, tanto em quantidade como em qualidade. Isso porque um dos fatores-chave na determinação do consumo é a disponibilidade de renda da população (EMBRAPA, 2009). A agricultura urbana assume este papel fundamental junto à sociedade, enfrentando desafios socioambientais, redução da desigualdade, geração de renda familiar, aliviando os impactos ambientais nas cidades e melhorando os indicadores na segurança alimentar.

Desde 2006, a Gerência de Agroecologia e Produção Orgânica (GAP), da Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Rio de Janeiro (SMAC), desenvolve o Programa Hortas Cariocas (PHC), de forma a contribuir com a redução dos índices de ocupação irregular de terrenos ociosos e elevação dos níveis de inclusão social, reduzindo os riscos de insegurança alimentar na cidade, por meio de capacitação para a população carente em comunidades ou escolas que possuam áreas passíveis de se implantar e gerir hortas urbanas e comunitárias (SMAC, 2021).

A agricultura é uma das atividades econômicas fortemente dependente das informações de tempo e clima (PEREIRA *et al*, 2002). Segundo Coltri *et al* (2007), a previsão do tempo e do clima vem ganhando cada vez mais espaço na tomada de decisões operacionais das atividades agrícolas cotidianas. A agrometeorologia continua sendo uma peça fundamental para a agricultura, mesmo com os avanços científicos e tecnológicos. Os elementos climáticos exercem influência direta sobre todos os estágios da cadeia de produção agrícola, incluindo a preparação da terra, semeadura, crescimento dos cultivos, colheita, armazenagem, transporte e comercialização (AYOADE, 1986). A escolha correta do tipo de

cultura de acordo com o clima de uma determinada área é de suma importância, segundo Zolnier (1994). Portanto, o planejamento racional da agricultura depende da avaliação da aptidão agroclimática de uma determinada região.

Segundo o INMET (2009), as principais variáveis meteorológicas que afetam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas são chuva, temperatura do ar e radiação solar (HOOGENBOOM, 2000), havendo ainda a influência do fotoperíodo, da umidade do ar e do solo e da velocidade e direção do vento (PEREIRA *et al*, 2002; MAVI e TUPPER, 2004).

Na projeção do Grupo de Trabalho I do IPCC, a temperatura global da superfície continuará a aumentar até pelo menos meados deste século em todos os cenários de emissões considerados. As taxas de aquecimento global de 1,5°C e 2°C serão excedidas durante o século 21, a não ser que reduções profundas nas emissões de CO<sub>2</sub> e outros gases de efeito estufa ocorram nas próximas décadas (ESCOBAR, 2021).

Em resposta a estas alterações, a agricultura poderia sofrer influências negativas ou positivas na produtividade. Face às mudanças climáticas preconizadas, o aperfeiçoamento das práticas agrônômicas poderia atenuar os cenários (INMET, 2009).

## 1.1 OBJETIVO

Dada a influência direta que o clima exerce sobre a agricultura, este trabalho tem como objetivos:

- Avaliar a aptidão agroclimática de diferentes culturas para a localidade do Parque de Madureira, como subsídio ao Projeto Hortas Cariocas, do município do Rio de Janeiro, tendo em vista o clima atual e às projeções de mudanças climáticas do IPCC;
- Elaborar um calendário agrícola, com as melhores datas de plantio, com base na aptidão agroclimática para o clima atual e às projeções de mudanças climáticas do IPCC, para a mesma região.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CLIMA E PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA

As principais variáveis meteorológicas que afetam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas são a chuva, a temperatura do ar e radiação solar (HOOGENBOOM, 2000), havendo ainda a influência do fotoperíodo, da umidade do ar e do solo, da velocidade e da direção do vento (PEREIRA *et al*, 2002; MAVI e TUPPER, 2004).

Mesmo em condições favoráveis de luz, o crescimento da planta cessa para temperatura do ar abaixo de um certo valor mínimo ou acima de um certo valor máximo. Dentro desse intervalo térmico de crescimento, existe um ótimo de temperatura do ar no qual o crescimento da planta ocorre com maior rapidez. Esses valores mínimo, ótimo e máximo são conhecidos como temperaturas cardeais ou basais de uma determinada espécie vegetal (MOTA, 1975).

O excesso de calor pode provocar um declínio na atividade metabólica da planta, devido ao aumento da taxa de respiração que pode ultrapassar a taxa de fotossíntese, detendo o crescimento da planta. Por sua vez, a deficiência de calor pode fazer a planta entrar em dormência, diminuindo também sua atividade metabólica, o que prejudica seu crescimento (GLIESSMAN, 2001). Isso se dá, porque a temperatura do ar afeta uma série de processos no organismo da planta, como a respiração de manutenção, a transpiração, a fotossíntese, o repouso vegetativo, a duração das fases fenológicas das culturas, a indução ao florescimento, o conteúdo de óleo em grãos, a taxa de germinação de sementes entre outros (MAVI e TUPPER, 2004; PEREIRA *et al*, 2002).

A precipitação afeta a disponibilidade hídrica dos solos, que por sua vez influencia a absorção de água e de nutrientes pelas raízes e dessa forma a condição hídrica e nutricional das culturas. A seca induz as plantas a fecharem seus estômatos, o que afeta negativamente a fotossíntese e a transpiração e a nutrição da planta. O encharcamento do solo, em períodos de chuva excessiva, leva à redução de sua oxigenação e da atividade radicular, ou seja, da absorção de água e nutrientes. Portanto, tanto as secas quanto o encharcamento dos solos podem causar a redução da produtividade das culturas (INMET, 2009).

Devido a todas essas influências, a temperatura do ar é considerada a principal variável meteorológica a ser considerada na avaliação da aptidão agroclimática de uma região, juntamente com a precipitação (CAMARGO *et al*, 1974, 1977).

Em síntese, o ritmo da disponibilidade de energia e de água de uma certa região determina o seu potencial de produtividade agrícola. No entanto, em regiões tropicais, ou seja, sem restrição de luz solar, onde o suprimento hídrico para as culturas vem da prática da rega ou irrigação, o fator climático condicionante da produtividade passa a ser a temperatura do ar (PEREIRA *et al*, 2002).

## 2.2 APTIDÃO AGROCLIMÁTICA

O planejamento racional da agricultura depende da avaliação da aptidão agrícola de uma determinada região (ZOLNIER, 1994), sendo um dos objetivos mais aplicados da Agrometeorologia que visa a delimitação da vocação agrícola das terras.

A determinação da aptidão climática das regiões de um país, estado ou município pode ser feita de forma espacializada pela elaboração de mapas de aptidão através do zoneamento agroclimático ou pontualmente para localidades que tenham uma escala espacial menor. Para tanto, define-se a aptidão da área considerada para o cultivo de determinada espécie de interesse agrícola, considerando as exigências agroclimáticas dos cultivos e as informações macroclimáticas (PEREIRA *et al*, 2002). Para um maior retorno dos investimentos dos produtores, essa análise deve ser periodicamente atualizada (SANTOS, 1999). Tal atualização ganha uma importância maior para fins de planejamento e adaptação, frente aos possíveis impactos das mudanças climáticas na aptidão de áreas cultivadas (ASSAD *et al*, 2004).

Nesse contexto, vale ressaltar não somente a necessidade de séries históricas de dados de temperatura do ar e de precipitação como também a de informações agrometeorológicas tais como a deficiência e o excedente de água no solo em diferentes épocas do ano. Portanto, o balanço hídrico climatológico assume papel importante no planejamento da agricultura, por permitir a identificação dos períodos com excedente hídrico e deficiência hídrica e suas respectivas intensidades, definindo o tipo de sistema de cultivo a ser empregado, sequeiro ou irrigado, e o período em que cada um deles deve ser conduzido (PEREIRA *et al*, 2002).

## 2.3 IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA AGRICULTURA

No contexto das mudanças climáticas, diversos trabalhos demonstram a importância da avaliação da vulnerabilidade da atividade agrícola em diferentes locais e para diferentes culturas.

Alguns estudos simulando os impactos, da mudança climática, sobre a agricultura por meio de modelos matemáticos foram apresentados por Siqueira (2001) para o trigo, milho e soja, por Assad *et al* (2004), Marengo (2001) e Pinto *et al* (2002) para o café e por Nobre *et al* (2005) para o milho, feijão, arroz, soja e café. Esses estudos apresentam as perdas econômicas anuais provocadas pelo aumento de 1°C na temperatura, chegando a valores de 375 milhões de dólares para o café, somando os estados de Minas Gerais, Paraná e São Paulo e 61 milhões de dólares para o milho em São Paulo.

Mais recentemente, Assad *et al* (2020) avaliaram os efeitos que tais alterações no clima podem ter sobre a agricultura no bioma Cerrado, identificando os principais impactos nas culturas agrícolas (arroz, algodão, feijão, milho e soja) e elencando algumas alternativas para adaptação da produção. Esses autores reportaram que o risco potencial de perda para o ano de 2050 variaria entre R\$ 173.637.000,00 e R\$ 14.845.136.000,00 para a cultura do arroz e da soja, respectivamente, com uma redução de áreas aptas para esses cultivos variando entre 17 e 30%, respectivamente. Para as culturas do algodão, feijão e milho os riscos de perdas seriam de R\$ 198.405.000,00 (com redução de área de 3%), R\$ 369.874.000,00 (com redução de área de 12%) e de R\$ 1.427.319.000,00 (com redução de área de 9%), respectivamente.

No entanto, os esforços têm se concentrado em regiões e em culturas de maior expressão econômica, o que penaliza municípios com pouca produtividade quando comparados ao cenário nacional, mas de importância vital para os pequenos agricultores familiares que dependem dessa atividade para seu sustento e alimentação.

## 2.4 ATLAS INTERATIVO DO IPCC

O Atlas Interativo do IPCC (IPCC WGI Interactive Atlas) compõe o capítulo final do Sexto Relatório de Avaliação do IPCC (AR6) do Grupo de Trabalho I (GTI), que tem como finalidade avaliar aspectos fundamentais das mudanças observadas, atribuídas e projetadas no clima regional em coordenação com outros capítulos do GTI. Ele fornece análises e avaliações de mudanças regionais no clima médio (temperatura de superfície, precipitação e variáveis criosféricas) e expande e integra resultados de outros capítulos em diferentes escalas espaciais e temporais (GUTIÉRREZ *et al*, 2021).

Essas análises estão disponíveis para uma variedade de períodos históricos e futuros, e cenários de emissões ou níveis de aquecimento. Uma descrição dos conjuntos de dados, escalas temporais e espaciais, e dimensões de análise, bem como a representação de robustez e incerteza são introduzidas no Atlas (IPCC, 2021).

O Atlas considera várias linhas de evidência, incluindo a avaliação de diferentes conjuntos de dados observacionais globais e regionais, atribuição de tendências observadas, além de várias simulações de modelos dos Projetos de Intercomparação de Modelo Acoplado CMIP5 e CMIP6 e o Coordinated Regional Downscaling Experiment (GUTIÉRREZ *et al*, 2021).

Para facilitar o uso deste componente do Atlas interativo para usuários com diferentes necessidades, ele inclui duas interfaces alternativas: simples (com foco em futuros climáticos) e avançada. A interface simples destina-se ao público em geral, mídia, ensino e tomadores de decisão, pois amplia as informações sobre o futuro climático para diferentes níveis de aquecimento global (IPCC,2021). A interface avançada, de maior interesse para os pesquisadores, fornece várias informações através de quatro abas de menus por onde pode-se configurar a exibição dos resultados desejados. Na primeira aba, denominada “CONJUNTO DE DADOS”, pode-se escolher um dos seguintes modos: Projeções de Modelos (fornece dados de projeções para o clima futuro), Modelagem Histórica (fornece dados de simulações históricas), Observações (fornece dados com base em observações) e Paleoclima (fornece dados de simulações paleoclimáticas). Na segunda aba, denominada “VARIÁVEL”, pode-se escolher a variável de interesse, para os resultados da primeira aba, entre o conjunto de variáveis atmosféricas, oceânicas e socioeconômicas disponibilizadas. Na terceira aba, denominada “QUANTIDADE E CENÁRIO”, pode-se selecionar o período passado recente para a linha de base histórica e o período de tempo futuro ou nível de aquecimento para as informações de projeções. Adicionalmente, escolhe-se nessa aba a exibição de valores absolutos ou alterações em relação à linha de base histórica. Na quarta e última aba, denominada “ESTAÇÃO”, pode-se selecionar uma entre as seguintes possibilidades de exibição dos resultados: média anual, estações do ano ou média para um determinado mês do ano. Para mais informações, existe a opção “Sobre” e o ícone “i” na janela do atlas que descreve com maiores detalhes cada uma de suas funções. Todas essas informações, do modo avançado do atlas, podem ser acessadas no sítio “<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>” através da opção “INFORMAÇÕES REGIONAIS”, clicando-se sobre a palavra “Avançado”.

Algumas projeções do IPCC presentes no Atlas, para o território brasileiro, indicam que a região Norte do país pode se tornar mais quente e seca, incluindo a região da Amazônia. O mesmo aconteceria na região Nordeste, que poderia agravar ainda mais a seca local, o que traria impactos gravíssimos para a segurança hídrica, energética e alimentar da região. A região Centro-Oeste, onde está concentrada a maior parte do agronegócio brasileiro, também

ficaria mais quente e seca, enquanto o Sudeste ficaria, além de mais quente, sujeito a mais extremos climáticos de natureza hídrica (Jornal USP, 2021).

## 2.5 AGRICULTURA URBANA

A agricultura urbana tem sido apontada pela FAO, Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação, como estratégia fundamental para a segurança alimentar, para a estabilidade social e para a preservação do meio ambiente nos grandes centros urbanos do planeta (PREFEITURA DO RJ, 2021).

Nesse sentido, considerando o crescimento expressivo e a importância da agricultura urbana para a soberania alimentar da população mais vulnerável residente nas cidades, foi criado o Projeto Hortas Cariocas. A iniciativa teve início no final do ano de 2006, tendo sido criado na Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC), pela Gerência de Agroecologia e Produção Orgânica (PREFEITURA DO RJ, 2021).

Um estudo realizado no ano de 2014 por O'Reilly (2014), apontou que entre as 40 hortas inauguradas, 7 se encontravam no estado de emancipação, 4 estavam prestes a se emanciparem, 8 foram paralisadas devido a resultados insatisfatórios e 21 permaneciam em funcionamento. As em estado de emancipação foram aquelas em que os hortelãos atingiram um nível cujo lucro da venda de toda a produção foi maior que a bolsa de R\$360,00 concedida pela Prefeitura e passaram a não terem que doar metade do que era produzido. O fechamento de unidades de produção pela equipe gestora se deu devido ao fato de não terem alcançado os resultados esperados na produção de alimentos e conservação da horta durante determinado tempo. Quando os gestores percebem que os hortelãos não estão mais comprometidos com a horta, interessados somente na bolsa concedida pela prefeitura, a horta é paralisada.

Dados mais recentes informam que em 2020 o Programa Hortas Cariocas contava com 49 unidades produtivas, sendo 24 unidades em comunidades de baixa renda e 25 em equipamentos da Secretaria Municipal de Educação (SME). Desde junho de 2018 o PHC (Programa Hortas Cariocas) passou a contar com uma unidade externa, o Centro Municipal de Agroecologia e Produção Orgânica - CEMAPO, situado na expansão do Parque de Madureira, zona norte do Rio. O Centro fica no coração da AP-3, região com os mais baixos indicadores sociais da cidade. Desta forma, destina-se a cumprir a importante missão de ser o braço do programa em uma área com amplo potencial de resposta positiva à proposta



de segurança alimentar e capacitação contida no escopo do Programa (PREFEITURA DO RJ, 2021).

Segundo O'Reilly (2014), o objetivo geral do PHC é atuar, através da Prefeitura do Rio de Janeiro, na promoção da inserção e formação dos hortelões urbanos cariocas em técnicas agroecológicas de plantio e manejo de hortas e pomares, em planejamento e programação da produção, em educação alimentar rural e ambiental. O foco é melhorar a qualidade de vida de grupos sociais em situação de insegurança alimentar, por intermédio da promoção e fomento da agricultura no município. Para tanto, foram considerados os seguintes objetivos específicos:

- Transformar áreas vizinhas a comunidades carentes com potencial agrícola em unidades descentralizadas de desenvolvimento de agricultura agroecológica e de vigilância da segurança alimentar no município;

- Disseminar nessas comunidades, os princípios de agricultura, fortalecendo iniciativas comunitárias e agroecológicas para a ocupação de terrenos subutilizados;

- Estimular a produção de hortaliças orgânicas no município para o autoconsumo e a comercialização do excedente;

- Desenvolver o projeto também em Unidades de Ensino da SME, de forma que o produto da colheita possa ser utilizado na própria escola, como forma de merenda escolar, além da utilização do espaço cultivado como sala de aulas ao ar livre de educação agroambiental;

- Disseminar hábitos alimentares saudáveis em parceria com o Instituto de Nutrição Annes Dias (INAD);

- Disponibilizar tecnologia de produção agroecológica de alimentos por meio de processo educativo;

- Capacitar os beneficiários do projeto para a gestão empreendedora de agronegócios com caráter associativo;

- Estimular o uso seguro de plantas medicinais para a melhoria das condições de saúde, em parceria com a Gerência de Medicina Alternativa da SMS;

- Promover ações de educação alimentar para preservação e resgate da cultura gastronômica;

- Estimular o combate ao desperdício de alimentos;

- Contribuir para a capacitação profissional e a mobilidade social do público prioritário via geração de ocupação e renda provenientes dos conhecimentos adquiridos;

- Desenvolver a prática de plantio e os hábitos do consumo regular de frutas e hortaliças frescas e de boa qualidade;
- Contribuir para a implantação de hortas comunitárias em espaços disponíveis junto a equipamentos públicos existentes no entorno de comunidades populares cariocas, por meio da utilização de técnicas agroecológicas e da gestão associativa dos fatores produtivos;
- Valorizar a participação da comunidade na agricultura de forma a manter sua operação sustentável;
- Proporcionar às famílias em situação de extrema pobreza uma alimentação mais saborosa, saudável, diversificada, econômica e rica em nutrientes;
- Desestimular a ocupação de áreas impróprias para a construção de moradias, bem como áreas que são utilizadas para descarte inadequado de lixo;
- Alcançar a sustentabilidade do projeto em médio prazo, através da geração de renda com a venda das hortaliças, atingindo o estágio de emancipação financeira, da equipe de moradores envolvida, em relação às bolsas pagas pela prefeitura.

Alguns resultados foram relatados por Camargo (2020). Durante o ano de 2020 quando o Rio de Janeiro se encontrava entre os estados mais afetados pela pandemia do novo coronavírus no Brasil. O impacto social e econômico da COVID-19 afetou milhares de pessoas que devido à necessidade de isolamento não puderam trabalhar. Para assegurar que famílias de baixa renda tivessem o que comer durante esse período de isolamento, o Programa Hortas Cariocas fez a doação de legumes, verduras e frutas. Somente em uma semana do mês de maio de 2020 foram distribuídos 300 quilos de alimentos para a comunidade da Palmeirinha, localizada entre os bairros de Honório Gurgel, Marechal Hermes e Guadalupe, na zona norte do Rio. Mais de 100 famílias foram beneficiadas com as cestas. Foram distribuídos também 3 mil tilápias para 200 famílias de Uracânia, em Santa Cruz, uma região com IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) baixíssimo. As tilápias foram produzidas pela tecnologia de aquaponia, cultivo de legumes e verduras associado à criação de peixes, uma novidade dentro do programa. Até o final de abril, o Hortas Cariocas já tinha doado quase 6 toneladas de frutas, legumes e verduras. Em 2019, foram produzidas 77 toneladas de alimentos. Ainda no ano de 2019, concorrendo com outros 104 projetos internacionais, o Hortas Cariocas recebeu em Montpellier, na França, menção honrosa, na categoria *Food Production* (Sistemas Alimentares Urbanos), do prêmio de bons exemplos de sustentabilidade do Pacto de Milão.

## 2.6 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DAS CULTURAS

As verduras, legumes e frutas são fontes indispensáveis de vitamina e nutrientes para a alimentação humana. Estudos já comprovaram que a maioria das hortaliças é rica em substâncias que apresentam propriedades funcionais com ação benéfica para a saúde, prevenção e controle de várias doenças, como obesidade, diabetes, câncer de cólon, úlceras e doenças coronarianas (EMBRAPA, 2010). Na Tabela 1 são apresentadas as principais características nutricionais das culturas consideradas neste estudo (EMBRAPA, 2010).

**Tabela 1 – Características nutricionais das culturas consideradas neste estudo**

<b>Cultura</b>	<b>Características nutricionais (fonte de)</b>
Abóbora	vitamina A, vitaminas do complexo B, cálcio e fósforo
Abobrinha	niacina, fonte de vitaminas do complexo B
Acelga	fibras, vitaminas A e C, cálcio e ferro
Agrião	vitamina C, ferro e iodo (talos)
Batata	vitaminas A, C e do complexo B, fósforo e ferro
Beterraba	vitaminas do complexo B, carboidratos, fósforo
Cenoura	ferro e açúcar
Chicória	betacaroteno, cálcio, sódio e potássio
Chuchu	fibras, vitaminas e minerais, em especial o potássio
Couve-flor	vitaminas A, B1 e C e potássio
Ervilha	ácido fólico, vitamina A, vitaminas do complexo B e C, cálcio e potássio
Espinafre	cálcio, fósforo, folato e vitamina C
Feijão-vagem	vitaminas A, C e B, minerais e fibras
Moranga	vitamina A, do complexo B e sais minerais, principalmente ferro
Morango	Proteína
Mostarda	vitamina A e carboidratos
Nabo	vitaminas A e C e sais minerais
Pepino	----
Pimentão	uma das hortaliças mais ricas em vitamina C e, quando maduro, é excelente fonte de vitamina A
Repolho	fibras, sais minerais e vitaminas do complexo B, E e K
Rúcula	fonte mais rica em ferro. Contém ainda cálcio, fósforo, vitaminas A e C

### 3 METODOLOGIA

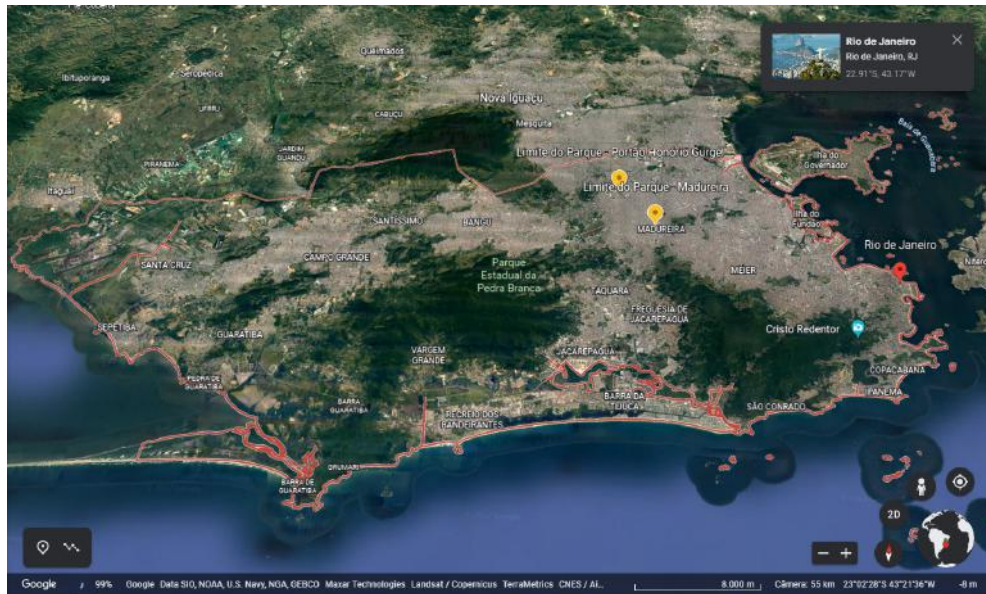
#### 3.1 REGIÃO DE ESTUDO

A cidade do Rio de Janeiro possui 6.320.446 habitantes, o que corresponde a 40% do total do estado do Rio de Janeiro. A área mais populosa da capital é a Zona Norte (2.645.526), com 87 bairros e 42% da população do município. A maior densidade demográfica (10.185 hab/km<sup>2</sup>) também se situa na Zona Norte (SEBRAE, 2015).

O estado do Rio de Janeiro e todo seu litoral norte e noroeste, em altitudes não superiores a 250-300 m, apresenta clima tropical com inverno seco (Aw), de acordo com a classificação de Köppen (ALVARES *et al*, 2014). A mesma classificação é válida para a região do município do Rio de Janeiro, bem como da estação meteorológica de Realengo e o bairro de Madureira, local escolhido para o presente estudo.

O bairro de Madureira está localizado na Zona Norte (ZN) do município do Rio de Janeiro, entre as coordenadas de latitude -22.88 S, longitude -43.35 W; e latitude -22.86 S, longitude -43.32 W, e altitude média de 57m. É o maior polo comercial da Zona Norte, e o segundo maior da cidade. Moram no bairro pouco mais de 50 mil habitantes, mas, em função da força de seu comércio e da amplitude de suas linhas de transporte, sua população flutuante é muito maior (MULTIRIO, 2013).

Entre os bairros de Madureira e Guadalupe, também na ZN carioca, o Parque de Madureira, que acompanha a linha férrea que corta o bairro, é o terceiro maior da cidade, com mais de 3,15 km de extensão. É um espaço de lazer, cultura, práticas sustentáveis, como controle de resíduos sólidos, uso da água da chuva, captação e uso de energia solar, e iluminação de baixo consumo. Todas essas ações fazem parte do dia a dia do parque, que contém uma área amplamente arborizada, árvores nativas, palmeiras, além de flores e quilômetros de grama (RIOTUR, 2021). Dentre as ações de lazer e cultura, o parque também possui uma horta urbana comunitária, que faz parte do projeto Hortas Cariocas, da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, projeto voltado para a criação hortas urbanas e desenvolvimento sustentável na cidade. No ano de 2021 foi anunciado pela Prefeitura do Rio de Janeiro, a expansão da área de cultivo para 110 mil metros quadrados, podendo se tornar a maior horta urbana do mundo, já a partir do ano de 2022.



**Figura 1 - Localização do Parque de Madureira no município do Rio de Janeiro (Fonte: Google Earth, 2022)**

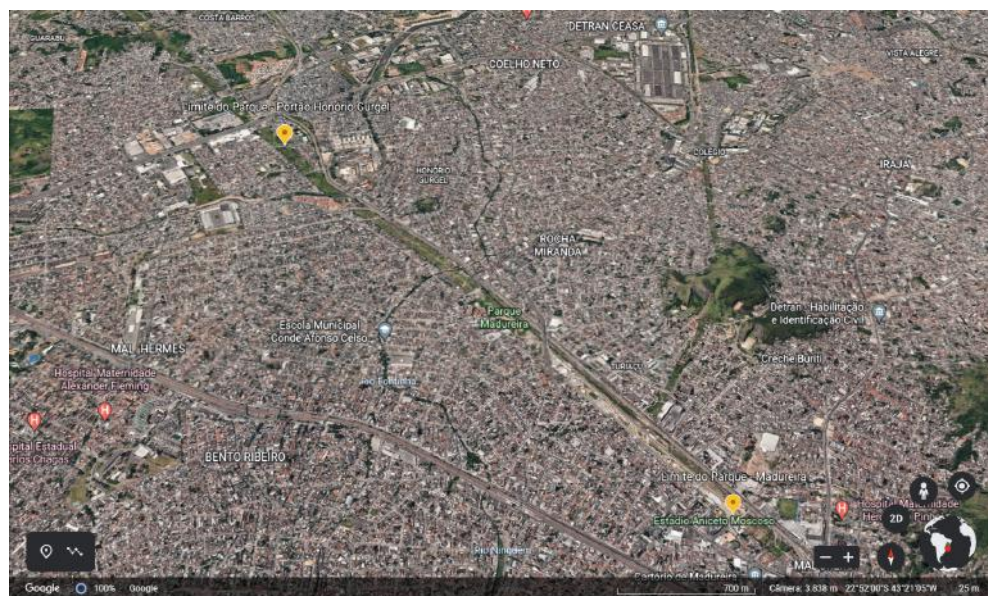
O programa Hortas Cariocas, da Prefeitura do Rio de Janeiro, entrou para a lista de ações classificadas como essenciais para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, que registra os projetos comprometidos com uma agenda mundial de desenvolvimento sustentável, que deve ser cumprida até o ano de 2030 (PREFEITURA DO RJ, 2020). Criado em 2006, o projeto incentiva a agroecologia urbana e propicia o acesso à alimentação saudável nas regiões mais vulneráveis da cidade. Ao identificar áreas com potencial para abrigar hortas urbanas, o programa oferece à população local insumos para o desenvolvimento da agricultura orgânica, além de promover a educação ambiental (ONU, 2022).

O programa foi uma das ferramentas utilizadas pela Prefeitura do Rio para atenuar as dificuldades de acesso à alimentação pelas populações em situação de vulnerabilidade durante a Pandemia da Covid-19. As unidades foram orientadas a doar toda a produção de alimentos para as famílias de baixa renda nas comunidades (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2020).

O Rio incentiva a agricultura urbana em comunidades vulneráveis, oferecendo uma remuneração mensal aos responsáveis pela produção de alimentos. Metade dos alimentos produzidos é distribuído entre moradores, escolas públicas e creches e a outra metade pode ser vendida para geração de renda adicional para os agricultores urbanos e compra de insumos agrícolas (ONU, 2022).

Hoje com 3.720 canteiros, com 24 hectares de áreas cultivadas, espalhados por 24 comunidades carentes e 25 escolas da Secretaria Municipal de Educação, o projeto fechou o ano de 2020 com produção de 82 toneladas, beneficiando mais de 20 mil habitantes. (PREFEITURA DO RJ, 2021). Entre os produtos cultivados nas hortas do projeto, em Manguinhos por exemplo, também na ZN, há produção de jiló, feijão-de-corda, beterraba, aipim, batata-doce, alface, quiabo, pimentão e coentro. Tudo orgânico. A horta de quatro hectares construída no espaço de uma “cracolândia”, hoje é considerada a maior da América Latina, exige o trabalho de 24 hortelãos e garante o sustento de 800 famílias (JORNAL EXTRA, 2021). No espaço em Jardim Anil, Zona Oeste, a venda é realizada somente para moradores/visitantes, e os alimentos são muito diversificados, dentre eles: alface, chicória, salsa, berinjela, rúcula, espinafre, cebolinha, couve etc (ECP ENVIRONMENTAL SOLUTIONS, 2022).

Desde junho de 2018 o PHC (Programa Hortas Cariocas) passou a contar com uma unidade externa: o Centro Municipal de Agroecologia e Produção Orgânica - CEMAPO, situado na expansão do Parque de Madureira. O Centro fica no coração da AP-3, região com os mais baixos indicadores sociais da cidade. Desta forma, destina-se a cumprir a importante missão de ser o braço do programa em uma área com amplo potencial de resposta positiva à proposta de segurança alimentar e capacitação contida no escopo do Programa (SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE, 2021).



**Figura 2 - Limites do Parque de Madureira, localizado entre os marcadores de cor amarela (Fonte: Google Earth)**

### 3.2 DADOS

A elaboração da aptidão agroclimática necessita da temperatura do ar média mensal e da deficiência hídrica do solo média mensal da região em estudo. Utiliza também informações relativas às culturas de interesse, tais como duração do ciclo vegetativo em dias e temperaturas basais mínima e máxima. Já a deficiência hídrica, determinada pelo Balanço Hídrico Climatológico de Thornthwaite e Mather de 1955 (EMBRAPA, 1989), utiliza dados de temperatura do ar média mensal e de precipitação acumulada média mensal.

A aptidão agroclimática da região de estudo, para as culturas selecionadas, foi elaborada para o clima atual e para os cenários otimista (SSP1-1.9) e pessimista (SSP5-8.5) de projeções climáticas futuras de curto prazo (2021-2040) do IPCC. Tais cenários, doravante, serão denominados cenário 1 e cenário 5, respectivamente.

Para a aptidão agroclimática relativa ao clima atual, foram utilizados os dados de temperatura do ar média mensal e de precipitação acumulada média mensal das normais climatológicas da estação de Realengo do INMET, referentes ao período de 1981 a 2010. A estação meteorológica de Realengo localiza-se a uma distância 9,9 km do Parque de Madureira (nas coordenadas de 22° 87'S de latitude e 43° 44'W de longitude) a uma altitude de 57 m, podendo, dessa forma, representar as condições climáticas do parque. Nas Tabelas 3, 4 e 5 são apresentados os dados utilizados para a elaboração da aptidão agroclimática para o clima atual.

Por sua vez, as aptidões agroclimáticas para os cenários 1 e 5 foram elaboradas com as informações de mudanças de temperatura do ar média mensal e de precipitação acumulada média mensal para o município do Rio de Janeiro, para a série histórica de 1981 a 2010, obtidas no Atlas interativo do IPCC (GUTIÉRREZ *et al*, 2021; ITURBIDE *et al*, 2021). Na Tabela 2 são apresentadas as configurações utilizadas em cada uma das abas dos menus do atlas e nas Tabelas de 6 a 8 são apresentados os dados utilizados para a elaboração da aptidão agroclimática para os cenários 1 e 5 do IPCC.



**Tabela 2 – Configurações utilizadas em cada uma das abas dos menus do Atlas Interativo do IPCC**

ABA/MENU	OPÇÃO UTILIZADA	OBSERVAÇÕES
CONJUNTO DE DADOS	MODEL PROJECTION: CMIP6	Versão mais atual do modelo climático com grade de resolução horizontal refinada para 1° em relação aos 2° do CMIP5 (Gutiérrez <i>et al.</i> , 2021)
VARIÁVEL	ATMOSPHERE: Mean temperature (T) e Total precipitation (PR)	Temperatura média do ar próxima à superfície (unidade em graus Celsius) e Precipitação total próxima à superfície (unidade em graus mm/dia)
QUANTIDADE E CENÁRIO	QUANTITY: Change (deg C) PERIOD: Near Term (2021-2040) SCENARIO: SSP1-2.6 e SSP5-8.5 BASELINE: 1981-2010	QUANTITY: acréscimo na temperatura média do ar em graus celsius e acréscimo ou decréscimo na precipitação total em mm/dia PERIOD: projeção climática para o período mais recente de 2021 a 2040 SCENARIO: cenário 1 (otimista) e cenário 5 (pessimista) BASELINE: série histórica utilizada na projeção climática 1981-2010
ESTAÇÃO	SEASON: Customized season	Escala de tempo (dados médios mensais de janeiro a dezembro)

**Tabela 3 - Normais climatológicas de temperatura média mensal, em graus Celsius, na estação de Realengo do INMET, para o período de 1981-2010**

Meses											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
28,1	28,4	27,8	26,1	23,3	22,3	21,7	22,7	23,1	24,6	25,9	27,0

**Tabela 4 - Normais climatológicas de precipitação acumulada média mensal, em milímetros, na estação de Realengo do INMET, para o período de 1981-2010**

Meses											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
169,4	113,4	137,8	92,4	52,8	32,8	43,7	26,6	48,1	82,2	111,7	163,9

**Tabela 5 - Deficiência (<0) e excedente (>0) hídrico, em milímetros, obtido pelo balanço hídrico climatológico (THORNTHWAITE; MATHER, 1955), com dados da estação de Realengo do INMET, para o período de 1981-2010**

Meses											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
-19,60	-59,90	-33,60	-34,10	-32,30	-35,50	-20,30	-50,50	-35,30	-29,90	-22,80	-1,00

**Tabela 6 - Acréscimo, em graus Celsius, na temperatura do ar média mensal, relativos aos cenários 1 e 5 do IPCC para o município do Rio de Janeiro**

Meses												
Cenários	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	0,64	0,68	0,75	0,73	0,80	0,86	0,77	0,77	0,93	0,87	0,83	0,77
5	0,85	0,85	0,93	0,89	0,92	0,99	0,97	0,99	1,19	1,07	0,96	0,97

**Tabela 7 - Acréscimo ou decréscimo, em milímetros, na precipitação total média mensal, relativos aos cenários 1 e 5 do IPCC para o município do Rio de Janeiro**

Meses												
Cenários	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	6,90	1,66	0,49	-2,94	7,46	4,55	1,28	-11,47	-6,06	-1,36	-0,36	0,15
5	-0,23	3,79	-1,00	-7,04	1,90	2,93	-3,65	-14,37	-16,05	-3,45	-2,71	-2,00

**Tabela 8 - Deficiência (<0) ou excedente (>0) hídrico, em milímetros, obtido pelo balanço hídrico climatológico (THORNTHWAITE; MATHER, 1955), para a climatologia atual e cenários 1 (Otimista) e 5 (Pessimista)**

Meses												
Cenários	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Atual	-19,60	-59,90	-33,60	-34,10	-32,30	-35,50	-20,30	-50,50	-35,30	-29,90	-22,80	-1,00
1	-29,80	-75,30	-51,00	-48,50	-32,10	-37,00	-23,60	-67,80	-50,00	-42,80	-37,20	-17,60
5	-42,80	-77,70	-57,20	55,30	-38,50	39,40	-29,80	-72,80	-62,90	-47,80	-42,00	24,60

As culturas selecionadas para o estudo, seus respectivos ciclos vegetativos, e exigências térmicas ou temperaturas basais inferior e superior, são apresentadas na Tabela 9.

**Tabela 9 - Culturas selecionadas, ciclo vegetativo e temperaturas basais (EMBRAPA, 2010)**

<b>Culturas</b>	<b>Temperaturas basais (°C)</b>	<b>Ciclos (dias)</b>
Rúcula	15-25	40-60
Mostarda	15-25	45-50
Pepino	15-25	45-60
Abobrinha	15-25	45-60
Nabo	15-25	50-60
Beterraba	15-25	60-70
Chicoria	15-25	60-70
Almeirão	15-25	60-70
Agrião	15-25	60-70
Acelga	15-25	60-70
Couve-chinesa	15-25	60-70
Ervilha	15-25	60-70
Feijão-vagem	15-25	60-70
Espinafre	15-25	60-80
Morango	15-25	70-80
Cenoura	20-30	85-110
Couve-flor	15-25	90-110
Repolho	15-25	90-110
Abóbora	15-25	90-120
Batata	15-25	90-120
Pimentão	15-25	100-120
Chuchu	15-25	100-120
Moranga	15-25	120-150

### 3.3 APTIDÃO AGROCLIMÁTICA

A avaliação da aptidão agroclimática foi obtida a partir da combinação das aptidões térmica e hídrica da região de interesse, para cada cultura considerada no presente estudo. Os critérios para as aptidões térmica, hídrica e agroclimática, para cada mês e culturas, serão descritos a seguir (PEREIRA *et al*, 2002):

Aptidão térmica:

- Se a temperatura do ar média mensal (Tar) for maior que a temperatura basal inferior (Tb); e menor que a temperatura basal superior (TB); ou seja, se  $T_b < T_{ar} < T_B$ , o mês será classificado como termicamente apto;
- Se  $T_{ar} < T_b$  ou  $T_{ar} > T_B$ , o mês será classificado como termicamente inapto.

Aptidão hídrica:

- Se houver excedente hídrico ( $\geq 0$ ), o mês será classificado como hidricamente apto;
- Se houver deficiência hídrica ( $< 0$ ), o mês será considerado como hidricamente inapto, caso não tenha irrigação complementar, e apto, se houver.

Aptidão agroclimática:

- Se ambas as aptidões, térmica e hídrica, forem classificadas como aptas, a aptidão agroclimática será classificada como apta;
- Se a classificação for termicamente apta e hidricamente inapta, a aptidão agroclimática será classificada como inapta;
- Se a classificação for termicamente inapta e hidricamente apta, a aptidão agroclimática será classificada como inapta;
- Se ambas as classificações, térmica e hídrica, forem classificadas como inaptas, a aptidão agroclimática será classificada como inapta.

### 3.4 BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO

Para o cálculo da aptidão hídrica é necessário conhecer a disponibilidade hídrica da região. Locais com solos de baixa capacidade de armazenamento de água e irregularidades na distribuição de precipitação, necessitam de uma avaliação de seu potencial hídrico. O método que melhor se adequa para quantificar este potencial é o balanço hídrico de Thornthwaite e Mather de 1955 (EMBRAPA, 1989).

O Balanço Hídrico (BH) é definido como uma contabilidade de entrada e saída de água no solo. Onde a entrada é representada pela precipitação ou irrigação e a saída pela evapotranspiração potencial (EMBRAPA, 1989).

O BH foi definido através do método de Thornthwaite e Mather de 1955, utilizando as variáveis, Precipitação Total Mensal (P); Evapotranspiração Potencial (ETP) Mensal;

diferença entre precipitação e evapotranspiração potencial (P-ETP); Negativa Acumulada (NEG. ACUM.); Armazenamento (ARM) / Capacidade de Água Disponível (CAD); Alteração (ALT); Evapotranspiração Real (ETR); Déficit Hídrico (DEF); e Excesso Hídrico (EXC).

Onde (EMBRAPA, 1989):

- Precipitação Total Mensal (P) - que representa a disponibilidade hídrica mensal para a planta no período estudado;

- Evapotranspiração Potencial (ETP) mensal - corresponde ao estado da planta em pleno crescimento vegetativo com ótimas condições de umidade no solo, ou seja, sem limitações hídricas para o crescimento. É obtida por evapotranspirômetros ou estimativa através de fórmulas empíricas;

- Diferença entre a Precipitação e a Evapotranspiração Potencial (P-ETP) - indica quando a planta tem suas exigências hídricas satisfeitas ( $> 0$ ); ou quando há deficiência hídrica ( $< 0$ );

- Negativa Acumulada (NEG. ACUM.) - é o somatório dos valores de P-ETP  $< 0$ ; a coluna de NEG. ACUM. é preenchida a partir do primeiro mês que apresente P-ETP  $< 0$ , após o período chuvoso, quando temos P  $>$  ETP, ou quando a diferença P-ETP for mínima.

- Armazenamento (ARM) - indica a quantidade de água que o solo comporta na sua profundidade efetiva, ou no caso da planta, na profundidade equivalente a 80% do comprimento do seu sistema radicular. É obtido em função das características físicas do solo.

- Capacidade de Água Disponível (CAD) - É obtido em função das características físicas do solo; Para o presente estudo foi utilizado o valor médio de referência de 100 mm (LORENÇONE *et al*, 2020)

Alteração (ALT) - representa os ganhos ( $> 0$ ) e perdas ( $< 0$ ) de água do solo em função das alterações do armazenamento;

- Evapotranspiração Real (ETR) - é obtida em dois casos distintos; quando P  $\geq$  ETP (ETR = ETP); e quando P  $<$  ETP (ETR = P + |ALT|); Nos casos em que ALT  $> 0$ , temos que ETR = P - ALT;

- Déficit Hídrico (DEF) - é dado pela diferença entre ETP e ETR (ETP - ETR);

- Excesso Hídrico (EXC) - ocorre quando a precipitação é maior do que a ETP; obtido por EXC = (P-ETP  $> 0$ ) - ALT

A partir do método de Thornthwaite e Mather de 1955 foi possível definir os valores mensais da deficiência e do excedente hídrico para o local de interesse deste estudo, para a climatologia atual e os cenários 1 (otimista) e 5 (pessimista), para o cálculo de aptidão hídrica.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 APTIDÃO AGROCLIMÁTICA DE MADUREIRA

Os resultados serão apresentados no formato de calendário agrícola, onde serão descritas as melhores datas para o plantio das culturas, levando em consideração somente o plantio irrigado, para o clima atual, cenário 1 (otimista) e cenário 5 (pessimista) do IPCC. Após a análise da aptidão hídrica foi constatado que a precipitação acumulada, tanto para o clima atual quanto para os cenários 1 e 5 do IPCC, seria insuficiente para atender as necessidades hídricas das culturas selecionadas para este estudo. Portanto, a análise da aptidão foi realizada considerando-se a necessidade da aplicação da irrigação para a localidade do Parque de Madureira.

Na tabela 10 são apresentados os meses aptos para o plantio das culturas consideradas neste estudo para o clima atual. Nela observa-se, considerando-se o ciclo curto das culturas, que pode-se plantar entre os meses de maio a setembro as culturas da rúcula, mostarda, pepino, abobrinha, nabo, beterraba, chicória, almeirão, agrião, acelga, couve-chinesa, ervilha, feijão-vagem e espinafre; entre maio e agosto as culturas do morango, couve-flor, repolho, abóbora e batata; entre maio e julho as culturas do pimentão, chuchu e moranga; e entre janeiro e outubro a cultura da cenoura. Já para os cenários 1 e 5 do IPCC, exclui-se o último mês apto do ciclo curto para todos os quatro primeiros grupos de culturas. No caso da cultura da cenoura, o período de meses aptos permaneceu o mesmo com relação ao clima atual.

**Tabela 10 - Melhores datas de plantio, para o ciclo curto das culturas, em relação ao clima atual e aos cenários 1 e 5 do IPCC**

Culturas	Ciclo Vegetativo (dias)	Temperaturas Basais (°C)	Clima Atual	Cenário 1	Cenário 5
Rúcula	40	15-25	Mai-Set	Mai-Ago	Mai-Ago
Mostarda	45	15-25	Mai-Set	Mai-Ago	Mai-Ago
Pepino	45	15-25	Mai-Set	Mai-Ago	Mai-Ago
Abobrinha	45	15-25	Mai-Set	Mai-Ago	Mai-Ago
Nabo	50	15-25	Mai-Set	Mai-Ago	Mai-Ago
Beterraba	60	15-25	Mai-set	Mai-Ago	Mai-Ago
Chicória	60	15-25	Mai-set	Mai-Ago	Mai-Ago
Almeirão	60	15-25	Mai-set	Mai-Ago	Mai-Ago
Agrião	60	15-25	Mai-set	Mai-Ago	Mai-Ago
Acelga	60	15-25	Mai-set	Mai-Ago	Mai-Ago
Couve-chinesa	60	15-25	Mai-set	Mai-Ago	Mai-Ago
Ervilha	60	15-25	Mai-set	Mai-Ago	Mai-Ago
Feijão-vagem	60	15-25	Mai-set	Mai-Ago	Mai-Ago
Espinafre	60	15-25	Mai-set	Mai-Ago	Mai-Ago
Morango	70	15-25	Mai-Ago	Mai-Jul	Mai-Jul
Cenoura	85	20-30	Jan-Out	Jan-Out	Jan-Out
Couve-flor	90	15-25	Mai-Ago	Mai-Jul	Mai-Jul
Repolho	90	15-25	Mai-Ago	Mai-Jul	Mai-Jul
Abóbora	90	15-25	Mai-Ago	Mai-Jul	Mai-Jul
Batata	90	15-25	Mai-Ago	Mai-Jul	Mai-Jul
Pimentão	100	15-25	Mai-Jul	Mai-Jun	Mai-Jun
Chuchu	100	15-25	Mai-Jul	Mai-Jun	Mai-Jun
Moranga	120	15-25	Mai-Jul	Mai-Jun	Mai-Jun

Na tabela 11 são apresentados os meses aptos para o plantio das culturas consideradas neste estudo para o clima atual. Nela observa-se, considerando-se o ciclo longo das culturas, que pode-se plantar entre os meses de maio a setembro as culturas da rúcula, mostarda, pepino, abobrinha e nabo; entre maio e agosto as culturas da beterraba, chicória, almeirão, agrião, acelga, couve-chinesa, ervilha, feijão-vagem, espinafre e morango; entre maio e julho as culturas da couve-flor, repolho, abóbora, batata, pimentão, chuchu e moranga; e entre janeiro e setembro a cultura da cenoura. Já para os cenários 1 e 5 do IPCC, exclui-se o último mês apto do ciclo longo para todos os quatro primeiros grupos de culturas. No caso da cultura da cenoura, o período de meses aptos permaneceu o mesmo com relação ao clima atual.

**Tabela 11 - Melhores datas de plantio, para o ciclo longo das culturas, em relação ao clima atual e aos cenários 1 e 5 do IPCC**

<b>Culturas</b>	<b>Ciclo Vegetativo (dias)</b>	<b>Temperaturas Basais (°C)</b>	<b>Clima Atual</b>	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário 5</b>
Rúcula	60	15-25	Mai-Set	Mai-Ago	Mai-Ago
Mostarda	50	15-25	Mai-Set	Mai-Ago	Mai-Ago
Pepino	60	15-25	Mai-Set	Mai-Ago	Mai-Ago
Abobrinha	60	15-25	Mai-Set	Mai-Ago	Mai-Ago
Nabo	60	15-25	Mai-Set	Mai-Ago	Mai-Ago
Beterraba	70	15-25	Mai-Ago	Mai-Jul	Mai-Jul
Chicória	70	15-25	Mai-Ago	Mai-Jul	Mai-Jul
Almeirão	70	15-25	Mai-Ago	Mai-Jul	Mai-Jul
Agrião	70	15-25	Mai-Ago	Mai-Jul	Mai-Jul
Acelga	70	15-25	Mai-Ago	Mai-Jul	Mai-Jul
Couve-chinesa	70	15-25	Mai-Ago	Mai-Jul	Mai-Jul
Ervilha	70	15-25	Mai-Ago	Mai-Jul	Mai-Jul
Feijão-vagem	70	15-25	Mai-Ago	Mai-Jul	Mai-Jul
Espinafre	80	15-25	Mai-Ago	Mai-Jul	Mai-Jul
Morango	80	15-25	Mai-Ago	Mai-Jul	Mai-Jul
Cenoura	110	20-30	Jan-Set	Jan-Set	Jan-Set
Couve-flor	110	15-25	Mai-Jul	Mai-Jun	Mai-Jun
Repolho	110	15-25	Mai-Jul	Mai-Jun	Mai-Jun
Abóbora	120	15-25	Mai-Jul	Mai-Jun	Mai-Jun
Batata	120	15-25	Mai-Jul	Mai-Jun	Mai-Jun
Pimentão	120	15-25	Mai-Jul	Mai-Jun	Mai-Jun
Chuchu	120	15-25	Mai-Jul	Mai-Jun	Mai-Jun
Moranga	150	15-25	Mai-Jun	Mai	Mai

Na Tabela 12 são apresentados os resultados da análise da aptidão agroclimática para o clima atual, considerando-se os ciclos curto e longo das culturas selecionadas para este estudo. Pode-se observar que nenhuma cultura se mostrou apta para o plantio durante todo ano. As culturas da rúcula, mostarda, pepino, abobrinha, nabo, morango, pimentão, chuchu e moranga não apresentaram variação de meses aptos para o plantio entre os ciclos vegetativos curto e longo. Dessa forma, tanto para o ciclo curto quanto para o ciclo longo pode-se plantar: rúcula, mostarda, pepino, abobrinha e nabo durante 5 meses do ano; morango durante 4 meses; e pimentão, chuchu e moranga durante 3 meses. As culturas da beterraba, chicória, almeirão, agrião, acelga, couve-chinesa, ervilha, feijão-vagem e espinafre tiveram suas épocas de plantio reduzidas de 5 para 4 meses com relação aos ciclos curto e longo, respectivamente. Já as culturas da couve-flor, repolho, abóbora e batata tiveram suas épocas de plantio





da cenoura não houve redução da época de plantio e para a cultura da moranga houve uma redução de 2 meses para o ciclo longo e de 1 mês para o ciclo curto. As culturas da rúcula, mostarda, pepino, abobrinha, nabo, morango, pimentão e chuchu novamente não apresentaram variação de meses aptos para o plantio entre os ciclos vegetativos curto e longo. Dessa forma, tanto para o ciclo curto quanto para o ciclo longo pode-se plantar: rúcula, mostarda, pepino, abobrinha e nabo durante 4 meses do ano; morango durante 3 meses; e pimentão e chuchu durante 2 meses. Para este cenário, a cultura da moranga passou a ter uma duração da época de plantio de 2 e 1 mês para os ciclos curto e longo, respectivamente. As culturas da beterraba, chicória, almeirão, agrião, acelga, couve-chinesa, ervilha, feijão-vagem e espinafre tiveram suas épocas de plantio reduzidas de 4 para 3 meses em relação aos ciclos curto e longo, respectivamente. Já as culturas da couve-flor, repolho, abóbora e batata tiveram suas épocas de plantio reduzidas de 3 para 2 meses em relação aos ciclos curto e longo, respectivamente. A cultura da cenoura apresentou para este cenário os mesmos resultados observados para o clima atual, com um maior período de meses aptos para o cultivo entre as demais culturas, com suas épocas de plantio reduzidas de 10 para 9 meses em relação aos ciclos curto e longo, respectivamente.

**Tabela 13 - Calendário de aptidão agroclimática, para os ciclos vegetativos curto e longo, das culturas, para o cenário 1 (otimista)**

Culturas	Ciclo Curto (dias)													Ciclo Longo (dias)													
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Rúcula	40																										
Mostarda	45																										
Pepino	45																										
Abobrinha	45																										
Nabo	50																										
Beterraba	60																										
Chicória	60																										
Almeirão	60																										
Agrião	60																										
Acelga	60																										
Couve-chinesa	60																										
Ervilha	60																										
Feijão-vagem	60																										
Espinafre	60																										
Morango	70																										
Cenoura	85																										
Couve-flor	90																										
Repolho	90																										
Abóbora	90																										
Batata	90																										
Pimentão	100																										
Chuchu	100																										
Moranga	120																										
Apto																											
Inapto																											

Na Tabela 14 são apresentados os resultados da análise da aptidão agroclimática para o cenário 5 de mudanças climáticas do IPCC, considerando-se os ciclos curto e longo das culturas selecionadas para este estudo. Pode-se observar que as épocas de plantio de todas as culturas para o cenário 5 foram idênticas as do cenário 1, tanto para o ciclo curto quanto para o ciclo longo. Portanto, os dois cenários do IPCC apresentam o mesmo impacto na aptidão agroclimática para a localidade do Parque de Madureira.



ciclo longo se estende para o mês ou meses seguintes ao da conclusão do ciclo curto, ocorreu uma redução do período de cultivo para o ciclo longo. Já para as culturas da rúcula, mostarda, pepino, abobrinha, nabo, morango, pimentão e chuchu para as quais os ciclos curto e longo se concluem dentro do mesmo mês, não houve a redução do período de plantio para o ciclo longo.

Para os cenários 1 e 5 têm-se um período de cultivo menor do que para o clima atual, tanto para o ciclo curto quanto para o longo, com exceção da cultura da cenoura. Isso se deve ao aumento na temperatura do ar dos cenários em relação ao clima atual. Esse aumento fez com que a temperatura média do ar em alguns meses aptos, no caso do clima atual, ultrapassasse a temperatura basal da cultura, tornando o mês em questão inapto para o plantio nos cenários considerados. A exceção no caso da cultura da cenoura pode ser explicada pela sua temperatura basal máxima mais elevada, igual a 30°C, em relação as demais culturas. Dessa forma, os aumentos da temperatura do ar reportados pelos cenários 1 e 5 não ultrapassaram esse valor máximo, fazendo com que os meses aptos, no caso do clima atual, permanecessem aptos para os cenários 1 e 5.

Ao se comparar os resultados da aptidão agroclimática para a moranga com os do pimentão e do chuchu, com as mesmas temperaturas basais (15 e 25°C), é possível observar que a moranga sofreu maior impacto, em ambos os cenários 1 e 5 para o ciclo longo. Isto se deve ao fato do ciclo longo da moranga não se completar no mesmo mês que o ciclo curto (120 dias para o curto e 150 dias para o longo), combinado com a perda de 2 meses de aptidão para o cultivo nesses cenários. Isso não ocorre no caso das culturas do pimentão e chuchu para as quais o ciclo curto dura 100 dias e o longo 120 dias, além disso, a diminuição do período de cultivo dessas culturas para o ciclo longo é de apenas 1 mês.

**Tabela 15 - Síntese dos resultados.**

<b>Culturas</b>	<b>Ciclo Curto (dias)</b>	<b>Meses aptos (clima atual)</b>	<b>Meses aptos (cenário 1)</b>	<b>Meses aptos (cenário 5)</b>	<b>Ciclo Longo (dias)</b>	<b>Meses aptos (clima atual)</b>	<b>Meses aptos (cenário 1)</b>	<b>Meses aptos (cenário 5)</b>
Rúcula	40	5	4	4	60	5	4	4
Mostarda	45	5	4	4	50	5	4	4
Pepino	45	5	4	4	60	5	4	4
Abobrinha	45	5	4	4	60	5	4	4
Nabo	50	5	4	4	60	5	4	4
Beterraba	60	5	4	4	70	4	3	3
Chicória	60	5	4	4	70	4	3	3
Almeirão	60	5	4	4	70	4	3	3
Agrião	60	5	4	4	70	4	3	3
Acelga	60	5	4	4	70	4	3	3
Couve-chinesa	60	5	4	4	70	4	3	3
Ervilha	60	5	4	4	70	4	3	3
Feijão-vagem	60	5	4	4	70	4	3	3
Espinafre	60	5	4	4	80	4	3	3
Morango	70	4	3	3	80	4	3	3
Cenoura	85	10	10	10	110	9	9	9
Couve-flor	90	4	3	3	110	3	2	2
Repolho	90	4	3	3	110	3	2	2
Abóbora	90	4	3	3	120	3	2	2
Batata	90	4	3	3	120	3	2	2
Pimentão	100	3	2	2	120	3	2	2
Chuchu	100	3	2	2	120	3	2	2
Moranga	120	3	2	2	150	3	1	1

## 5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foi elaborada a aptidão agroclimática, de um grupo de culturas, para o Parque de Madureira em relação ao clima atual e aos cenários 1 (otimista) e 5 (pessimista) de mudanças climáticas do IPCC. Os resultados permitiram as conclusões descritas a seguir.

A aptidão agroclimática indica as culturas mais adequadas para uma determinada região, com base nos seus períodos de cultivo, sendo que as culturas com maiores períodos para o plantio são as mais recomendadas. Nesse sentido, em síntese, pode-se dizer que as culturas mais adequadas para o cultivo na localidade do Parque de Madureira, levando em consideração o período de cultivo e o clima atual, são: a cenoura, com 10 e 9 meses aptos para o cultivo no ciclo curto e longo, respectivamente; a rúcula, mostarda, pepino, abobrinha e nabo com 5 meses, tanto para o ciclo curto quanto para o longo; a beterraba, chicória, almeirão, agrião, acelga, couve-chinesa, ervilha, feijão-vagem e espinafre, com 5 meses (curto) e 4 meses (longo); o morango com 4 meses, tanto no ciclo curto quanto no longo. As menos adequadas, são: couve-flor, repolho, abóbora e batata, com 4 meses para o ciclo curto e 3 meses para o ciclo longo; e o pimentão, chuchu e moranga, com 3 meses para ambos os ciclos.

A análise da aptidão agroclimática do clima atual em comparação aos cenários 1 e 5 de mudanças climáticas do IPCC indicou uma redução dos meses aptos para o plantio da maioria das culturas estudadas. Os cenários otimista e pessimista do IPCC não indicaram mudanças no calendário de plantio entre si. Porém, quando comparados ao clima atual, a elevação na temperatura do ar fornecidas pelas projeções do IPCC implicou em um impacto no calendário agrícola de todas as culturas, tanto no ciclo vegetativo curto quanto no longo, com exceção da cenoura que, apesar da diferença entre ciclos, manteve a quantidade de meses aptos entre o clima atual e os cenários. De modo geral, as culturas sofreram o mesmo impacto da diminuição de 1 mês no período de cultivo nos dois cenários, com exceção da moranga (2 meses para o ciclo longo). As culturas com maior ciclo vegetativo como pimentão, chuchu e, principalmente, a moranga, se destacaram negativamente, pela pouca quantidade de meses aptos para o plantio. Já culturas com ciclos menores como a rúcula, mostarda, pepino, abobrinha e nabo, com ciclos curtos e longos entre 40 e 60 dias, se destacaram positivamente, pela maior quantidade de meses aptos e sem variação do calendário entre ciclos, apesar da diminuição em 1 mês de aptidão entre o clima atual e os cenários 1 e 5.

Em geral, a aptidão agroclimática terá resultados mais satisfatórios para culturas de ciclo curto ou longo que possuam uma ampla faixa de temperaturas basais ou que cubram a

variação sazonal das temperaturas médias mensais ao longo do ano, ou em alguns meses, na região de interesse. Quanto maior for o ciclo vegetativo, mais ampla deverá ser a faixa das temperaturas basais das culturas para regiões com grande variação sazonal da temperatura do ar. No entanto, culturas com ciclos vegetativos muito longos não são recomendadas por diminuir o número de colheitas durante o ano e por ficarem muito tempo no campo, o que aumenta as chances de ocorrência de eventos que diminuam a produtividade das culturas. Para regiões com pequenas variações sazonais de temperatura do ar médias mensais, pode-se considerar culturas com estreita faixa de temperaturas basais, com quanto que cubram tal variação sazonal em alguns meses do ano, de forma a permitir um retorno satisfatório na produtividade colhida.



## 6 REFERÊNCIAS

- ALVARES *et al.* **Köppen's climate classification map for Brazil**. Disponível em: <[http://143.107.18.37/material/mftandra2/ACA0225/Alvares\\_etal\\_Koppen\\_climate\\_classBrazil\\_MeteoZei\\_2014.pdf](http://143.107.18.37/material/mftandra2/ACA0225/Alvares_etal_Koppen_climate_classBrazil_MeteoZei_2014.pdf)>. Acesso em: 21 fev. 2022.
- ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; JUNIOR, J. Z.; ÁVILA, A. M. H. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, 2004. Disponível em: <[http://www.cpa.unicamp.br/prod\\_cc/artigos-emperiodicos/39n11a01.pdf/download.pdf](http://www.cpa.unicamp.br/prod_cc/artigos-emperiodicos/39n11a01.pdf/download.pdf)>. Acesso em: 28 set. 2022.
- ASSAD, E. D.; VICTORIA, D. de C.; CUADRA, S. V.; PUGLIERO, V. S.; ZANETTI, M. R. **Efeito das mudanças climáticas na agricultura do Cerrado**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1121719/efeito-das-mudancas-climaticas-na-agricultura-do-cerrado>>. Acesso em: 21 mar. 2022.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Maria Juraci Zani dos Santos (Trad). São Paulo: DIFEL, 1986.
- CAMARGO, A. P.; ALFONSI, R. R.; PINTO, H. S.; CHIARINI, J. V. Zoneamento da aptidão climática para culturas comerciais em zonas de cerrado. In: **Simpósio sobre o Cerrado**, 6. ed. São Paulo: USP, 1977.
- CAMARGO, A. P.; PINTO, H. S.; PEDRO JR., M. J.; et al. **Aptidão climática de culturas agrícolas**. Zoneamento agrícola do Estado de São Paulo, Secretaria da Agricultura, v. 1, p. 109-149, 1974.
- CAMARGO, Suzana. **'Hortas Cariocas' doa toneladas de alimentos para famílias de baixa renda em dificuldades devido à crise do coronavírus**. Disponível em: <<https://conexaoplaneta.com.br/blog/programa-hortas-cariocas-doa-toneladas-de-alimentos-para-familias-de-baixa-renda-em-dificuldades-devido-a-crise-do-coronavirus/>>. Acesso em: 10 abr. 2022.
- COLTRI, Priscila P.; FERREIRA, Nelson J.; COSTA, Simone S.; PINTO, Hilton S. **Meteorologia para agricultura**: aplicações de produtos de previsão e monitoramento de tempo e clima do CPTEC. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Anais: efeito das mudanças climáticas na agricultura [recurso eletrônico]. Aracaju, SB Agro, 2007.
- ECP – Environmental Solutions. **Projeto Hortas Cariocas - Jardim Anil**. Disponível em: <<https://www.ecprio.com.br/projeto-hortas-cariocas-jardim-anil/>>. Acesso em: 21 mar. 2022.
- EMBRAPA. **Catálogo Brasileiro de Hortaliças**: saiba como plantar e aproveitar 50 das espécies mais comercializadas no país. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/887213/catalogo-brasileiro-de-hortalicas-saiba-como-plantar-e-aproveitar-50-das-especies-mais-comercializadas-no-pais>>. Acesso em: 21 fev. 2022.
- ESCOBAR, Herton. IPCC: se nada for feito, colapso climático é iminente. **Jornal da USP**, São Paulo, 9 ago. 2021. Ciências ambientais. Disponível em:

<<https://jornal.usp.br/ciencias/ipcc-se-nada-for-feito-colapso-climatico-e-iminente>>. Acesso em: 28 set. 2022.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **United Nations Decade of Family Farming 2019-2028 Global Action Plan**. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/ca4672en/ca4672en.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2022.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2001.

GUTIÉRREZ, J. M. *et al.* Atlas. In: **Climate Change 2021: the physical science basis**. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, p. 1927–2058.

HOOGENBOOM, G. **Contribution of agrometeorology to the simulation of crop production and its application**. Agricultural and Forest Meteorology, p. 137-157, 2000.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **IPCC WGI Interactive Atlas: regional synthesis**. Disponível em: <<https://interactive-atlas.ipcc.ch/regional-information/about>>. Acesso em: 13 mar. 2022.

ITURBIDE, M. *et al.* **Repository supporting the implementation of fair principles in the IPCC-WG1 Atlas**. Disponível em: <<https://github.com/IPCC-WG1/Atlas>>. Acesso em: 10 abr. 2022.

JORNAL da USP. **IPCC: se nada for feito, colapso climático e iminente**. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/atualidades/ipcc-se-nada-for-feito-colapso-climatico-e-iminente/>>. Acesso em 10 jan. 2022.

JORNAL EXTRA. **Criado há 15 anos, programa hortas cariocas reforça ceia de Natal nas comunidades do Rio**. Disponível em: <<https://extra.globo.com/noticias/rio/criado-ha-15-anos-programa-hortas-cariocas-reforca-ceia-de-natal-nas-comunidades-do-rio-25315117.html>>. Acesso em: 25 mar. 2022.

LORENÇONE *et al.* **Classificação climática do Estado do Maranhão pelo Índice Hídrico de Thornthwaite (1948)**. Disponível em: <[http://www.meioambientepocos.com.br/ANAIIS%202020/227%20CLASSIFICAÇÃO%20CLIMÁTICA%20DO%20ESTADO%20DO%20MARANHÃO%20PELO%20ÍNDICE%20HÍDRICO%20DE%20THORNTHWAITE%20\(1948\).pdf](http://www.meioambientepocos.com.br/ANAIIS%202020/227%20CLASSIFICAÇÃO%20CLIMÁTICA%20DO%20ESTADO%20DO%20MARANHÃO%20PELO%20ÍNDICE%20HÍDRICO%20DE%20THORNTHWAITE%20(1948).pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2022.

MARENCO, J. A. Impactos das condições climáticas e da variabilidade e mudanças do clima sobre a produção e os preços agrícolas: ondas de frio e seu impacto sobre a cafeicultura nas regiões sul e sudeste do Brasil. In: LIMA, M. A. de; CABRAL, O. M. R.; MIGUEZ, J. D. G. (eds.). **Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira**. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, p. 97-123, 2001.

MAVI, H. S.; TUPPER, G. J. **Agrometeorology: principles and application of climate studies in agriculture**. New York: Food Products Press, 2004.

MONTEIRO, José Eduardo B. A. **Agrometeorologia dos Cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355291/37056285/>>

Bases+climatológicas\_G.R.CUNHA\_Livro\_Agrometeorologia+dos+cultivos.pdf/13d616f5-cbd1-7261-b157-351eaa31188d?version=1.0>. Acesso em: 21 mar. 2022.

MOTA, F. S. **Meteorologia agrícola**. São Paulo: Nobel, 1975.

MULTIRIO. **Cultura popular e polo comercial em Madureira**. Disponível em: <<https://www.multirio.rj.gov.br/index.php/reportagens/465-madureira-vocacao-para-o-samba-e-para-o-comercio>>. Acesso em: 10 abr. 2022.

NOBRE, C. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima. In: **Cadernos Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República**, n. 3, Mudança do Clima, v. I, Brasília, Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, Secretaria de Comunicação do Governo e Gestão Estratégica, 2005.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Hortas Cariocas (Urban Green Gardens)**. Disponível em: <<https://sdgs.un.org/partnerships/hortas-cariocas-urban-green-gardens>>. Acesso em: 13 fev. 2022.

O'REILLY, Érika de Mattos. **Agricultura Urbana: um estudo de caso do projeto hortas cariocas em Manguinhos, Rio de Janeiro**. Projeto (Graduação em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, 2014.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002.

PINTO, H. S.; ASSAD, E. D.; ZULLO JR.; BRUNINI, O. O aquecimento global e a agricultura. **Revista Eletrônica do Jornalismo Científico**, Comciência – SBPC, v. 35, p. 1-6, 2002.

RIO DE JANEIRO. **Parque de Madureira terá a maior horta urbana do mundo**. Disponível em: <<https://prefeitura.rio/meio-ambiente/parque-madureira-tera-a-maior-horta-urbana-do-mundo/>>. Acesso em: 10 fev. 2022.

RIO DE JANEIRO. **ONU inclui programa Hortas Cariocas, da Prefeitura do Rio, na lista de ações essenciais para alcançar os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://prefeitura.rio/meio-ambiente/onu-inclui-programa-hortas-cariocas-da-prefeitura-do-ri-o-na-lista-de-acoes-essenciais-para-alcancar-os-objetivos-do-desenvolvimento-sustentavel/>>. Acesso em: 21 fev. 2022.

RIO DE JANEIRO. SMAC – Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Cidade. Hortas cariocas. Disponível em: <<https://www.rio.rj.gov.br/web/smac/hortas-cariocas>>. Acesso em: 21 mar. 2022.

RIOTUR. **Parque Madureira**. Disponível em: <[https://riotur.rio/que\\_fazer/parque-madureira/](https://riotur.rio/que_fazer/parque-madureira/)>. Acesso em: 21 fev. 2022.

SANTOS, A. R. **Zoneamento agroclimatológico para a cultura do café conilon (coffea canephora l.) e arábica (coffea arábica l.), na Bacia do Rio Itapemirim, ES**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 1999.

SEBRAE. **Painel Regional**: Rio de Janeiro e bairros. Disponível em: <[www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RJ/Anexos/Sebrae\\_INFREG\\_2014\\_CapitalRJ.pdf](http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RJ/Anexos/Sebrae_INFREG_2014_CapitalRJ.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2022.

SIQUEIRA, O. J. Efeitos potenciais das mudanças climáticas na agricultura brasileira e estratégias adaptativas para algumas culturas. In: LIMA, M. A. de; CABRAL, O. M. R.; MIGUEZ, J. D. G. (eds.). **Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira**. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, p. 65-96, 2001.

SOUSA, I. S. F. de; CABRAL, J. R. F. **Ciência como instrumento de inclusão social**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/126209/ciencia-como-instrumento-de-inclusao-social>>. Acesso em: 20 jan. 2022.

THORNTHWAITE; MATHER. **Balanço hídrico segundo Thornthwaite e Mather**. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/6679/1/COT34.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2022.

ZOLNIER, S., 1994. **Zoneamento Climático, MG**. Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, MG, 2009.