



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza
Instituto de Geociências
Departamento de Meteorologia

Estudo da aptidão térmica do bairro de Santa Cruz para diferentes culturas frente aos cenários climáticos: atual e de mudanças climáticas projetados pelo IPCC

CAROLINE VIDAL FERREIRA DA GUIA

Orientadora: Profa. Dsc. Célia Maria Paiva

Monografia submetida ao corpo docente do Departamento de Meteorologia da UFRJ como requisito necessário à obtenção de grau de Bacharel em Meteorologia.

Rio de Janeiro, RJ

Dezembro, 2007

Estudo da aptidão térmica do bairro de Santa Cruz para os cenários: climático atual e de mudanças climáticas projetados pelo IPCC

Caroline Vidal Ferreira da Guia

Monografia submetida ao corpo docente do Departamento de Meteorologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Meteorologia.

Aprovada por:

Profa. Dsc. Célia Maria Paiva - Orientadora
Departamento de Meteorologia – IGEO - UFRJ

Prof. Dsc. Hugo Abi Karam
Departamento de Meteorologia – IGEO - UFRJ

Msc. Lázaro Costa Fernandes
Meteorologista

Anne Moraes
Meteorologista

Rio de Janeiro, RJ.
Dezembro, 2007.

Ficha Catalográfica:

Guia da , Caroline Vidal Ferreira.

Estudo da Aptidão térmica do bairro de Santa Cruz para os cenários: climático atual e de mudanças climáticas projetados pelo IPCC

Rio de Janeiro, 2007.

65p. Universidade Federal do Rio de Janeiro

Dissertação para obtenção do título de Bacharel em Meteorologia

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer a Deus por me dar forças e persistência para alcançar meus objetivos.

A minha família que sempre fez o possível e o impossível para que nunca me faltasse nada e para que eu me dedicasse totalmente aos estudos. Por sempre estarem ao meu lado e entender que eu, como todas as outras pessoas têm seu tempo certo para amadurecer.

A meus amigos também devo um agradecimento, pois descobri que tenho bons amigos e foram meus companheiros nas horas difíceis de estudo e trabalho e as tornaram muito mais divertidas e agradáveis. Estes amigos estarão sempre no meu coração e fazem parte de mim.

Também gostaria de fazer um agradecimento especial a todos os professores do departamento de meteorologia da UFRJ, pois contribuíram não só para minha formação profissional, mas também para minha formação pessoal. Não esquecerei jamais dos conselhos e das conversas produtivas, além das aulas excelentes que despertaram em mim o fascínio pela meteorologia.

Agradeço muito a minha professora orientadora Célia, que me ajudou, e sem ela este trabalho não teria sido realizado. Não poderia ter escolhido melhor pessoa para este papel fundamental na minha formação acadêmica.

Fico muito feliz por finalmente concluir esta etapa da minha vida, obviamente que com a ajuda de todas essas pessoas que fizeram parte de todo esse ciclo. Agora é seguir em frente, porque sei que tenho muito o que aprender, e realmente quero. E agora com mais entusiasmo e disposição.

A todos vocês,

Muito obrigada!

Índice

Lista de figuras.....	vii
Lista de tabelas.....	viii
Lista de quadros.....	xi
Resumo.....	x
Abstract.....	xi
1.1 Introdução.....	1
1.2 Identificação do problema.....	1
1.3 Objetivos.....	5
1.4 Escopo do trabalho.....	6
2 Revisão bibliográfica.....	7
2.1 Fatores que influenciam a produtividade das culturas.....	7
2.1.1 Temperatura do ar e plantas cultivadas.....	8
2.1.2 Respostas das plantas à temperatura.....	8
2.2 Mudanças climáticas e seus indícios.....	10
2.2.1 Cenários de mudanças climáticas.....	14
2.2.2 Impactos das mudanças climáticas na agricultura brasileira.....	19
2.3 Importância nutricional das culturas.....	21
2.3.1 A cultura da abobrinha.....	21
2.3.2 A cultura do agrião.....	21
2.3.3 A cultura da alface.....	21
2.3.4 A cultura do almeirão.....	21
2.3.5 A cultura da beterraba.....	22
2.3.6 A cultura da chicória.....	22
2.3.7 A cultura do coco.....	22
2.3.8 A cultura do coentro	23
2.3.9 A cultura da couve.....	23
2.3.10 A cultura da couve-brócolis.....	23
2.3.11 A cultura do espinafre.....	23
2.3.12 A cultura do feijão.....	24
2.3.13 A cultura da mandioca.....	24

2.3.14 A cultura do maxixe.....	24
2.3.15 A cultura da melancia.....	25
2.3.16 A cultura do nabo.....	25
2.3.17 A cultura do quiabo.....	25
2.3.18 A cultura do rabanete.....	25
2.3.19 A cultura do repolho.....	26
2.3.20 A cultura da salsa.....	26
3 Materiais e métodos	27
3.1 Região de estudo.....	27
3.2 Dados.....	29
3.3 Avaliação da aptidão térmica do bairro de Santa Cruz para diferentes culturas.....	33
3.4 Avaliação dos impactos dos cenários de mudanças climáticas na aptidão agroclimática do bairro de Santa Cruz.....	34
4 Resultados e discussão.....	35
4.1 Aptidão térmica do bairro de Santa Cruz.....	35
4.2 Aptidão térmica do bairro de Santa Cruz para os cenários B2 e A2.....	40
4.2.1 Cenário 1: viés quente do cenário B2.....	40
4.2.2 Cenário 2: média do cenário B2.....	43
4.2.3 Cenário 3: viés frio do cenário B2.....	46
4.2.4 Cenário 4: viés quente do cenário A2.....	49
4.2.5 Cenário 5: média do cenário A2.....	52
4.2.6 Cenário 6: viés frio do cenário A2.....	55
4.3 Impactos dos cenários de mudanças climáticas na aptidão térmica do bairro de Santa Cruz (cenário B2 e A2).....	58
5 Conclusões e recomendações.....	61
6 Referências Bibliográficas.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Limites de tolerância de três espécies vegetais à temperatura.	8
Figura 2.2	Anomalias globais de temperatura do ar relativo ao período 1850-1920 (a) forçamento solar e vulcânico somente, (b) forçamento (c) combinação de todos os forçamentos (naturais e antrópicos) (Fonte: IPCC 2001a).	14
Figura 2.3	Emissões antropogênicas (CO ₂ , N ₂ O, CH ₄ e SO ₂) para os seis cenários ilustrativos SRES: A1B, A2, B1, B2, A1F1 e A1T, e o cenário IS92a (Fonte: IPCC 2000).	16
Figura 2.4	Estimativa do forçamento radiativo antrópico até 2100, derivado dos cenários ilustrativos SRES (Fonte: IPCC 2000).	17
Figura 2.5	Impactos no zoneamento da soja devido às mudanças climáticas projetadas pelo IPCC (Fonte: ASSAD).	19
Figura 3.1	Atividade agrícola em áreas urbanas e periurbanas no bairro de Santa Cruz, município do Rio de Janeiro (Fonte: Google Earth, 2006).	29
Figura 3.2	Localização da estação climatológica do INMET (Ecologia Agrícola).	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Projeções sazonais de acréscimo de temperatura de cada modelo do IPCC para a região Sudeste do Brasil com escala de tempo centrada em 2020 (Fonte: MARENGO, 2007).	18
Tabela 3.1	Temperaturas médias mensais, em graus Celsius, da estação Ecologia Agrícola do INMET.	31
Tabela 3.2	Exigências térmicas e ciclo vegetativo das culturas selecionadas.	31
Tabela 3.3	Aumento sazonal da temperatura do ar prognosticado pelos cinco modelos climáticos do IPCC para os cenários B2 e A2 de emissões de gases do efeito estufa.	32
Tabela 3.4	Cenários de aumento sazonal da temperatura do ar gerados a partir dos prognósticos dos cinco modelos climáticos do IPCC, considerando seus vieses, para os cenários B2 e A2 de emissões de gases do efeito estufa.	32
Tabela 3.5	Os valores de temperatura do ar gerados para os cenários 1, 2 e 3, para o cenário B2 de emissões de gases do efeito estufa.	33
Tabela 3.6	Os valores de temperatura do ar gerados para os cenários 1, 2 e 3, para o cenário A2 de emissões de gases do efeito estufa.	33

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1	Calendário agrícola para as condições climáticas atuais do bairro de Santa Cruz - RJ.	39
Quadro 4.2	Calendário agrícola para o viés quente do cenário B2.	41
Quadro 4.3	Calendário agrícola para a média do cenário B2.	45
Quadro 4.4	Calendário agrícola para o viés frio do cenário B2.	48
Quadro 4.5	Calendário agrícola para o viés quente do cenário A2.	50
Quadro 4.6	Calendário agrícola para a média do cenário A2.	53
Quadro 4.7	Calendário agrícola para o viés frio do cenário A2.	56

RESUMO

A atividade agrícola é sem dúvida aquela com maior dependência das condições do tempo e clima. As condições climatológicas indicam o tipo de atividade agrícola mais viável de um local, e as condições meteorológicas determinam o nível de produtividade para aquela atividade, em um certo período. A determinação da aptidão climática de áreas para o cultivo de espécies de interesse agrícola é um dos objetivos mais aplicados da Agrometeorologia, constituindo o zoneamento agroclimático. Este estudo é parte integrante do projeto de extensão intitulado "Estudo do Potencial Agroclimático da Região de Santa Cruz Aplicado ao Cultivo do Coco e de Plantas de Uso Múltiplo: Um Subsídio ao Desenvolvimento da Agricultura Familiar Local", que visa a otimização e o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar existente no bairro de Santa Cruz (município do Estado do Rio de Janeiro). Este trabalho tem como objetivo identificar a aptidão agroclimática do bairro de Santa Cruz para diferentes culturas. Bem como, avaliar os possíveis impactos dos cenários de mudanças climáticas, referentes ao aumento da temperatura média do ar em superfície, na aptidão agroclimática desse bairro para diferentes culturas. Para tanto, dados de temperatura média obtidos nas Normais Climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia referente ao período de 1961 a 1990 serão confrontados com as exigências térmicas das culturas estudadas. Em seguida, cada mês do ano será classificado como termicamente ótimo, tolerável ou inapto a essas culturas. Adicionalmente, serão utilizados cenários de mudanças climáticas com temperaturas variando entre 0,5°C e 5,0°C e incrementadas de 0,5°C, a partir do cenário atual, totalizando dez cenários. O intervalo de temperatura utilizado foi baseado no quarto relatório elaborado pelo Grupo de Trabalho I do IPCC. Para cada cenário, cada mês do ano será novamente classificado como termicamente ótimo, tolerável ou inapto às culturas estudadas.

ABSTRACT

In Rio de Janeiro State agriculture is an activity of little expression, both in planted area and production's value . For that reason, Rio de Janeiro has been a little mentioned in terms of studies related to the agroclimatic zoning and to the possible impacts of a climatic change on agriculture. In spite of that, some agricultural products have relevant importance in the State's economy. The main agricultural product cultivated in the State is the sugarcane, especially in the municipal district of Campos do Goytacases. Other products of relevance for the economy of the state are: "mandioca", tomato, rice, bean, corn, potato, orange and banana.

This project means to evaluate the impacts of four sceneries of climatic changes published by the Painel Intergovernamental on Climatic Changes (IPCC) for different cultures in the major agricultural producers of the Rio de Janeiro State.

CAPÍTULO 1

1.1. Introdução

A agricultura pode ser considerada como um sistema tecnológico desenvolvido pelo homem com o objetivo de obter alimento, fibras e energia em quantidade suficiente para garantir tanto sua subsistência como também gerar excedentes que possam sustentar suas atividades econômicas (PEREIRA et AL., 2002). O crescente aumento populacional faz com que haja a necessidade de aumento da produção de alimentos. Como os recursos naturais são limitados, a minimização das perdas e o aumento da produtividade agrícola tornam-se cada vez mais importantes. A tecnologia e o conhecimento do ambiente constituem bons alicerces para o desenvolvimento agrícola e podem resultar em uma atividade econômica e auto-sustentável (Mota, 1977, citado por MORAES, 2004).

A atividade agrícola é sem dúvida aquela com maior dependência das condições do tempo e do clima (PEREIRA et AL., 2002). As condições climatológicas indicam o tipo de atividade agrícola mais viável de um local. Por sua vez, as condições meteorológicas determinam o nível de produtividade para aquela atividade, em um certo período, além de interferir na tomada de decisão com relação às diversas práticas agrícolas (PEREIRA et AL., 2002). Os fatores ambientais, clima e solo, quando em condições adversas, dificultam e até podem inviabilizar a exploração agrícola, acarretando baixa produtividade, independentemente das práticas de manejo executadas (SANTOS, 1999). Conseqüentemente, a agricultura é uma atividade de grande risco. A partir disso, o objetivo da meteorologia agrícola segundo Smith (1975), citado por PEREIRA et AL. (2002), é justamente colocar a ciência da atmosfera a serviço da agricultura, em todas as suas formas e facetas, para otimizar o uso da terra, maximizar a produtividade e evitar a deterioração dos recursos naturais, de forma a preservar o ambiente para as gerações futuras.

1.2. Identificação do problema

Com exceção de pequenas áreas, ainda não é possível modificar o clima para o melhor atendimento das exigências das culturas. Portanto, é comum ajustar as práticas às condições climáticas da região para melhor aproveitamento dos recursos naturais. O conhecimento local dos limites dos elementos climáticos e ecológicos pode oferecer condições para que se tenha êxito nas mais diversas atividades agrícolas (SANTOS, 1999).

A relação entre vegetação e clima é muito estreita, uma vez que a distribuição das espécies vegetais sobre a superfície terrestre depende dos elementos climáticos, principalmente temperatura e precipitação. Cada espécie vegetal tem uma exigência climática particular, que deve estar entre níveis considerados ótimos para que o seu potencial genético de produção seja alcançado. Para um desenvolvimento racional da agricultura é necessário que a seleção de culturas a serem exploradas seja feita criteriosamente, devendo ser escolhidas aquelas que melhor se adaptem às condições ecológicas do meio físico, sendo imprescindível conhecer-se a aptidão agrícola da região (ZOLNIER, 1994).

A determinação da aptidão climática de áreas para o cultivo de espécies de interesse agrícola é um dos objetivos mais aplicados da Agrometeorologia, constituindo o zoneamento agroclimático. Como o solo é outro componente do meio físico que é mais utilizado na agricultura, pode-se fazer a delimitação da aptidão de áreas sob o aspecto edáfico (solo) e juntá-la à climática, formando o zoneamento edafoclimático ou zoneamento ecológico das culturas. O denominado zoneamento agrícola envolve o zoneamento ecológico e o levantamento das condições socioeconômicas das regiões, para delimitar a vocação agrícola das terras (PEREIRA et AL., 2002).

Desde 1995, por determinação do Conselho Monetário Nacional – CMN -, somente têm acesso ao crédito rural os produtores dos estados e das culturas contemplados no zoneamento de riscos climáticos. Atualmente, cerca de três mil municípios brasileiros na região compreendida entre os estados do Tocantins ao Rio Grande do Sul têm acesso ao crédito. Nesse sentido, o zoneamento agrícola estabeleceu níveis de risco que permitiram reduzir as perdas para menos de 20%, aumentando indiretamente a produtividade agrícola (ASSAD, 2006).

O zoneamento agrícola de uma região deve ser constantemente atualizado, visando proporcionar maior retorno dos investimentos a médio e longo prazo para os produtores (SANTOS, 1999). Essa atualização torna-se ainda mais necessária para fins de planejamento e adaptação, tendo em vista que diversos trabalhos vêm demonstrando os possíveis impactos de mudanças climáticas na aptidão de áreas cultivadas cujo clima atual é favorável à cultura explorada (ASSAD et. AL., 2004).

A questão das mudanças climáticas globais levou a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e a UNEP (*United Nations Environment Programme*) a criarem o IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) em 1988. Segundo o IPCC, no século XX, houve um aumento de 0,65°C na média da temperatura global, sendo este mais pronunciado na década de 90. Quanto à precipitação, o aumento variou de 0,2% a 0,3% na região tropical.

As causas dessas variações podem ser de ordem natural, antropogênica, ou uma soma das duas (IPCC, 2004, citado por ASSAD et. AL, 2004).

Segundo ASSAD (2006), pesquisas confirmam a possibilidade de haver aumento na temperatura média do planeta entre 1 e 5,8° C nos próximos cem anos. Este aumento brusco pode influenciar no desenvolvimento de culturas exploradas. Portanto, é preciso estar preparado para a mudança no zoneamento agrícola, onde culturas poderão migrar para regiões onde o cultivo possa ser sustentado. Nesse novo cenário climático, segundo pesquisas, não haverá mais café em Minas Gerais, São Paulo e Paraná, pois estas regiões ficariam mais quentes. De forma que a planta irá procurar temperaturas mais amenas, tendendo a ir para regiões mais frias como Santa Catarina, Rio Grande do Sul e até Argentina e Uruguai. Como uma alternativa sugere-se, mudanças genéticas nas plantas para suportar estas possíveis alterações climáticas, pelo menos enquanto não há políticas agressivas para reduzir a emissão de gases de efeito estufa e assim amenizar este quadro de aquecimento. Pois no momento não é mais possível reverter este quadro, uma vez que já é constatado um aumento na temperatura média global devido, além da variabilidade natural, ao aumento na emissão de gases de efeito estufa.

O “Seminário dos Usuários das Previsões Numéricas de Mudanças Climáticas e seus Impactos Regionais” realizado em 2004 pelo CPTEC/INPE teve como objetivo iniciar o debate sobre as necessidades dos diversos setores com relação aos cenários futuros de Mudanças Climáticas. O Dr. Luiz Gylvan Meira Filho (IEA/USP) em sua apresentação enfatizou que, sob o ponto de vista de decisão relacionada à mudança global do clima, há três opções possíveis: 1) Inação; 2) Mitigação; e 3) Adaptação. Os estudos de impacto e de vulnerabilidade são necessários para estimar o valor das perdas associadas à política de inação. Citou ainda que os danos estão associados aos extremos de precipitação e temperatura. A opção de adaptação é impossível na maioria dos casos. Porém, nos casos em que esta opção é possível a previsão é essencial para saber ao que se adaptar. Finalizou enfatizando que os formuladores de políticas públicas querem dos cientistas o valor dos parâmetros que lhes permitam tomar decisões (FILHO, 2004).

No contexto da adaptação, quando viável, são possíveis várias ações. Com o uso da tecnologia, podem ser produzidas sementes adaptadas às diferentes condições de tempo e clima e que podem contribuir para o aumento da produtividade, e para adaptação de culturas aos novos cenários climáticos. Há também a possibilidade do planejamento por meio da elaboração do zoneamento agrícola para os futuros cenários climáticos. Todas as alternativas

devem ser consideradas, tendo em vista o caráter diferenciado dessas medidas que podem ser de curto, médio ou longo prazo.

Este estudo é parte integrante do projeto de extensão intitulado “Estudo do Potencial Agroclimático da Região de Santa Cruz Aplicado ao Cultivo do Coco e de Plantas de Uso Múltiplo: Um Subsídio ao Desenvolvimento da Agricultura Familiar Local”, que visa a manutenção, otimização e o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar existente no bairro de Santa Cruz (município do Estado do Rio de Janeiro). Portanto, doravante, o termo aptidão agroclimática será utilizado no lugar de zoneamento agroclimático, tendo em vista o caráter geográfico restrito deste estudo, referente a um bairro do município do Rio de Janeiro e o fato do termo zoneamento, segundo PEREIRA et AL (2002), constituir uma ferramenta de planejamento de uso da terra em escala regional.

Em Santa Cruz a atividade agrícola praticada tem um papel importante na vida de muitas famílias residentes nesse bairro. Sua importância vai desde a produção de alimentos para consumo próprio até a produção para comercialização *in natura* ou de produtos processados. Em todos os casos, essa atividade integra uma parte significativa e indispensável para a sobrevivência dessas famílias, que contam com os produtos resultantes dessa atividade para complementar sua alimentação e prover seu sustento. Nessa região a atividade agrícola possui características que permitem classificá-la como agricultura familiar urbana ou periurbana (próximo à região urbana). Segundo Mougeot (2000), a agricultura urbana (AU) é um fenômeno mundial relativamente novo. Conseqüentemente, é preciso compreender sua importância e seu papel nas experiências do mundo real, onde os fatos ocorrem, mesmo quando ignoramos os motivos que os fazem necessários nas vidas dos cidadãos envolvidos. Esse pensamento reflete a situação vivida por diferentes pessoas que garantem o seu sustento e o de suas famílias através do cultivo da terra e da criação de animais em áreas urbanas e periurbanas de grandes cidades, mas que não têm o reconhecimento devido de suas atividades. Para reverter essa situação, as políticas públicas e de assistência tecnológica necessitam intervir com os meios adequados na promoção e na gestão da agricultura familiar urbana.

Neste trabalho será analisada apenas a aptidão agroclimática da região de estudo, uma vez que suas aptidões edáficas e socioeconômicas para a agricultura já são conhecidas e exploradas, conforme apresentado na revisão bibliográfica. Por outro lado, o estudo da aptidão agroclimática pode revelar espécies de interesse econômico, ainda não exploradas, que sejam adequadas ao sistema de produção da agricultura familiar. Contribuindo, desta forma, para a diversificação dos produtos gerados por essa atividade, evitando os problemas

econômicos e ambientais da monocultura. Adicionalmente, diante do evento das mudanças climáticas, principalmente no que diz respeito aos seus impactos na agricultura em termos de temperatura e precipitação, torna-se imprescindível vislumbrar os possíveis cenários de aptidão térmica e hídrica da região para fins estratégicos de planejamento socioeconômico. Para se ter sucesso na exploração agrícola, devem prevalecer condições climáticas que permitam a planta, em seus diferentes estádios fenológicos, crescer e se desenvolver, principalmente, com relação às condições térmicas e hídricas (NETO et AL., 1997). Não obstante, em Santa Cruz, por se tratar de um sistema produtivo focado na agricultura familiar, não caracterizado como agricultura de sequeiro, as necessidades hídricas das culturas são supridas por meio da rega praticada de forma intuitiva, devido à falta de especialização desses pequenos agricultores. Por esse motivo, a aptidão agroclimática da região será avaliada apenas em sua condição térmica, conforme descrito nos objetivos deste trabalho, a seguir.

1.3. Objetivos

Tendo em vista a manutenção e o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar existente no bairro de Santa Cruz , este trabalho tem como principais objetivos:

- i) Identificar a aptidão térmica do bairro de Santa Cruz para diferentes culturas de ciclo curto, considerando os aspectos de fácil cultivo, manejo, comercialização e importância nutricional;
- ii) Definir um calendário agrícola (épocas de semeadura) com o intuito de estabelecer os períodos mais convenientes à exploração das culturas selecionadas neste estudo;
- iii) Avaliar os possíveis impactos dos cenários de mudanças climáticas na aptidão térmica do bairro de Santa Cruz (com base no relatório do IPCC/2007). Com isso, pretende-se avaliar a vulnerabilidade da atividade agrícola nessa região frente aos cenários de mudanças climáticas, para fins de adaptabilidade e planejamento das atividades econômicas futuras.

1.4. Escopo do trabalho

Este documento está organizado em capítulos. O primeiro é constituído pela introdução, identificação do problema e objetivos. Nesse capítulo são abordados os aspectos relacionados à importância e aos desafios inerentes ao tema, bem como os objetivos pretendidos. O capítulo 2 trata das bases teóricas necessárias para o entendimento do tema e da solução proposta pela metodologia deste estudo. Em seguida, no terceiro capítulo, descreve-se a região de estudo, os dados utilizados e os critérios da metodologia utilizada para a geração de resultados. Nos capítulos 4 e 5 são analisados e discutidos os resultados e relatadas conclusões e recomendações deste estudo, respectivamente.

CAPÍTULO 2

2. Revisão bibliográfica

2.1. Fatores que influenciam a produtividade das culturas

A agricultura é um dos segmentos mais importantes da cadeia produtiva e é aquele mais dependente das condições ambientais. O ambiente, basicamente clima e solo, controla o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Conseqüentemente, as condições ambientais devem ser adequadamente avaliadas antes de se implantar uma atividade agrícola. O primeiro e mais decisivo passo em qualquer planejamento deve ser a identificação de áreas com alto potencial de produção, isto é, áreas onde o clima e o solo sejam adequados para a cultura. O atendimento dessas exigências é que fará uma determinada região ser considerada apta para uma dada cultura. Quanto melhor for o conhecimento que se tem das condições ambientais prevalentes numa região, mais apto se estará para a seleção das culturas mais adequadas, das melhores épocas de plantio, das melhores variedades, dos sistemas de cultivo mais racionais, objetivando uma agricultura mais produtiva. Portanto, as condições ambientais devem ser adequadamente levantadas antes de se implantar uma atividade agrícola (PEREIRA et AL., 2002).

Segundo GLIESSMAN (2001), cada planta, durante seu ciclo de vida, atravessa estágios distintos de desenvolvimento. Cada um deles envolve algum tipo de transformação fisiológica ou resposta na planta. Essas respostas estão diretamente relacionadas às condições ambientais. Portanto, entender como as plantas e sua fisiologia sofrem impactos de diferentes fatores do ambiente, como crescem, se desenvolvem e, finalmente se tornam o material de origem vegetal utilizado no consumo humano é um componente essencial no desenho e manejo de sistemas sustentáveis de cultivo. Com relação ao clima, para se alcançar produtividade econômica cada cultura necessita de condições favoráveis durante todo o seu ciclo vegetativo, isto é, exigem determinados limites de temperatura nas várias fases do ciclo e de uma certa quantidade de radiação solar e de chuva, elementos climáticos mais importantes para as plantas (PEREIRA et AL., 2002). 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 é a temperatura do ar.

2.1.1. Temperatura do ar e plantas cultivadas

A energia no meio pode ser expressa pela temperatura do ar e é resultante do balanço energético que aí se estabelece. A temperatura é um dos principais fatores que controla o crescimento das plantas e também sua distribuição sobre a terra. Independente de quão favorável possam ser as condições de luz, o crescimento da planta pára quando a temperatura cai abaixo de um certo valor mínimo ou excede um certo valor máximo. Entre esses limites, existe um ótimo de temperatura no qual o crescimento se dá com maior rapidez. Esses três valores são conhecidos como temperaturas cardeais (Figura 2.1). Cada espécie possui seu limite térmico mínimo, máximo e ótimo para cada estágio fenológico (fases da vida da planta). O crescimento de uma planta varia de acordo com a quantidade de calor ao qual ela é submetida durante toda a sua vida e essa quantidade de calor é expressa em graus-dia. Um grau-dia é a medida da diferença da temperatura média diária acima do mínimo de temperatura necessário para uma espécie. Esse princípio explica a diferença de duração do ciclo vegetativo das culturas (MOTA, 1977).

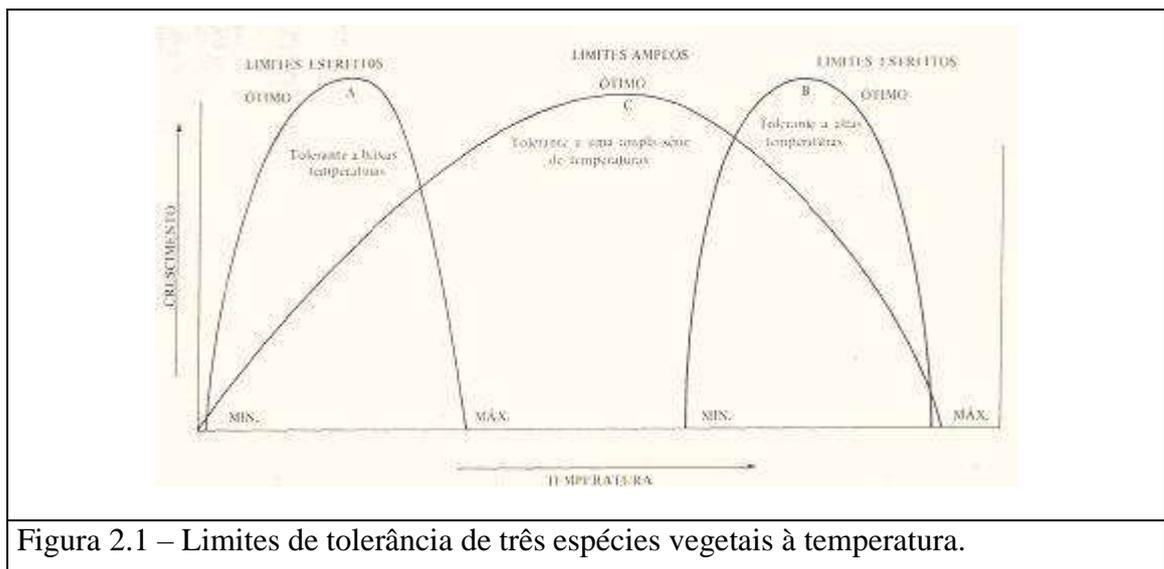


Figura 2.1 – Limites de tolerância de três espécies vegetais à temperatura.

2.1.2. Respostas das plantas à temperatura

Uma espécie vegetal pode estar submetida às condições adequadas ou não de temperatura. O estresse por temperatura pode ocorrer por excesso ou déficit de calor, dependendo se a temperatura ambiente está acima ou abaixo dos limites toleráveis pela

espécie em questão. A resposta da planta ao estresse por excesso ou por déficit de calor ocorre de forma diferenciada. O estresse por calor provoca um declínio na atividade metabólica da planta, aumenta a taxa de respiração, que posteriormente pode ultrapassar a taxa de fotossíntese, detendo o crescimento da planta, e em última análise, matando seu tecido. Quando ocorre o inverso, ou seja, as temperaturas caem abaixo do mínimo requerido, a planta pode entrar em dormência e sua atividade metabólica pode continuar vagarosamente, ou é possível também que ocorra a morte do tecido. (GLIESSMAN, 2001).

Segundo GLIESSMAN (2001), adaptações morfológicas comuns das plantas ao excesso de calor incluem:

- mudanças na estrutura da folha, que influi em um ponto de compensação alto de CO₂ para a relação fotossíntese/respiração;
- folhas que refletem mais luz, para absorver menos energia;
- pêlos, para isolar o tecido, folhas menores para diminuir a área de incidência solar;
- folhas com relação superfície/volume menor para ganhar menos calor;
- raízes mais extensas para absorver mais água.

Quanto às adaptações das plantas ao frio extremo, algumas proporcionam resistência, tais como cobertura de cera, ou a presença de células menores na folha, que impedem o congelamento do tecido interior. Uma resistência ao frio também pode ser induzida em algumas plantas por exposição, de curto prazo, à temperaturas a alguns graus acima do congelamento, isso lhes dá resistência limitada (GLIESSMAN, 2001).

Algumas plantas são adaptadas ao frio extremo através de um mecanismo para evitá-lo. Árvores que perdem suas folhas e ficam dormentes durante o frio; plantas de bulbo que morrem e somente suas partes subterrâneas sobrevivem; e plantas anuais que completam seu ciclo de vida e produzem sementes são exemplos disto (GLIESSMAN, 2001).

Algumas plantas precisam de variação diária de temperatura para um ótimo crescimento. Isto ocorre quando a temperatura ótima para o crescimento, que acontece principalmente à noite, é substancialmente diferente da temperatura ótima para a fotossíntese, que acontece durante o dia (GLIESSMAN, 2001)

Certas plantas precisam passar por um período de frio, chamado de vernalização, antes de certos processos de desenvolvimento acontecerem. Bulbos de lírio, por exemplo, são tratados com frio na época apropriada, antes do plantio, de maneira que possam estar

florescendo na Páscoa, em áreas temperadas do hemisfério norte. Em outros casos, sementes de espécies agrícolas são tratadas com frio antes do plantio, para ter uma germinação mais uniforme (GLIESSMAN, 2001).

LARCHER (2000) cita alguns exemplos sobre a influência da temperatura sobre o metabolismo e o crescimento das plantas:

- O efeito da temperatura sobre a germinação tem especial importância, pois uma vez alcançado o valor mínimo exigido pela planta, a taxa de germinação aumenta exponencialmente com o aumento da temperatura. Existe uma relação ecológica entre a velocidade de germinação e as condições climáticas. Quando há condições desfavoráveis, em algumas espécies existe um mecanismo que impede a germinação;
- Para o crescimento da extensão da raiz, geralmente, existe uma ampla faixa de temperatura. Por isso que as raízes iniciam seu crescimento antes das gemas aéreas, e depois ainda continuam a crescer. Nas plantas lenhosas de zona temperada a temperatura mínima exigida para este processo está entre 2 e 5°C. Já as plantas de regiões mais quentes exigem temperaturas mais elevadas; por exemplo, as raízes de *citrus* crescem com temperatura acima de 10°C. O calor exigido no crescimento da raiz de plantas tropicais e subtropicais é o principal fator que impede seus cultivos em regiões mais frias;
- Frutos e sementes exigem, geralmente, uma quantidade maior de calor para amadurecerem (Went, 1957, citado por LARCHER, 2000).

2.2. Mudanças climáticas e seus indícios

Extremos climáticos recentes, como as secas na Amazônia em 2005, no Sul do Brasil em 2004-2006; os invernos intensos da Ásia e Europa; as ondas de calor da Europa em 2003; o furacão Catarina no Sul do Brasil, em 2004; e os intensos furacões no Atlântico Norte, durante 2005, têm sido atribuídos à variabilidade natural do clima, à mudanças no uso da terra (desmatamento e urbanização), ao aquecimento global e ao aumento da concentração de gases de efeito estufa e aerossóis na atmosfera. Estes fenômenos têm afetado a população, com grandes perdas de vidas humanas, afetando também a economia, agricultura, saúde, com impactos graves nos ecossistemas (MARENGO, 2006).

Segundo Pedro Leite da Silva Dias, professor da Universidade de São Paulo (USP), citado por FIORAVANTI (2006), é muito pouco provável que eventos climáticos como esse

sejam devidos apenas à variabilidade climática natural. Podem ser um tênue sinal de aquecimento global no Brasil e de seus impactos.

O ciclo climático do planeta Terra é formado por períodos de resfriamento e aquecimento, e o efeito estufa é um fenômeno natural. Porém a atividade industrial está modificando o clima, além da sua variação natural, sugerindo que a atividade humana colabora com o aquecimento do planeta. Desde 1750, época da Revolução Industrial, vem-se verificando um aumento de 31% na concentração de dióxido de carbono na atmosfera. O dióxido de carbono e outros gases do efeito estufa impedem a perda de radiação de onda longa para o espaço, permitindo o aquecimento natural do planeta. Qualquer alteração na concentração desses gases poderá afetar o clima global. Com o aumento das emissões dos gases de efeito estufa observado nos últimos tempos, há um maior acúmulo de calor no planeta (MARENGO, 2006).

A partir de reconstruções de temperatura feitas para os últimos 1000 anos, por meio de registros paleoclimáticos, concluiu-se que a causa para o aumento na temperatura global não é apenas devido ao ciclo climático natural do planeta, ou seja, também é causado por fatores antrópicos. (GORE, 2006)

Segundo IPCC (2007) o Terceiro Relatório de Avaliação (*Third Assessment Report/TAR*) publicado em 2001 pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change/IPCC*) demonstrou que a probabilidade das causas das mudanças climáticas observadas serem devido à variabilidade interna do clima é pouco provável. O que indica a existência de forçantes externas. Portanto, conclui-se que essas mudanças são uma soma de dois fatores: efeito antrópico e variabilidade interna do clima. Evidências observadas em todos os continentes e na maioria dos oceanos mostram que os sistemas naturais estão sendo afetados por mudanças regionais do clima, particularmente pelo aumento de temperatura, tais como:

- Ampliação em tamanho e número de lagos glaciares;
- Instabilidade crescente da superfície e avalanches em regiões de gelo permanente;
- Mudanças em alguns ecossistemas árticos e antártico, incluindo os biomas mar-gelo;
- Antecipação de eventos de primavera, tais como migração de pássaros e postura de ovos;
- Antecipação e aumento da estação de crescimento dos vegetais na primavera devido ao recente aquecimento;

- Mudanças na abundância de peixes, algas e planctons nas altas latitudes oceânicas;
- Antecipação da migração de peixes em rios;
- O aumento observado na temperatura média global desde os meados do século 20 está fortemente relacionado ao aumento observado nas concentrações das emissões antrópicas de gases de efeito estufa (Figura 2.2);
- Mais de 29 mil séries de dados observacionais, provenientes de 75 estudos, mostram que mudanças significativas em muitos sistemas físicos e biológicos são consistentes com as mudanças esperadas como resposta ao aquecimento;
- Existe através do globo uma concordância espacial entre regiões com aquecimento significativo e localidades com mudanças cujas características são consistentes com as repostas esperadas ao aquecimento, sendo muito improvável que suas causas sejam devido somente à variabilidade natural de temperatura ou a variabilidade natural do sistema;
- As alterações observadas no sistema climático do planeta estão sendo muito melhor simuladas por modelos que combinam forçantes naturais (atividade solar e vulcânica) e forçantes antrópicas (gases do efeito estufa e aerossóis) do que por modelos que consideram apenas as forçantes naturais.

Segundo coletâneas de relatos e pesquisas científicas, existem mais indícios de que o planeta Terra passa por uma mudança climática sem precedentes (GORE, 2006):

- Quase todas as geleiras de montanhas que existem no planeta estão derretendo, várias delas rapidamente, tais como as do Monte Kilimanjaro (Tanzânia), do Parque Nacional das Geleiras em Montana (EUA), de Perito Moreno e Upsala na Patagônia (Argentina), de Colúmbia (Alasca), de Qori Kalis (Peru), de Tschierva e Ródano (Suíça), de Adamello (Itália) e do Himalaia (Tibet);
- Os 21 anos mais quentes já medidos ocorreram nos últimos 25 anos. Ondas de calor são registradas pelo mundo: em 2003 em Munique (Alemanha), no verão de 2005 em Nevada, Colorado, Arizona, Nova Orleans, Wisconsin, Nova Jersey, Carolina do Norte, Carolina do Sul (EUA);
- As tempestades ficam mais frequentes e mais fortes devido ao aquecimento dos oceanos: em 2004 os EUA são atingidos por vários grandes furacões, em 2004 dez tufões atingiram o Japão (recorde histórico), em 2004 ocorre o primeiro furacão

no Atlântico Sul (até então considerado impossível nessa região), em 2004 foi quebrado o recorde de tornados nos EUA, em 2005 são registrados 27 furacões, em 2006 a Austrália foi atingida por vários ciclones excepcionalmente fortes;

- O aumento da precipitação pluvial em diversas regiões do mundo causa inundações recordes: 2005 na Suíça, China e Índia;
- O deslocamento das chuvas causa secas intensas: em 2005 na china e na África;
- A desertificação vem aumentando no mundo todo, década após década;
- O derretimento de superfícies permanentemente congeladas (*permafrost*) em latitudes altas no Alasca e na Sibéria;
- Diminuição da extensão do gelo continental e marinho no hemisfério norte na Groelândia e no Ártico;
- Mudança no ritmo das estações do ano em todo o mundo;
- A relação entre o aquecimento global e o branqueamento em grande escala dos corais é hoje aceito em âmbito mundial;
- Surgiram cerca de 30 novas doenças nos últimos 25 a 30 anos e doenças que estavam sob controle, hoje ressurgem;
- Diminuição das plataformas de gelo da Península Antártica;
- Muitos moradores de ilhas de altitudes muito baixas no Pacífico tiveram que abandonar suas casas por conta da elevação do nível do mar; entre outros...;

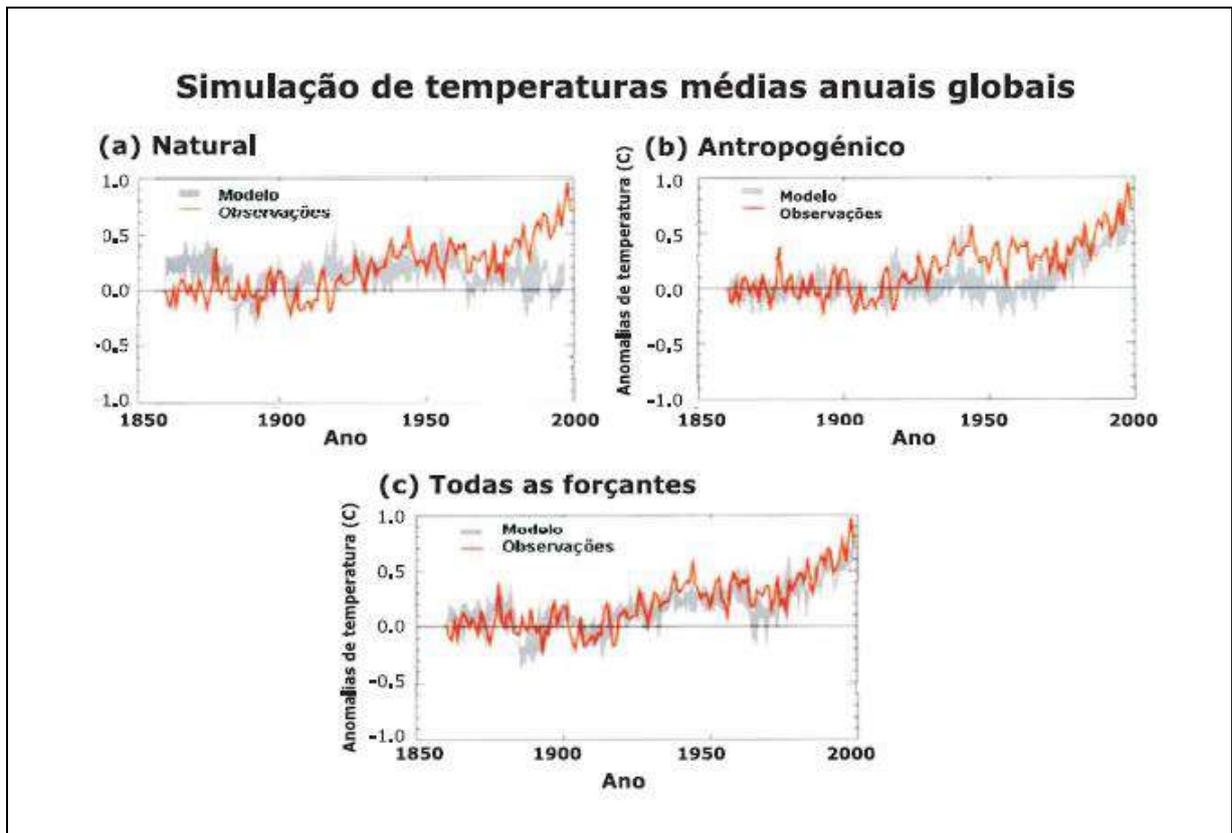


Figura 2.2 - Anomalias globais de temperatura do ar relativo ao período 1850-1920, baseados em registros instrumentais, comparadas com a média de um conjunto de quatro simulações de modelos acoplados oceano-atmosfera forçados com: (a) forçamento solar e vulcânico somente, (b) forçamento antrópico que inclui gases de efeito estufa, mudanças no ozônio troposférico e estratosférico e o efeito direto e indireto de aerossóis de sulfato, e (c) combinação de todas as forças (naturais e antrópicas). A linha vermelha representa as observações e a área em cinza representa os quatro modelos climáticos usados. As médias são anuais (Fonte: IPCC 2001a).

2.2.1. Cenários de mudanças climáticas

Os cenários de emissão - *Special Report Emission Scenario/SRES* - representam uma visão possível das emissões futuras de gases de efeito estufa e aerossóis que têm um efeito radiativo potencial (MARENGO, 2006). Esses cenários definidos no Relatório Especial de Cenários de Emissão - *Special Report on Emission Scenarios* – (IPCC, 2001b) foram usados como base para as projeções climáticas, do Terceiro Relatório de Avaliação e do Quarto Relatório de Avaliação do IPCC (IPCC, 2001b; IPCC, 2007), até o ano de 2100. Os SRES

mostram diferentes cenários futuros de mudanças climáticas divididos em A1, A2, B1, B2, apresentando as seguintes características:

A1 é o cenário que descreve um mundo futuro onde a globalização é dominante. Neste cenário o crescimento econômico é rápido e o crescimento populacional é pequeno. Neste mundo, os indivíduos procuram riqueza pessoal em lugar de qualidade ambiental. Há três cenários: A1B (cenário de estabilização), A1F (máximo uso de combustível fóssil) e A1T (mínimo uso de combustível fóssil);

A2 (pessimista) é o cenário que descreve um mundo futuro muito heterogêneo onde a regionalização é dominante, existindo um crescimento populacional alto, e menos preocupação em relação ao desenvolvimento econômico rápido;

B1 é o cenário que descreve uma rápida mudança na estrutura econômica mundial, onde ocorre uma introdução de tecnologias limpas. A ênfase está em soluções globais, a sustentabilidade ambiental e social e inclui esforços combinados para o desenvolvimento de tecnologia rápida;

B2 (otimista) é o cenário que descreve um mundo no qual a ênfase está em soluções locais, a sustentabilidade econômica, social e ambiental. A mudança tecnológica é mais diversa com forte ênfase nas iniciativas comunitárias e inovação social, em lugar de soluções globais.

As características de cada cenário, em relação às concentrações de gases de efeito estufa (SO₂, CO₂, N₂O e CH₄) são ilustradas na Figura 2.3 e mostram as diferentes concentrações dos cenários SRES e suas variações no período de 1980 até 2100. Os cenários do grupo IS92, cenários de emissão de gases de efeito estufa usados no Segundo Relatório de Avaliação - *Second Assessment Report/SAR* – (IPCC, 1996), foram substituídos pelos cenários SRES publicado em 2000.

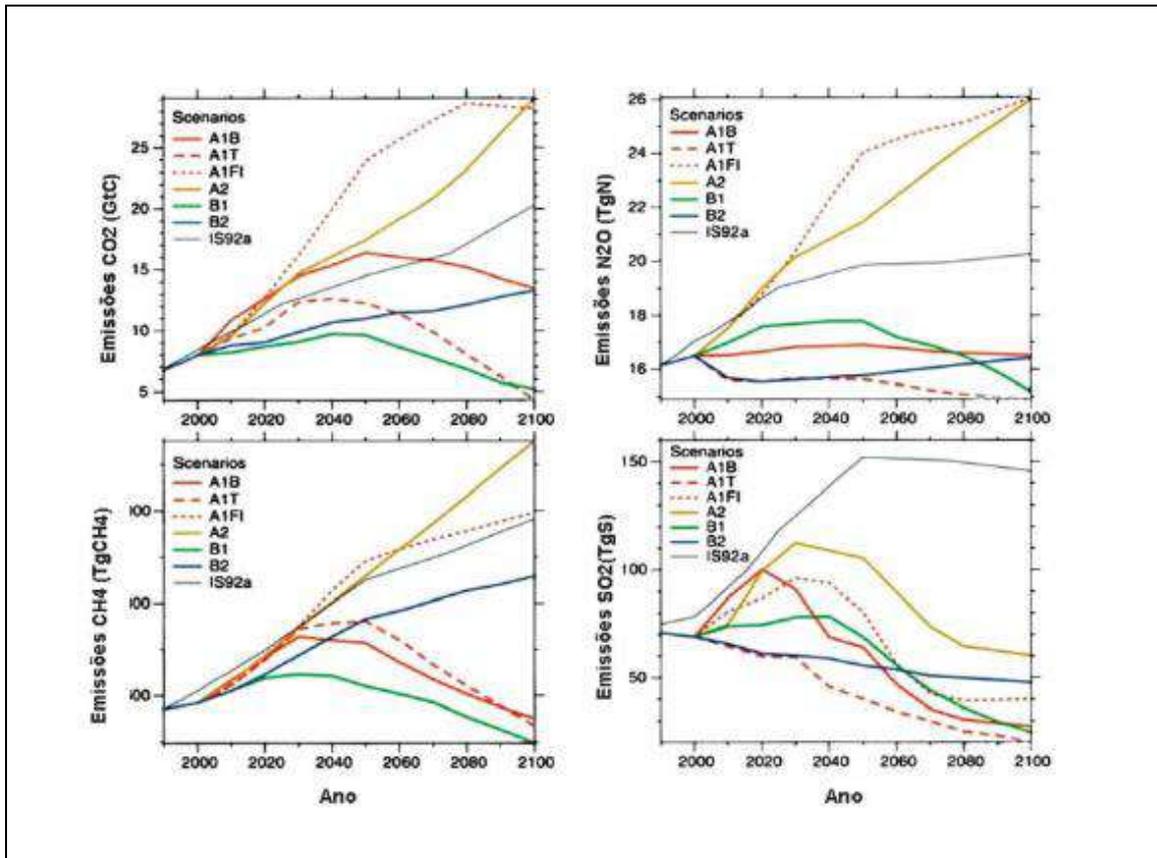
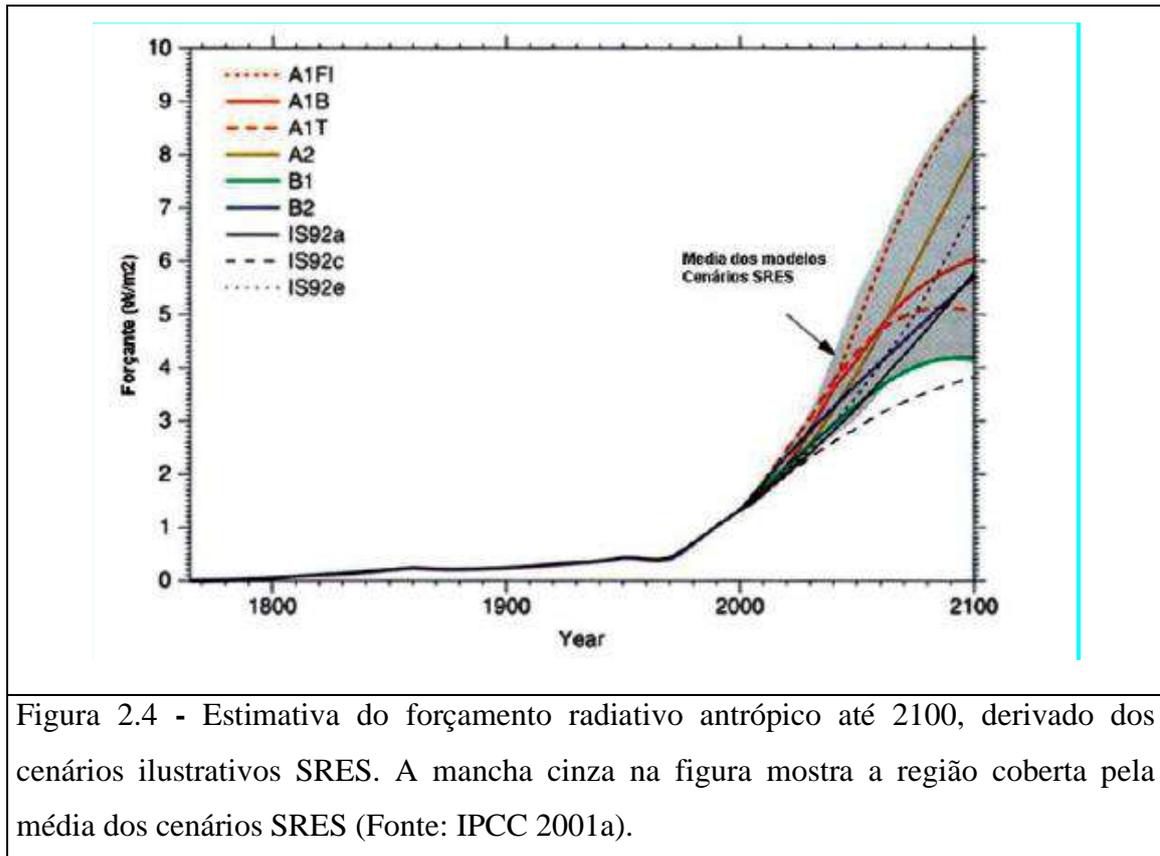


Figura 2.3 - Emissões antropogênicas (CO₂, N₂O, CH₄ e SO₂) para os seis cenários ilustrativos SRES: A1B, A2, B1, B2, A1F1 e A1T, e o cenário IS92a (Fonte: IPCC 2001a).

A Figura 2.4 mostra as combinações de forçamentos térmicos devido às concentrações de diferentes gases de efeito estufa dos cenários SRES A e B.



Segundo MARENGO (2006), os modelos acoplados oceano-atmosfera, utilizados nas simulações do IPCC juntamente com as instituições onde eles foram rodados, são:

1. *Hadley Centre for Climate Prediction and Research, da Inglaterra (HadCM3);*
2. *Australia's Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, da Austrália (CSIRO-Mk2);*
3. *Canadian Center for Climate Modeling and Analysis, do Canadá (CCCMA);*
4. *National Oceanic and Atmospheric Administration NOAA-Geophysical Fluids Dynamic Laboratory, dos Estados Unidos (GFDL-CM2);*
5. *Center for Climate Studies and Research CCSR/National Institute for Environmental Studies NIES, do Japão (CCSR/NIES).*

Esses modelos globais do IPCC apresentam incertezas visíveis nas simulações do clima para o tempo presente, especialmente na previsão sazonal. Tais simulações do clima presente permitem identificar regiões onde os modelos apresentam um bom índice de acerto (*skill*) ou erros sistemáticos, que devem ser levados em conta nas projeções de clima do futuro. Uma comparação entre as climatologias anuais de precipitação e temperatura observadas e simuladas para o clima atual foi elaborada para cada um dos cinco modelos do

IPCC, no mesmo período, para detecção de erros sistemáticos ou vieses dos modelos na América do Sul. É importante considerar estes vieses na avaliação de cenários futuros. O viés sazonal desses modelos na região Sudeste do Brasil apresenta valores entre $\pm 1^{\circ}\text{C}$, tanto para o cenário de alta emissão ou “pessimista” A2 quanto para o de baixa emissão ou “otimista” B2 (MARENGO, 2006).

A Tabela 2.1 apresenta um resumo das projeções sazonais de acréscimo de temperatura de cada um dos cinco modelos climáticos do IPCC para a região Sudeste do Brasil referentes aos cenários extremos de alta emissão ou “pessimista” A2 e de baixa emissão ou “otimista” B2 (retirado dos mapas sazonais de projeções de anomalia de temperatura centrada no ano de 2020; MARENGO, 2006).

Segundo NOBRE (2006) e MARENGO (2006), há uma maior concordância entre os modelos quando se refere ao aumento de temperatura, principalmente nas regiões central e Amazônia. Por outro lado, em relação à chuva, os modelos divergem em muitos resultados.

Tabela 2.1 – Projeções sazonais de acréscimo de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), em graus Celsius, de cada modelo do IPCC para a região Sudeste do Brasil com escala de tempo centrada em 2020 (Fonte: MARENGO, 2006).

	Cenário B2				Cenário A2			
	Trimestres do ano				Trimestres do ano			
Modelos	1 ^o	2 ^o	3 ^o	4 ^o	1 ^o	2 ^o	3 ^o	4 ^o
CCCMA	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
CSIRO	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
GFDL	1,00	1,00	2,00	1,00	2,00	1,00	2,00	2,00
HadCM3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00
CCSR/NIES	2,00	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00	1,00	2,00

2.2.2. Impactos das mudanças climáticas na agricultura brasileira

As mudanças climáticas têm afetado a população e a economia com impactos graves nos ecossistemas, como alterações na biodiversidade, aumento no nível do mar, além de impactos na saúde, na agricultura e na geração de energia hidrelétrica que já podem estar afetando o Brasil, assim como o restante do planeta. Em relação à agricultura, pesquisas recentes indicam mudança do atual eixo de produção (MARENGO, 2006).

A Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (Embrapa) realizou simulações com dados do IPCC para estimar o impacto do aquecimento em cinco cultivos: soja, milho, café, arroz e feijão. Os resultados de cenários com aumentos de temperatura entre 1,3 e 5,8 graus e proporções de 5%, 10% e 15% de aumento nas precipitações deixaram evidente a necessidade de um forte reordenamento geográfico da produção agrícola do país. Nas próximas décadas, os cultivos de grãos serão cada vez mais difíceis no sul brasileiro. O excessivo calor do verão condicionará o avanço de produções como as de arroz, feijão, milho e soja para a região centro-oeste (ASSAD, 2006). A Figura 2.5 ilustra os impactos das simulações realizadas para a soja.

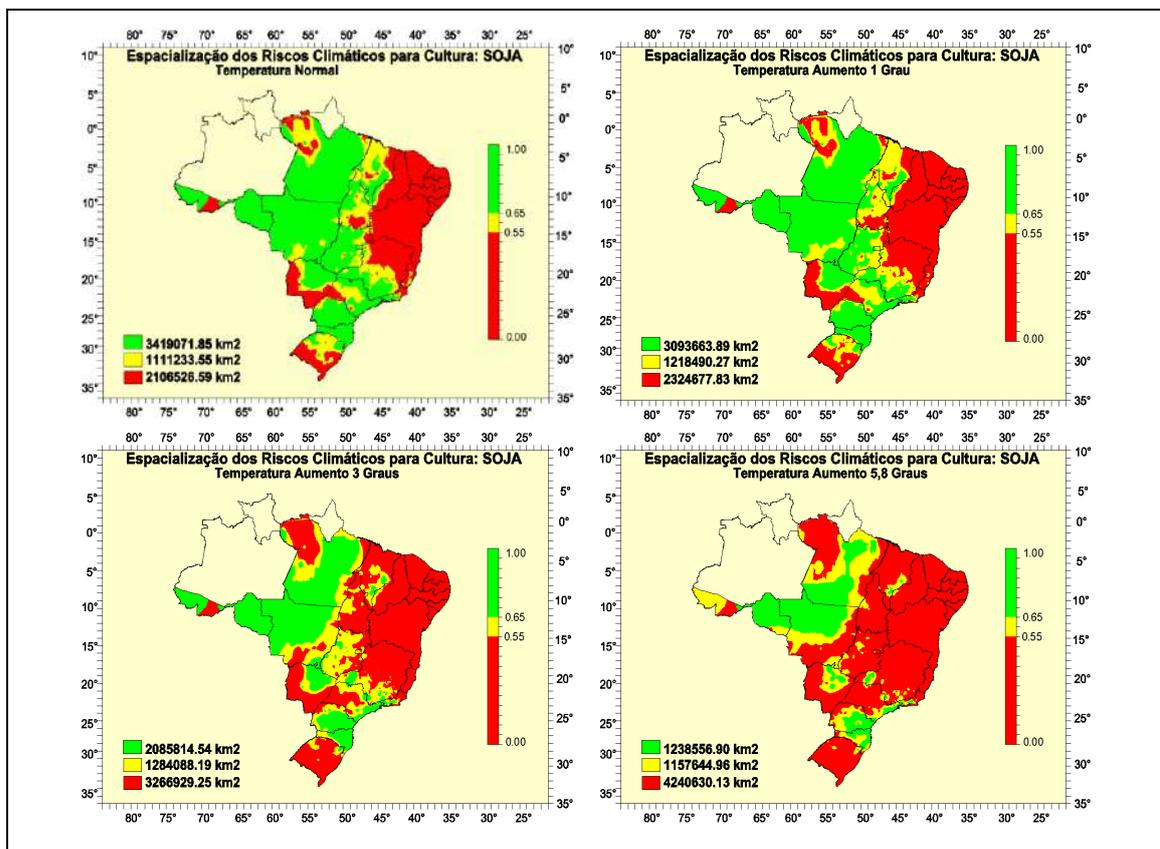


Figura 2.5 – Impactos no zoneamento da soja devido às mudanças climáticas projetadas pelo IPCC (Fonte: ASSAD et AL.,2006).

No caso do café, Eduardo Assad, chefe geral da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Informática, relata que foram feitas várias simulações e avaliações dos impactos que um aumento na temperatura média do ar de 1°C, 3°C e 5,8°C e um incremento de 15% na precipitação pluvial teriam na potencialidade da cafeicultura brasileira, definida pelo atual zoneamento agroclimático do café (*Coffea arábica* L.) nos Estados de Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Paraná. Os resultados indicaram uma redução de área apta para a cultura superior a 95% em Goiás, Minas Gerais e São Paulo, e de 75% no Paraná, no caso de um aumento na temperatura de 5,8°C. Nos cenários estudados, o deslocamento da produção será para áreas montanhosas, de difícil manejo, onde temperaturas médias anuais abaixo de 23°C ainda serão observadas. Esses resultados são válidos se mantidas as atuais características genéticas e fisiológicas das cultivares de café arábica utilizadas no Brasil (ver ASSAD et AL., 2004)

De acordo com Assad, uma alternativa é trabalhar a mudança genética das plantas para que elas possam, no futuro, suportar o calor. Mesmo que isso seja feito, ele afirma que haverá necessidade de migração dos plantios (ASSAD, 2006). Segundo o pesquisador, quanto maior a anomalia de temperatura, menor a aptidão da região, até o limite máximo de tolerância biológica ao calor. Por outro lado, culturas tolerantes a altas temperaturas provavelmente serão beneficiadas até o seu limite próprio de tolerância ao estresse térmico. No caso de baixas temperaturas, regiões que atualmente são limitantes ao desenvolvimento de culturas suscetíveis a geadas, com o aumento do nível térmico decorrente do aquecimento global, passarão a apresentar condições favoráveis ao desenvolvimento de vegetações (ASSAD et. al, 2004). Nesse sentido, Assad reforça que é preciso estar preparado para a mudança de aptidão agrícola, em que as culturas deverão migrar para regiões onde o cultivo possa ser sustentado (ASSAD, 2006).

Os resultados desses estudos são essenciais para o planejamento de ações futuras tendo como base as mudanças climáticas e seus impactos. Como exemplo disso, pode-se citar as ações do Ministério da Agricultura que pretende oferecer novas opções de cultivos para os agricultores gaúchos, os mais afetados pela mudança climática. Pela primeira vez serão definidas na região áreas para plantio de girassol, rícino e frutas temperadas como ciruela, pêssego, nectarina e pêra. Estes ajustes no extremo sul começaram em 2005, quando pela primeira vez limitou-se o plantio de soja (ECOAGÊNCIA, 2007).

2.3. Importância nutricional das culturas

2.3.1. A cultura da abobrinha

A abobrinha (*Cucurbita pepo*) pertence à família da melancia, melão, pepino e moranga. Originou-se no continente americano, sendo cultivada do Peru até o sul dos Estados Unidos (Wikipedia, 2007). É fonte de vitamina A e C, vitaminas do complexo B, sais minerais, como cálcio, fósforo, sódio, ferro, potássio e magnésio. Cada 100 gramas contem 27 quilocalorias (COMPANHIA DOS LIVROS, 2004).

2.3.2. A cultura do agrião

O agrião (*Nasturtium officinale*) é originário do sudeste da Ásia, sendo utilizado há vários séculos na Europa, principalmente por gregos e romanos, que apreciavam banquetes ricos em especiarias e saladas picantes. O agrião de terra seca é uma hortaliça tipo folha, rica em vitamina C e em sais minerais, como cálcio, ferro, potássio e iodo. O agrião é mais rico em ferro que a couve e o espinafre. Cada 100 gramas contem 23 quilocalorias (COMPANHIA DOS LIVROS, 2004; EMBRAPA, 2007).

2.3.3. A cultura da alface

Originária da Europa e da Ásia, a alface (*Lactuca sativa*) pertence à família da alcachofra, almeirão e chicória ou escarola. É conhecida desde o ano 500 antes de Cristo. A alface constitui uma importante fonte de sais minerais, principalmente de cálcio e ferro, fibras e vitaminas A, B e C. Cada 100 gramas contem 16 quilocalorias (COMPANHIA DOS LIVROS, 2004; EMBRAPA, 2007).

2.3.4. A cultura do almeirão

O almeirão (*Cichorium intybus*), hortaliça nativa da Europa, é cultivada em todo o mundo, tanto para a alimentação do homem como de animais (EMBRAPA, 2007). O almeirão é da mesma família da chicória, alface, dente-de-leão e serralha. Fornece vitaminas A, C, do complexo B e E, fibras, além de ser boa fonte de fósforo e ferro. Cada 100 gramas contem 20 quilocalorias (COMPANHIA DOS LIVROS, 2004; EMBRAPA, 2007).

2.3.5. A cultura da beterraba

A beterraba (*Beta vulgaris*) é uma raiz tuberosa, originária da Europa, pertencente à família da acelga e do espinafre verdadeiro. Existem três tipos de beterraba: a beterraba açucareira, usada para produção de açúcar; a beterraba forrageira, usada para alimentação animal; e aquela cujas raízes são consumidas como hortaliça, sendo a mais conhecida no Brasil. Destaca-se como uma das hortaliças mais ricas em ferro, tanto na raiz quanto nas folhas, em vitaminas A, B e C, sais minerais, como sódio, potássio, zinco e magnésio. Cada 100 gramas contem 50 quilocalorias (COMPANHIA DOS LIVROS, 2004; EMBRAPA, 2007).

2.3.6. A cultura da chicória

A chicória (*Cichorium intybus*), também conhecida como escarola, é originária da Índia e pertence à família da alface, alcachofra, e almeirão. Já na antiguidade era utilizada por romanos, gregos e egípcios. A chicória constitui uma importante fonte de vitamina A, B1, B2, B5, C, D, potássio, sódio, fósforo, cálcio, silício, cloro e ferro. Cada 100 gramas contem 20 quilocalorias (COMPANHIA DOS LIVROS, 2004; EMBRAPA, 2007).

2.3.7. A cultura do coco

O coqueiro (*Cocos nucifera*) é originário do Sudeste Asiático e foi introduzido no Brasil em 1553 pelos portugueses. Considerada uma das árvores mais importantes do mundo, tendo em vista que sua exploração é uma atividade que gera emprego e renda em vários países do globo. Os frutos dessa palmeira perene podem ser consumidos *in natura* ou industrializado na forma de mais de 100 produtos e subprodutos. O coqueiro é também utilizado como planta paisagística para embelezar praças, canteiros públicos, chácaras e fazendas (EMBRAPA, 2007).

O coco é um dos alimentos mais completos da natureza, apresentando grande variedade de sais minerais, como potássio, cálcio, fósforo, sódio, cobre, ferro, magnésio e cloro, além de fibras. Sua polpa possui alto teor de gordura, mais de 50%. Um coco pequeno ralado contem 320 quilocalorias (COMPANHIA DOS LIVROS, 2004).

2.3.8. A cultura do coentro

O coentro (*Coriandrum sativum*) é uma erva aromática anual originária do Sul da Europa e Oriente. Acredita-se que chegou ao Brasil junto com os primeiros colonos portugueses. É rica em vitamina A, B1, B2, C e E. Cada 100 gramas contem 22 quilocalorias (COMPANHIA DOS LIVROS, 2004; EMBRAPA, 2007).

2.3.9. A cultura da couve

A couve de folha ou couve comum (*Brassica oleracea*) é uma hortaliça originária da Europa, conhecida desde a Grécia Antiga, na região da Jônia, nas Costas do Mar Egeu. Hortaliça rica em vitamina A, B1, B2, B5, C, D, E, K, fibras, sais minerais como o ferro, enxofre, potássio, sódio, cloro, magnésio, cálcio, e pequena quantidade de fósforo. Contém mais vitamina C do que a encontrada nas frutas cítricas. Cada 100 gramas contem 27 quilocalorias (COMPANHIA DOS LIVROS, 2004; EMBRAPA, 2007).

2.3.10. A cultura da couve-brócolis

O brócoli (*Brassica oleracea*) é uma hortaliça de inflorescência, originária da região do Mediterrâneo, pertencente à família da couve-comum, couve-flor, repolho, mostarda, rabanete e do agrião (Embrapa Hortaliças, Emater-DF, sem data).

O brócolis é rico em cálcio e ferro, vitamina C e vitaminas do complexo B. Cada 100 gramas contem 49 quilocalorias (COMPANHIA DOS LIVROS, 2004).

2.3.11. A cultura do espinafre

Dois hortaliças diferentes são conhecidas como espinafre (*Spinacea oleracia*). O verdadeiro é originário da Ásia. O outro espinafre, da Nova Zelândia, é facilmente encontrado no mercado brasileiro. Possui folhas triangulares, de cor verde-escura. O espinafre é uma hortaliça rica em ferro e excelente fonte de vitaminas A e B2, além de fornecer cálcio, fósforo, potássio e magnésio. Cada 100 gramas contem 24 quilocalorias (COMPANHIA DOS LIVROS, 2004; EMBRAPA, 2007).

2.3.12. A cultura do feijão

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) tem grande importância econômica e social, sendo cultivado por pequenos e grandes produtores em todas as regiões brasileiras. É uma cultura apropriada para compor desde sistemas agrícolas intensivos irrigados, altamente tecnificados, até aqueles com baixo uso tecnológico, principalmente de subsistência. As variações observadas na preferência dos consumidores orientam a pesquisa tecnológica e direcionam a produção e comercialização do produto, pois as regiões brasileiras são bem definidas quanto à preferência do grão de feijoeiro comum consumido (EMBRAPA, 2007).

Graças as suas comprovadas propriedades nutritivas, o feijão é altamente desejável como componentes em dietas de combate à fome e à desnutrição. Quando combinado com cereais, especialmente o arroz, proporciona uma complementação protéica importante. Além do seu conteúdo protéico e de aminoácidos, possui elevado teor de fibra, vitaminas (especialmente do complexo B) e carboidratos. Conseqüentemente, representa importante fonte de nutrientes e de energia (EMBRAPA, 2007). Cada 100 gramas contem 320 quilocalorias (COMPANHIA DOS LIVROS, 2004).

2.3.13. A cultura da mandioca

Atualmente, a mandioca (*Manihot dulcis*) é cultivada em muitos países compreendidos por uma extensa faixa do globo terrestre, que vai de 30° de latitude norte a 30° de latitude sul (EMBRAPA, 2007). As cultivares de mandioca são classificadas em: 1) doces ou de "mesa", também conhecidas como aipim, macaxeira ou mandioca mansa e normalmente utilizadas para consumo fresco humano e animal; e 2) amargas ou mandiocas bravas, geralmente usadas nas indústrias (EMBRAPA, 2007).

A mandioca é uma raiz muito rica em carboidratos, sais minerais, como cálcio, fósforo, ferro e vitaminas do complexo B. É um alimento altamente calórico, sendo que cada 100 gramas contem 350 quilocalorias (COMPANHIA DOS LIVROS, 2004)

2.3.14. A cultura do maxixe

O maxixe (*Cucumis anguria*) é uma hortaliça tradicional no Nordeste, ainda pouco conhecida no Centro-Sul do país. É um fruto originário da África, introduzido no Brasil pelos

escravos. O maxixe é da família da abóbora, pepino, melão e melancia. Os frutos são fonte de sais minerais, principalmente zinco, e têm poucas calorias (EMBRAPA, 2007).

2.3.15. A cultura da melancia

A melancia (*Citrullus vulgaris*) é nativa das zonas áridas da África tropical e subtropical, ao sul do Equador (DOORENBOS e KASSAM, 1994). É uma fruta muito rica em vitamina A, vitamina C e sais minerais, como potássio, fósforo, sódio, magnésio e cálcio. Cada 100 gramas contem 22 quilocalorias (COMPANHIA DOS LIVROS, 2004).

2.3.16. A cultura do nabo

O nabo (*Brassica rapa*) é nativo da Europa e da Ásia Central. Foi cultivado pela primeira vez no Oriente Médio há 4.000 anos. É rico em vitamina A, B, e C, em sais minerais, como enxofre, zinco, potássio, sódio, cálcio, ferro, fósforo e em fibras. Cada 100 gramas contem 21 quilocalorias (COMPANHIA DOS LIVROS, 2004; EMBRAPA, 2007).

2.3.17. A cultura do quiabo

O quiabo (*Hibiscus esculentos*) é originário da Etiópia, largamente cultivada nos trópicos e no subtropical. Chegou ao Brasil nos navios negreiros (EMBRAPA, 2007). A cultura é rica em vitamina A, B1, C, fibras e sais minerais, como sódio, magnésio, potássio e cálcio. Cada 100 gramas contem 38 quilocalorias (COMPANHIA DOS LIVROS, 2004).

2.3.18. A cultura do rabanete

O rabanete (*Raphanus sativus*) é uma raiz tuberosa, originária da região Mediterrânea. Pertence à família da couve, couve-flor e brócolis. Era uma hortaliça muito apreciada no antigo Egito, Assíria, Grécia e Roma. No Egito, os construtores das pirâmides consumiam grandes quantidades de rabanete, juntamente com cebola e alho. Atualmente o rabanete é muito consumido na cozinha asiática. Suas qualidades ainda são pouco conhecidas pelos brasileiros que o consomem em pequena quantidade. O rabanete é fonte de vitamina C, fibras e sais minerais, como potássio, cálcio, ferro e magnésio. Cada 100 gramas contem 25 quilocalorias (COMPANHIA DOS LIVROS, 2004; EMBRAPA, 2007).

2.3.19. A cultura do repolho

O repolho (*Brassica oleracea*) tem como região de origem a Costa Norte Mediterrânea, Ásia Menor e Costa Ocidental Européia. Em sua forma selvagem, o repolho era utilizado pelos egípcios, sendo que o seu uso generalizou-se com as invasões arianas entre 2000 e 2500 antes de Cristo. Por ser considerado uma fina iguaria pelos gregos e romanos, era cultivado em suas diversas formas. Acredita-se que o repolho tenha sido introduzido na Europa pelos celtas no século IX. Na América, o repolho foi trazido pelos conquistadores europeus por volta do século XV (IAPAR, 2005).

O repolho é uma excelente fonte de fibras, principalmente quando consumido cru. Apresenta alto teor de vitamina C e quantidades significativas de potássio, cálcio, ferro, magnésio e betacarotenos, precursor da vitamina A. Cada 100 gramas contem 25 quilocalorias (COMPANHIA DOS LIVROS, 2004).

2.3.20. A cultura da salsa

A salsa (*Petroselinum crispum*) é rica em vitaminas A e C e em sais minerais, como cálcio, fósforo, sódio, ferro e potássio. Cada 100 gramas contem 43 quilocalorias. (COMPANHIA DOS LIVROS, 2004; EMBRAPA, 2007).

CAPÍTULO 3

3. Materiais e métodos

3.1. Região de estudo

O bairro de Santa Cruz está localizado na Zona Oeste do município do Rio de Janeiro, distante cerca de 65 km do centro da cidade, apresentando limites ao norte com os municípios de Itaguaí e Seropédica, a leste com o bairro de Campo Grande, ao sul com os bairros de Guaratiba e Sepetiba e a oeste com a Baía de Sepetiba.

O clima da região é classificado pela metodologia de Köppen (COSTA, 1994) como tropical, apresentando temperaturas médias mensais entre 20,1° C no mês julho e 26,6° C em fevereiro, com valor médio anual de 23,4° C. A precipitação total média anual é de 1224,9 mm, com estação úmida e seca bem definidas. A estação úmida inicia-se no mês de outubro, indo até o final de abril. Por sua vez, a estação seca dura de maio ao final de setembro.

A população da região é de cerca de 311.289 habitantes (IBGE, 2000) e é o terceiro maior bairro da cidade em espaço territorial, apresentando uma área de 164.05 km². Santa Cruz possui uma rede hidrográfica de grande importância na história da região, composta por rios como o Guandu, o São Francisco, o Rio da Guarda e diversos canais, alguns abertos no tempo dos jesuítas. A região está classificada, segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) como de médio-médio desenvolvimento humano, tanto pelo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH=0,695) como pelo Índice de Condições de Vida (ICV=0,717), ocupando a última posição em ambos os critérios, o que faz dela a região que apresenta o menor desenvolvimento humano relativo da cidade.

A região apresenta vocação para a agricultura, tendo por muito tempo integrado o “cinturão verde” da cidade do Rio de Janeiro. Porém, com a transferência da Capital Federal para Brasília, no início dos anos 60, e a criação do Distrito Industrial de Santa Cruz, que visava dar suporte econômico à nova unidade da Federação (Estado da Guanabara), teve sua atividade tradicional alterada (PRIOSTI, 1997). A área agrícola, hoje baseada na cultura do coco, foi então deslocada ficando quase que restrita ao norte, em direção ao município de Itaguaí, onde se pode encontrar culturas de tomate, goiaba, acerola, aipim e principalmente coco.

Na década de 30, no governo Getúlio Vargas, a região de Santa Cruz sofreu grandes transformações, passando por obras de saneamento e abertura de canais de drenagem e

irrigação, que recuperaram a salubridade local, valorizando as terras, que tinham como objetivo a criação de um núcleo de Colônias Agrícolas (CARVALHO, 2000). Em 1938 chegaram às terras do antigo curato de Santa Cruz as primeiras 13 famílias japonesas, que vieram de Mogi das Cruzes, Estado de São Paulo, seguidas por outras 19, chegadas meses depois, para ocupar os lotes do recém criado Núcleo Colonial, distribuídos pela estrada Reta do Rio Grande e pela Reta de São Fernando, dando início a um ciclo de novas experiências na agricultura, produzindo após cinco meses de trabalho quantidade significativa de produtos agrícolas. Aos poucos a produção foi sendo diversificada, com a introdução de frutas, como laranja e banana, e legumes, como a abóbora, berinjela, batata doce, jiló, aipim, quiabo, batata inglesa e muitos outros. Porém, o grande destaque da produção japonesa nas terras férteis de Santa Cruz foi o tomate. Experiências realizadas nos lotes da colônia dos japoneses produziram o famoso "tomate Santa Cruz", com suas variedades: "Santa Cruz CAC", "Santa Cruz IAC", "Santa Cruz Sul Brasil", entre outras (CARVALHO, 2000).

O sucesso do Núcleo Colonial decorreu principalmente da qualidade do solo turfoso encontrado em diversos trechos da área, juntamente com os métodos de plantio, a utilização sementes de qualidade, o emprego racional de fertilizantes e o trabalho criterioso do colono japonês desde as sementeiras até a colheita e seleção de produtos (CARVALHO, 2000). Depois de um período baseado na produção de legumes e outros produtos agrícolas, que durou cerca de 50 anos, foi introduzida a cultura do Coco da Bahia na área da hoje denominada Associação Rural Nipo-Brasileira de Santa Cruz, sendo esse o principal produto produzido nos lotes da Reta do Rio Grande e de São Fernando. Nessa região a produtividade é de cerca de 90 cocos/planta/ano, ou seja essa é uma região que pode ser considerada de baixa produtividade.

Atualmente, a prática da agricultura no bairro de Santa Cruz possui características que permitem classificá-la como agricultura familiar urbana ou periurbana (próximo à região urbana). Segundo dados cedidos pelo Sindicato Rural do Rio de Janeiro, localizado no bairro de Campo Grande, existem catalogadas 336 propriedades que totalizam 2234,30 hectares de terra utilizados para fins agropecuários em toda a Região Oeste do município do Rio de Janeiro. Em Santa Cruz são 45 propriedades, representando um total de 488,40 hectares. Segundo informação do próprio sindicato esse levantamento não é completo, uma vez que existe um número de pequenas propriedades ainda não contabilizadas. Nessa localidade a produtividade agropecuária é bastante diversificada, a saber: olericultura, hortas, frutas, raízes, hidroponia, plantas ornamentais, flores, plantas medicinais, apicultura, criação animal,

leite, criação de minhocas, entre outras. Na Figura 3.1, pode-se observar áreas exploradas para fins agrícolas, evidenciando a presença da agricultura na região de estudo.

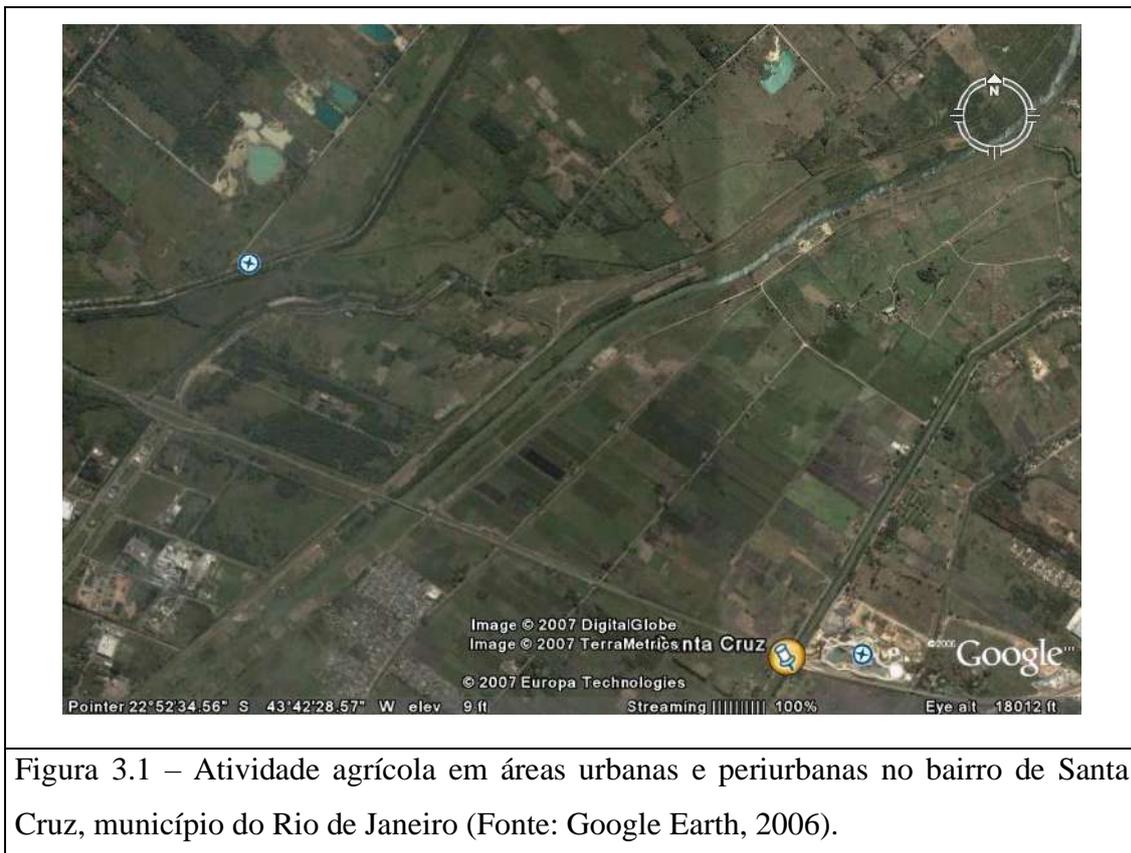
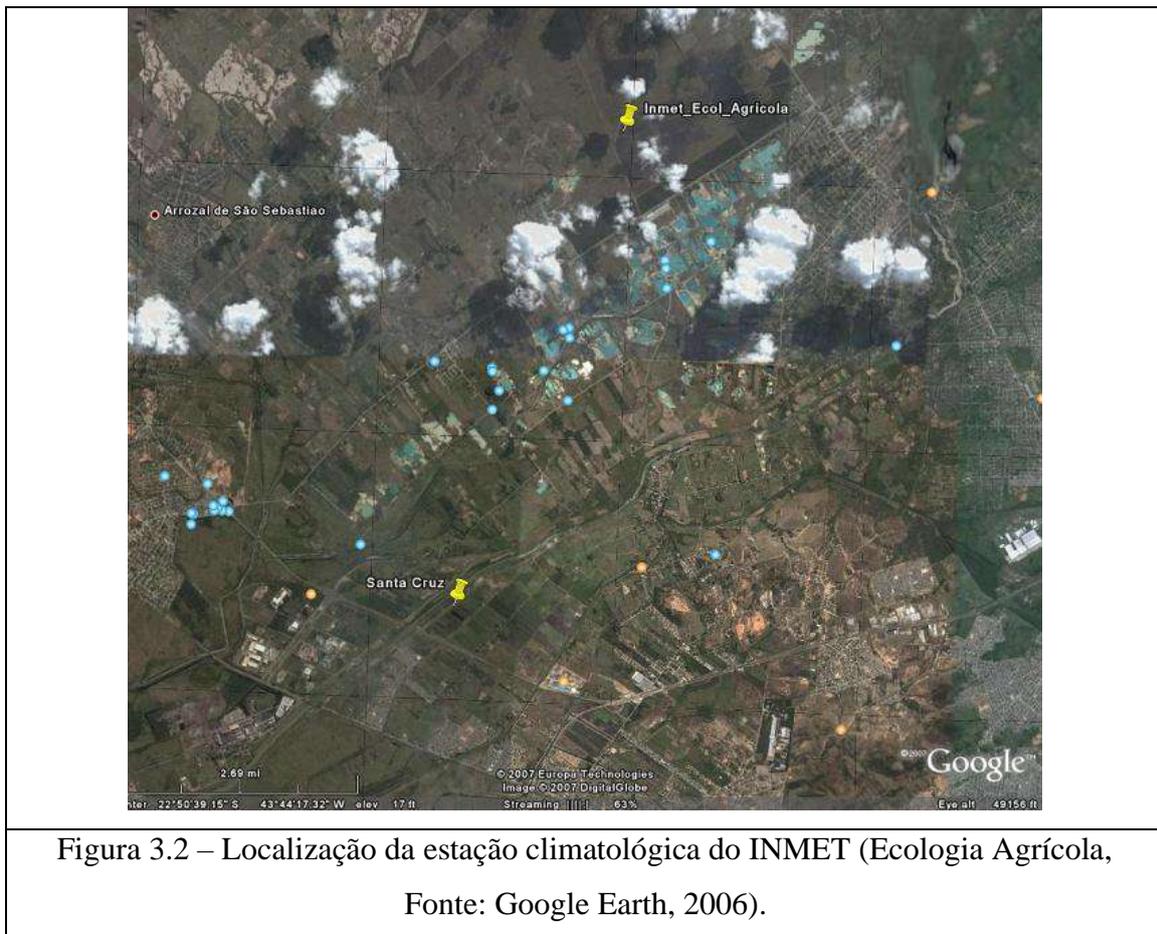


Figura 3.1 – Atividade agrícola em áreas urbanas e periurbanas no bairro de Santa Cruz, município do Rio de Janeiro (Fonte: Google Earth, 2006).

3.2. Dados

Os dados utilizados na avaliação da aptidão térmica do bairro de Santa Cruz, para o clima atual, foram as temperaturas do ar médias mensais, exigências térmicas e ciclo vegetativo das culturas. As temperaturas foram obtidas nas normais climatológicas do BRASIL (1992). A estação climatológica do INMET utilizada neste estudo situa-se nas coordenadas 22,80° de latitude Sul e 43,68° de longitude Oeste (Ecologia Agrícola), sendo muito próxima ao bairro de Santa Cruz (Figura 3.2), tendo características climáticas bastante semelhantes, podendo assim ser utilizada neste estudo. A Tabela 3.1 contem as temperaturas médias mensais da estação Ecologia Agrícola do INMET. Não foram utilizados dados de precipitação porque a agricultura praticada na região de estudo é irrigada, ou seja, não é do tipo sequeiro que conta com a precipitação natural para atender as necessidades hídricas das culturas. Além disso, segundo MARENGO (2006), a modelagem da precipitação obtidas

pelos modelos do IPCC são consideradas de baixa previsibilidade na região Sudeste do Brasil.



As exigências térmicas e ciclo vegetativo das culturas selecionadas para este estudo estão listadas na Tabela 3.2 (DOOREMBOS E KASSAM, 1994; EMBRAPA, 2007). Nessa tabela, a temperatura ótima representa o intervalo de temperatura no qual o crescimento da cultura se dá de forma ótima ou máxima. Já a temperatura tolerável é o intervalo de temperatura em que o crescimento da cultura ocorre de forma satisfatório, mas não necessariamente de forma ótima. A seleção das culturas observou os seguintes critérios: ciclo curto, fácil manejo, importância nutricional e econômica. Exceções são feitas no caso do coco e do aipim que apesar de terem um ciclo longo são consideradas por já serem cultivadas na região.

Tabela 3.1 – Temperaturas médias mensais (° C), em graus Celsius, da estação Ecologia Agrícola do INMET para o período 1961-1990.

Meses												
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
26,12	26,58	25,61	23,72	21,78	20,34	20,09	20,83	21,58	22,60	23,81	25,16	

Tabela 3.2 - Exigências térmicas e ciclo vegetativo das culturas selecionadas (Fonte: EMBRAPA, 2007; DOOREMBOS E KASSAM, 1994).

	Ciclo dias	Temperatura ótima °C	Temperatura tolerável °C	Solo textura
FRUTAS				
coco	permanente	27	15-36	arenoso
melancia	85	18-25	18-35	areno-argiloso
LEGUMES				
abobrinha	60-70	22-25		areno-argiloso
maxixe	60-70	20-27		areno-argiloso
quiabo	70-80	22-25		areno-argiloso
VERDURAS				
agrião	75	16-20	16-25	areno-argiloso
alface	40-60	12-22	7-25	areno-argiloso
almeirão	50-60	12-24		areno-argiloso
chicória	40-60	15-22		areno-argiloso
couve	70	7-22		areno-argiloso
couve-brócolo	70-80	7-23		areno-argiloso
espinafre	40-60	15-20		areno-argiloso
repolho	70-90	7-22		areno-argiloso
TUBÉRCULOS				
beterraba	70-90	7-22		areno-argiloso
RAÍZES				
nabo	60	14-22		areno-argiloso
rabanete	25-30	8-20		areno-argiloso
aipim	10-14 meses	24-25	20-29	arenosa a média
CONDIMENTO				
coentro	50-60	18-25		areno-argiloso
salsa	50-90	8-22		areno-argiloso
GRÃOS				
feijão	70-80	20-25	15-25	areno-argiloso

A avaliação da aptidão térmica da região para diferentes culturas, considerando-se os cenários futuros de mudanças climáticas, foi efetuada com base nos mesmos dados utilizados anteriormente para o clima atual. No entanto, para este estudo, foram gerados três cenários denominados cenário 1 (viés quente), cenário 2 (média) e cenário 3 (viés frio). Esses três

cenários foram gerados a partir dos valores médios sazonais de aumento de temperatura prognosticados pelos cinco modelos climáticos utilizados pelo IPCC, conforme apresentado nas Tabelas 3.3 e 3.4, para os cenários extremos de emissões de gases do efeito estufa, a saber: cenário B2, ou otimista, e cenário A2, ou pessimista.

Tabela 3.3 – Aumento sazonal da temperatura do ar (° C), em graus Celsius, prognosticado pelos cinco modelos climáticos do IPCC para os cenários B2 e A2 de emissões de gases do efeito estufa.

Cenários de emissões									
Modelos	B2 (otimista)				Modelos	A2 (pessimista)			
	DJF	MAM	JJA	SON		DJF	MAM	JJA	SON
CCMA	1,0	1,0	1,0	1,0	CCMA	1,0	1,0	1,0	1,0
CSIRO	1,0	1,0	1,0	1,0	CSIRO	1,0	1,0	1,0	1,0
GFDL	1,0	1,0	2,0	1,0	GFDL	2,0	1,0	2,0	2,0
HadCM3	1,0	1,0	1,0	1,0	HadCM3	1,0	1,0	1,0	2,0
CCSR/NIES	2,0	1,0	1,0	2,0	CCSR/NIES	2,0	1,0	1,0	2,0
Média	1,2	1,0	1,2	1,2	Média	1,4	1,0	1,2	1,6

Tabela 3.4 – Cenários de aumento sazonal da temperatura do ar(° C), em graus Celsius, gerados a partir dos prognósticos dos cinco modelos climáticos do IPCC, considerando seus vieses, para os cenários B2 e A2 de emissões de gases do efeito estufa.

Cenários de emissões									
Cenários	B2 (otimista)				Cenários	A2 (pessimista)			
	DJF	MAM	JJA	SON		DJF	MAM	JJA	SON
cenário 1	0,2	0,0	0,2	0,2	cenário 1	0,4	0,0	0,2	0,6
cenário 2	1,2	1,0	1,2	1,2	cenário 2	1,4	1,0	1,2	1,6
cenário 3	2,2	2,0	2,2	2,2	cenário 3	2,4	2,0	2,2	2,6

Os cenários 1 e 3 foram determinados diminuindo-se e somando-se 1,0° C, respectivamente, aos valores do cenário 2 (médio), que por sua vez corresponde às médias sazonais de aumento de temperatura prognosticados pelos cinco modelos climáticos utilizados pelo IPCC. Os cinco modelos climáticos do IPCC apresentam o mesmo valor de $\pm 1,0^\circ$ C para o viés frio e quente na região Sudeste do Brasil (Marengo, 2006). Os valores de temperatura do ar gerados para os cenários deste estudo são apresentados nas Tabelas 3.5 e 3.6, para os cenários B2 e A2 de emissões de gases do efeito estufa, respectivamente.

Tabela 3.5 - Os valores de temperatura do ar ($^{\circ}$ C), em graus Celsius, gerados para os cenários 1, 2 e 3, para o cenário B2 de emissões de gases do efeito estufa.

Cenário B2												
Cenários	Meses											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Cenário 1	26,3	26,7	25,6	23,7	21,7	20,5	20,2	21,0	21,7	22,8	24,0	25,36
Cenário 2	27,3	27,7	26,6	24,7	22,7	21,5	21,2	22,0	22,7	23,8	25,0	26,36
Cenário 3	28,3	28,7	27,6	25,7	23,7	22,5	22,2	23,0	23,7	24,8	26,0	27,36

Tabela 3.6 - Os valores de temperatura do ar ($^{\circ}$ C), em graus Celsius, gerados para os cenários 1, 2 e 3, para o cenário A2 de emissões de gases do efeito estufa.

Cenário A2												
Cenários	Meses											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Cenário 1	26,52	26,98	25,61	23,72	21,78	20,54	20,29	21,03	21,18	23,20	24,41	25,56
Cenário 2	27,52	27,98	26,61	24,72	22,78	21,54	21,29	22,03	23,18	24,20	25,41	26,56
Cenário 3	28,52	28,98	27,61	25,72	23,78	22,54	22,29	23,03	24,18	25,20	26,41	27,56

3.3. Avaliação da aptidão térmica do bairro de Santa Cruz para diferentes culturas

Para avaliar a aptidão térmica da região para as culturas selecionadas, fez-se a utilização do seguinte critério:

- se: $T_{\text{ótima}}(\text{min}) \leq T_{\text{ar}}(\text{med}) \leq T_{\text{ótima}}(\text{max})$, então a região é classificada como termicamente apta (ótima) para a cultura em questão;
- se: $T_{\text{ótima}}(\text{min}) \leq T_{\text{ar}}(\text{med}) \leq T_{\text{ótima}}(\text{max})$, então usa-se um segundo critério:
 - se: $T_{\text{tolerável}}(\text{min}) \leq T_{\text{ar}}(\text{med}) \leq T_{\text{tolerável}}(\text{max})$, então a região é classificada como termicamente apta (tolerável) para a cultura em questão;
 - se: $T_{\text{tolerável}}(\text{min}) \leq T_{\text{ar}}(\text{med}) \leq T_{\text{tolerável}}(\text{max})$, então a região é classificada como termicamente inapta para a cultura em questão.

onde,

Tótima(min): é a temperatura mínima ótima para o cultivo, abaixo da qual a produtividade não será ótima;

Tótima(max): é a temperatura máxima ótima para o cultivo, acima da qual a produtividade não será ótima;

Ttolerável(min): é a temperatura mínima tolerável para o cultivo, abaixo da qual a produtividade será nula;

Ttolerável(max): é a temperatura máxima tolerável para o cultivo, acima da qual a produtividade será nula;

Tar(med): é a temperatura do ar média mensal.

Esse segundo critério foi utilizado somente para as culturas do coco, melancia, agrião, alface, aipim e feijão, para as quais tem-se informação relativa ao intervalo tolerável para o crescimento da cultura.

Para adequar o calendário de cultivo à duração do ciclo vegetativo das culturas, que é em escala diária e não mensal, os meses do ano foram divididos em decêndios. Assim, o ano foi dividido em 36 decêndios, sendo que os decêndios de um mesmo mês possuem a mesma temperatura média. Cada decêndio foi classificado como apto (ótimo), apto (tolerável) ou inapto, de acordo com o critério já mencionado. A partir dessa classificação, foram identificados os decêndios em que cada cultura poderia ser cultivada. Vale ressaltar que no calendário de cultivo constam como apto (ótimo) ou apto (tolerável) somente os decêndios em que a partir do plantio as condições térmicas permanecerão aptas o tempo suficiente para que a cultura complete seu ciclo vegetativo.

3.4. Avaliação dos impactos dos cenários de mudanças climáticas na aptidão agroclimática do bairro de Santa Cruz

Para avaliar os possíveis impactos de mudanças climáticas na aptidão térmica do bairro de Santa Cruz para diferentes cultivos, foram utilizados os mesmos critérios descritos no item anterior. Porém, os intervalos de temperatura ótima e temperatura tolerável para a cultura foram comparados às temperaturas do ar médias mensais obtidas para os cenários 1, 2 e 3 dos cenários B2 e A2, mencionados no item anterior.

CAPÍTULO 4

4. Resultados e discussão

4.1. Aptidão térmica do bairro de Santa Cruz

A seguir serão descritas as melhores datas de plantio das 20 culturas investigadas, com base no calendário agrícola elaborado para as condições climáticas atuais do bairro de Santa Cruz. O Quadro 4.1 ilustra os decêndios aptos, toleráveis e inaptos para o plantio de uma determinada cultura, sendo os mesmos identificados pelas cores verde, amarelo e vermelho, respectivamente. Por esse quadro, pode-se observar que:

i) Para o grupo das verduras, tem-se as seguintes épocas de plantio:

- agrião – condições aptas (tolerável) para o plantio de abril ao 2º decêndio de setembro;
- alface – condições aptas para o plantio de abril a outubro, sendo preferencial o plantio de maio a setembro;
- almeirão – condições aptas (ótimo) para o plantio de abril ao 2º decêndio de outubro;
- chicória – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio a agosto;
- couve – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio a julho;
- couve - brócolo – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio a agosto;
- espinafre – condições inaptas para o plantio o ano todo;
- repolho – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio a julho.

ii) Para o grupo dos legumes, tem-se as seguintes épocas de plantio:

- abobrinha – condições aptas (ótimo) para o plantio apenas no 1º decêndio de outubro;
- maxixe – condições aptas (ótimo) para o plantio durante todo o ano;
- quiabo – condições inaptas para o plantio o ano todo.

iii) Para o grupo dos tubérculos, tem-se as seguintes épocas de plantio:

- Beterraba – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio a julho.

iv) Para o grupo das raízes, tem-se as seguintes épocas de plantio:

- nabo – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio ao 1º decêndio de agosto;
- rabanete – condições inaptas para o plantio o ano todo;
- aipim – condições aptas (tolerável) para o plantio o ano todo.

v) Para o grupo dos condimentos, tem-se as seguintes épocas de plantio:

- coentro – condições aptas (ótimo) para o plantio de abril ao 2º decêndio de outubro;
- salsa – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio ao 2º decêndio de agosto.

vi) Para o grupo dos grãos, tem-se as seguintes épocas de plantio:

- feijão – condições aptas (ótimo) para o plantio de abril a setembro.

vii) Para o grupo das frutas, tem-se as seguintes épocas de plantio:

- melancia – condições aptas para o plantio o ano todo, sendo preferencial o plantio de abril ao 1º decêndio de setembro;
- coco – condição apta (ótima) em janeiro e fevereiro e tolerável no restante do ano.

Quadro 4.1 - Calendário agrícola para as condições climáticas atuais do bairro de Santa Cruz - RJ.

Mês	J	J	J	F	F	F	M	M	M	A	A	A	M	M	M	Jn	Jn	Jn	Jl	Jl	Jl	A	A	A	S	S	S	O	O	O	N	N	N	D	D	D		
Decêndio	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31	D32	D33	D34	D35	D36		
Culturas																																						
agriao																																						
alface																																						
almeirao																																						
chicoria																																						
couve																																						
c. brocolo																																						
espinafre																																						
repolho																																						
abobrinha																																						
maxixe																																						
quiabo																																						
beterraba																																						
nabo																																						
rabanete																																						
aipim																																						
coentro																																						
salsa																																						
feijao																																						
melancia																																						
coco																																						
Legenda																																						
Apto																																						
tolerável																																						
Inapto																																						

4.2. Aptidão térmica do bairro de Santa Cruz para os cenários B2 e A2

4.2.1. Cenário 1: viés quente do cenário B2

A seguir será descrito o calendário agrícola, para a região de estudo e culturas selecionadas, tendo como base o viés quente do cenário B2 (Quadro 4.2).

- i)* Para o grupo das verduras, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- agrião - condições aptas (tolerável) para o plantio de abril ao 2º decêndio de setembro;
 - alface – condições aptas para o plantio de abril a outubro, sendo preferencial o plantio de maio a agosto;
 - almeirão – condições aptas (ótima) para o plantio de abril ao 2º decêndio de setembro;
 - chicória – condições aptas (ótima) para o plantio de maio a agosto;
 - couve – condições aptas (ótima) para o plantio de maio a julho;
 - couve - brócolo – condições aptas (ótima) para o plantio de maio a agosto;
 - espinafre – condições inaptas para o plantio o ano todo;
 - repolho – condições aptas (ótima) para o plantio de maio a julho.
- ii)* Para o grupo dos legumes, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- abobrinha – condições aptas (ótima) para o plantio apenas no 1º decêndio de outubro;
 - maxixe – condições aptas (ótima) para o plantio durante o ano todo;
 - quiabo – condições inaptas para o plantio durante o ano todo.

- iii)* Para o grupo dos tubérculos, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- beterraba – condições aptas (ótima) para o plantio de maio a julho.
- iv)* Para o grupo das raízes, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- nabo – condições aptas (ótima) para o plantio de maio ao 1º decêndio de agosto;
 - rabanete – condições inapta para o plantio o ano todo;
 - aipim – condições aptas (tolerável) para o plantio o ano todo.
- v)* Para o grupo dos condimentos, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- coentro – condições aptas (ótimo) para o plantio de abril ao 2º decêndio de outubro;
 - salsa – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio ao 2º decêndio de agosto.
- vi)* Para o grupo dos grãos, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- feijão – condições aptas (ótimo) para o plantio de abril a setembro.
- vii)* Para o grupo das frutas, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- melancia – condições aptas para o plantio o ano todo, sendo preferencial o plantio de abril ao 1º decêndio de setembro;
 - coco – condição apta (ótimo) nos meses de janeiro e fevereiro e tolerável no restante do ano.

Quadro 4.2 - Calendário agrícola para o viés quente do cenário B2.

Mês	J	J	J	F	F	F	M	M	M	A	A	A	M	M	M	Jn	Jn	Jn	Jl	Jl	Jl	A	A	A	S	S	S	O	O	O	N	N	N	D	D	D		
Decêndio	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31	D32	D33	D34	D35	D36		
Culturas																																						
agnão																																						
alface																																						
almeirão																																						
chicória																																						
couve																																						
c. brocoló																																						
espinafre																																						
repolho																																						
abobrinha																																						
maxixe																																						
quiabo																																						
beterraba																																						
nabo																																						
rabanete																																						
aipim																																						
coentro																																						
salsa																																						
feijão																																						
melancia																																						
coco																																						
Legenda																																						
	Apto (ótimo)																																					
	Apto (tolerável)																																					
	Inapto																																					

4.2.2. Cenário 2: média do cenário B2

A seguir será descrito o calendário agrícola, para a região de estudo e culturas selecionadas, tendo como base a média do cenário B2 (Quadro 4.3).

- i)* Para o grupo das verduras, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- agrião - condições aptas (tolerável) para o plantio de abril ao 2º decêndio de agosto;
 - alface – condições aptas para o plantio de abril a setembro, sendo preferencial o plantio durante o mês de junho;
 - almeirão – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio ao 2º decêndio de setembro;
 - chicória – condições aptas (ótimo) para o plantio apenas no mês de junho;
 - couve – condições inaptas para o plantio o ano todo;
 - couve - brócolo – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio a julho;
 - espinafre – condições inaptas para o plantio o ano todo;
 - repolho – condições inaptas para o plantio o ano todo.
- ii)* Para o grupo dos legumes, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- abobrinha – condições aptas (ótimo) para o plantio no 1º decêndio do mês de abril e de agosto ao 1º decêndio do mês de setembro;
 - maxixe – condições aptas (ótimo) para o plantio de março ao 1º decêndio de novembro;
 - quiabo – condições aptas (ótimo) para o plantio no mês de agosto.
- iii)* Para o grupo dos tubérculos, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- beterraba - condições inaptas para o plantio o ano todo.

- iv)* Para o grupo das raízes, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- nabo – condições aptas (ótimo) para o plantio apenas no 1º decêndio de junho;
 - rabanete – condições inaptas para o plantio o ano todo;
 - aipim – condições aptas (tolerável) para o plantio o ano todo.
- v)* Para o grupo dos condimentos, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- coentro – condições aptas (ótimo) para o plantio de abril ao 2º decêndio de setembro;
 - salsa – condições aptas (ótimo) para o plantio apenas nos 1º e 2º decêndios de junho.
- vi)* Para o grupo dos grãos, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- Feijão – condições aptas (ótimo) para o plantio de abril a agosto.
- vii)* Para o grupo das frutas, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- melancia – condições aptas para o plantio o ano todo, sendo preferencial de abril ao 1º decêndio de agosto;
 - coco – condição apta (ótima) de janeiro a março e tolerável no restante do ano.

Quadro 4.3 - Calendário agrícola para a média do cenário B2.

Mês	J	J	J	F	F	F	M	M	M	A	A	A	M	M	M	Jn	Jn	Jn	Jl	Jl	Jl	A	A	A	S	S	S	O	O	O	N	N	N	D	D	D	
Decêndio	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31	D32	D33	D34	D35	D36	
Culturas																																					
agrião																																					
alface																																					
almeirão																																					
chicória																																					
couve																																					
c. brocoló																																					
espinafre																																					
repolho																																					
abobrinha																																					
maxixe																																					
quiabo																																					
beterraba																																					
nabo																																					
rabanete																																					
aipim																																					
coentro																																					
salsa																																					
feijão																																					
melancia																																					
coco																																					
Legenda																																					
	Apto (ótimo)																																				
	Apto (tolerável)																																				
	Inapto																																				

4.2.3. Cenário 3: viés frio do cenário B2

A seguir será descrito o calendário agrícola, para a região de estudo e culturas selecionadas, tendo como base o viés frio do cenário B2 (Quadro 4.4).

- i)* Para o grupo das verduras, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- agrião – condições aptas (tolerável) para o plantio de maio ao 2º decêndio de agosto;
 - alface – condições aptas (tolerável) para o plantio de maio a setembro;
 - almeirão – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio ao 2º decêndio de agosto;
 - chicória – condições inaptas para o plantio o ano todo;
 - couve – condições inaptas para o plantio o ano todo;
 - couve - brócolo – condições inaptas para o plantio o ano todo;
 - espinafre – condições inaptas para o plantio o ano todo;
 - repolho – condições inaptas para o plantio o ano todo.
- ii)* Para o grupo dos legumes, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- abobrinha – condições aptas (ótimas) para o plantio de maio ao 1º decêndio de setembro;
 - maxixe – condições aptas (ótimas) para o plantio de abril ao 1º decêndio de outubro;
 - quiabo – condições aptas (ótimas) para o plantio de maio a agosto.
- iii)* Para o grupo dos tubérculos, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- beterraba – condições inaptas para o plantio o ano todo.

- iv)* Para o grupo das raízes, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- nabo — condições inaptas para o plantio o ano todo;
 - rabanete — condições inaptas para o plantio o ano todo;
 - aipim – condições aptas (tolerável) para o plantio o ano todo.
- v)* Para o grupo dos condimentos, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- coentro – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio ao 2º decêndio de setembro;
 - salsa – condições inaptas para o plantio o ano todo.
- vi)* Para o grupo dos grãos, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- feijão – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio até agosto.
- vii)* Para o grupo das frutas, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- melancia – condições aptas para o plantio o ano todo, sendo preferencial o plantio de maio ao 1º decêndio de agosto;
 - coco – condição apta (ótima) em março, novembro e dezembro e tolerável no restante do ano.

Quadro 4.4 - Calendário agrícola para o viés frio do cenário B2.

Mês	J	J	J	F	F	F	M	M	M	A	A	A	M	M	M	Jn	Jn	Jn	Jl	Jl	Jl	A	A	A	S	S	S	O	O	O	N	N	N	D	D	D	
Decêndio	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31	D32	D33	D34	D35	D36	
Culturas																																					
agrião																																					
alface																																					
almeirão																																					
chicória																																					
couve																																					
c. brocoló																																					
espinafre																																					
repolho																																					
abobrinha																																					
maxixe																																					
quiabo																																					
beterraba																																					
nabo																																					
rabanete																																					
aipim																																					
coentro																																					
salsa																																					
feijão																																					
melancia																																					
coco																																					
Legenda																																					
	Apto (ótimo)																																				
	Apto (tolerável)																																				
	Inapto																																				

4.2.4. Cenário 4: viés quente do cenário A2

A seguir será descrito o calendário agrícola, para a região de estudo e culturas selecionadas, tendo como base o viés quente do cenário A2 (Quadro 4.5).

- i)* Para o grupo das verduras, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- agrião – condições aptas (tolerável) para o plantio de abril ao 2º decêndio de setembro;
 - alface – condições aptas para o plantio de abril a outubro, sendo preferencial o plantio de maio a julho;
 - almeirão – condições aptas (ótimo) para o plantio de abril a 2º decêndio de setembro;
 - chicória – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio a julho;
 - couve – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio a junho;
 - couve - brócolo – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio a julho;
 - espinafre – condições inapta para o cultivo o ano todo;
 - repolho – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio a junho.
- ii)* Para o grupo dos legumes, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- abobrinha – condições aptas (ótimo) para o plantio somente no 1º decêndio de outubro;
 - maxixe – condições aptas (ótimo) para o plantio durante todo o ano;
 - quiabo – condições aptas (ótimo) para o plantio somente no mês de setembro.
- iii)* Para o grupo dos tubérculos, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- beterraba – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio a junho.

- iv)* Para o grupo dos raízes, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- nabo – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio ao 1º decêndio de julho;
 - rabanete – condições inapta para o cultivo o ano todo;
 - aipim – condições aptas (tolerável) para o plantio todo o ano.
- v)* Para o grupo dos condimentos, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- coentro – condições aptas (ótimo) para o plantio de abril ao 2º decêndio de outubro;
 - salsa – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio ao 2º decêndio de julho.
- vi)* Para o grupo dos condimentos, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- feijão – condições aptas (ótimo) para o plantio de abril a setembro.
- vii)* Para o grupo das frutas, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- melancia – condições aptas para o plantio o ano todo, sendo preferencial o plantio de abril ao 1º decêndio de setembro;
 - coco – condições aptas (ótimo) nos meses de janeiro e fevereiro, e tolerável no restante do ano.

Quadro 4.5 - Calendário agrícola para o viés quente do cenário A2.

Mês	J	J	J	F	F	F	M	M	M	A	A	A	M	M	M	Jn	Jn	Jn	Jl	Jl	Jl	A	A	A	S	S	S	O	O	O	N	N	N	D	D	D		
Decêndio	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31	D32	D33	D34	D35	D36		
Culturas																																						
agrião																																						
alface																																						
almeirão																																						
chicória																																						
couve																																						
c. brocolo																																						
espinafre																																						
repolho																																						
abobrinha																																						
maxixe																																						
quiabo																																						
beterraba																																						
nabo																																						
rabanete																																						
aipim																																						
coentro																																						
salsa																																						
feijão																																						
melancia																																						
coco																																						
Legenda																																						
	Apto (ótimo)																																					
	Apto (tolerável)																																					
	Inapto																																					

4.2.5. Cenário 5: média do cenário A2

A seguir será descrito o calendário agrícola, para a região de estudo e culturas selecionadas, tendo como base a média do cenário B2 (Quadro 4.6).

- i)* Para o grupo das verduras, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- agrião – condições aptas (tolerável) para o plantio de abril ao 2º decêndio de agosto;
 - alface – condições aptas para o plantio de abril a setembro, sendo preferencial o plantio no mês de junho;
 - almeirão – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio ao 2º decêndio de agosto;
 - chicória – condições aptas (ótimo) para o plantio apenas no mês de junho;
 - couve – condições inaptas para o plantio durante todo o ano;
 - couve - brócolo – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio a junho;
 - espinafre – condições inaptas para o plantio durante todo o ano;
 - repolho – condições inaptas para o plantio durante todo o ano.
- ii)* Para o grupo dos legumes, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- abobrinha – condições aptas (ótimo) para o plantio no 1º decêndio de abril e de agosto ao 1º decêndio de setembro;
 - maxixe – condições aptas (ótimo) para o plantio de março ao 1º decêndio de novembro;
 - quiabo – condições aptas (ótimo) para o plantio apenas no mês de agosto.
- iii)* Para o grupo dos tubérculos, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- beterraba – condições inaptas para o plantio durante todo o ano.

- iv)* Para o grupo das raízes, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- nabo – condições aptas (ótimo) para o plantio apenas no 1º decêndio de junho;
 - rabanete – condições inaptas para o plantio durante todo o ano;
 - aipim – condições aptas (tolerável) para o plantio o ano inteiro.
- v)* Para o grupo dos condimentos, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- coentro – condições aptas (ótimo) para o plantio de abril ao 2º decêndio de setembro;
 - salsa – condições aptas (ótimo) para o plantio no 1º e 2º decêndios de junho.
- vi)* Para o grupo dos grãos, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- feijão – condições aptas (ótimo) para o plantio de abril a agosto.
- vii)* Para o grupo das frutas, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- melancia – condições aptas para o plantio durante o ano todo, sendo preferencial o plantio de abril ao 1º decêndio de agosto;
 - coco - condições aptas durante o ano todo, sendo ótimas nos meses de dezembro a março;

Quadro 4.6 - Calendário agrícola para a média do cenário A2.

Mês	J	J	J	F	F	F	M	M	M	A	A	A	M	M	M	Jn	Jn	Jn	Jl	Jl	Jl	A	A	A	S	S	S	O	O	O	N	N	N	D	D	D			
Decêndio	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31	D32	D33	D34	D35	D36			
Culturas																																							
agrião																																							
alface																																							
almeirão																																							
chicória																																							
couve																																							
c. brocolo																																							
espinafre																																							
repolho																																							
abobrinha																																							
maxixe																																							
quiabo																																							
beterraba																																							
nabo																																							
rabanete																																							
aipim																																							
coentro																																							
salsa																																							
feijão																																							
melancia																																							
coco																																							
Legenda																																							
	Apto (ótimo)																																						
	Apto (tolerável)																																						
	Inapto																																						

4.2.6. Cenário 6: viés frio do cenário A2

A seguir será descrito o calendário agrícola, para a região de estudo e culturas selecionadas, tendo como base o viés frio do cenário A2 (Quadro 4.7).

- i)* Para o grupo das verduras, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- agrião- condições aptas (tolerável) para o plantio de maio ao 2º decêndio de julho;
 - alface – condições aptas (tolerável) para o plantio de maio a agosto;
 - almeirão – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio ao 2º decêndio de julho;
 - chicória – condições inaptas para o plantio durante todo o ano;
 - couve – condições inaptas para o plantio durante todo o ano;
 - couve - brócolo – condições inaptas para o plantio durante todo o ano;
 - espinafre – condições inaptas para o plantio durante todo o ano;
 - repolho – condições inaptas para o plantio durante todo o ano.
- ii)* Para o grupo dos legumes, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- abobrinha – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio ao 1º decêndio de agosto;
 - maxixe – condições aptas (ótimo) para o plantio de abril ao 1º decêndio de outubro;
 - quiabo – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio a julho.
- iii)* Para o grupo dos tubérculos, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- beterraba – condições inaptas para o plantio durante todo o ano.

- iv)* Para o grupo das raízes, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- nabo – condições inaptas para o plantio durante todo o ano;
 - rabanete – condições inaptas para o plantio durante todo o ano;
 - aipim – condições aptas (tolerável) para o plantio o ano inteiro.
- v)* Para o grupo dos condimentos, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- coentro – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio ao 2º decêndio de agosto;
 - salsa – condições inaptas para o plantio durante todo o ano.
- vi)* Para o grupo dos grãos, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- feijão – condições aptas (ótimo) para o plantio de maio a julho.
- vii)* Para o grupo das frutas, tem-se as seguintes épocas de plantio:
- melancia – condições aptas para o plantio o ano todo, sendo preferencial o plantio de maio ao 1º decêndio de julho;
 - coco – condições aptas o ano todo, sendo ótima nos meses de março, novembro e dezembro.

Quadro 4.7 - Calendário agrícola para o viés frio do cenário A2.

Mês	J	J	J	F	F	F	M	M	M	A	A	A	M	M	M	Jn	Jn	Jn	Jl	Jl	Jl	A	A	A	S	S	S	O	O	O	N	N	N	D	D	D		
Decêndio	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31	D32	D33	D34	D35	D36		
Culturas																																						
agnão																																						
alface																																						
almeirão																																						
chicória																																						
couve																																						
c. brocoló																																						
espinafre																																						
repolho																																						
abobrinha																																						
maxixe																																						
quiabo																																						
beterraba																																						
nabo																																						
rabanete																																						
aipim																																						
coentro																																						
salsa																																						
feijão																																						
melancia																																						
coco																																						
Legenda																																						
	Apto (ótimo)																																					
	Apto (tolerável)																																					
	Inapto																																					

4.3. Impactos dos cenários de mudanças climáticas na aptidão térmica do bairro de Santa Cruz (cenário B2 e A2)

Os impactos na aptidão térmica do bairro de Santa Cruz relativos aos cenários de mudanças climáticas investigados para as culturas consideradas, serão relatados a seguir e demonstrados no quadro 4.8.

As condições térmicas para o plantio do coentro, do feijão, do maxixe e da melancia ainda apresentariam condições ótimas em todos os cenários, mas o número de decêndios aptos diminuiria na média e no viés frio dos cenários B2 e A2. No caso da melancia, o restante dos decêndios a região seria tolerável, o que permitiria seu cultivo durante todo o ano, em todos os cenários. Para o cultivo do agrião ainda teria condição tolerável, mas novamente, o número de decêndios aptos diminuiria na média e no viés frio dos cenários B2 e A2. Em todos esses casos o viés frio do cenário A2 foi o que apresentou a pior condição térmica para os cultivos, com um menor número de decêndios aptos. No caso da cultura do maxixe, o viés frio do cenário B2 foi idêntico ao do cenário A2, apresentando, também, a pior condição térmica para esse cultivo. Em todos esses casos, no viés quente dos cenários B2 e A2 não houve qualquer alteração em relação ao calendário de plantio baseado nas condições climáticas atuais.

As épocas de plantio para a cultura da alface permaneceriam as mesmas no viés quente dos cenários B2 e A2, mas o número de decêndios ótimos diminuiria. Na média dos cenários B2 e A2, tanto o número de decêndios ótimos quanto toleráveis diminuiriam, sendo os calendários de cultivo idênticos nesses cenários. No viés frio dos cenários B2 e A2, os decêndios toleráveis diminuiriam, enquanto os ótimos desapareceriam. O viés frio do cenário A2 permanece tendo a pior condição térmica para o cultivo.

No caso da cultura do almeirão, os decêndios ótimos para o seu cultivo diminuiriam. Os vieses quentes dos cenários B2 e A2 são idênticos, bem como o viés frio do cenário B2 e a média do cenário A2. O viés frio do cenário A2 permanece tendo a pior condição térmica para o cultivo.

As condições térmicas para o plantio das culturas da beterraba e da couve seriam idênticas às atuais no caso do viés quente do cenário B2. O número de decêndios ótimos diminuiria no viés quente do cenário A2. Nos demais casos, as condições seriam inaptas para esses cultivos durante todo o ano. Para esses dois cultivos os resultados foram idênticos em todos os cenários analisados.

O calendário de cultivo para as culturas da chicória, da couve-brócolis, do nabo e da salsa permaneceria o mesmo no viés quente do cenário B2. O número de decêndios ótimos para esses cultivos diminuiriam na média dos cenários B2 e A2 e no viés quente do cenário A2. No viés frio dos cenários B2 e A2 as condições térmicas seriam inaptas. A média dos cenários B2 e A2 são idênticas, exceto para a couve-brócolis. São idênticos, também, a média do cenário B2 e o viés quente do cenário A2, no caso da chicória e da couve-brócolis.

O bairro de Santa Cruz passa a ser inapto para o cultivo do rabanete em todos os cenários de mudanças climáticas analisados.

As épocas de cultivo para a cultura da abobrinha permanecem as mesmas no viés quente dos cenários B2 e A2, sendo estes idênticos ao cenário atual. O número de decêndios ótimos para esse cultivo aumenta na média dos cenários B2 e A2, sendo esse aumento significativo no viés frio dos cenários B2 e A2. As médias dos cenários B2 e A2 são idênticas.

As condições térmicas para o cultivo do quiabo permanecem inaptas durante todo o ano no viés quente do cenário B2. No entanto, surgem condições aptas para esse cultivo nos demais cenários, sendo esse fato bastante significativo no viés frio dos cenários B2 e A2. Novamente, as médias dos cenários B2 e A2 são idênticas.

Situação semelhante ocorre com a cultura do repolho, para a qual as condições térmicas permanecem inaptas durante todo o ano no caso da média e do viés frio dos cenários B2 e A2. Essas condições tornam-se ótimas em alguns decêndios do viés quente dos cenários B2 e A2.

No caso do coco, que tem ciclo permanente, as condições permaneceriam aptas, mas com número de decêndios termicamente ótimos para a cultura aumentariam na média e no viés frio dos cenários B2 e A2. O viés frio dos cenários B2 e A2 são idênticos. Novamente, os vieses quentes dos cenários B2 e A2 não apresentaram qualquer alteração em relação ao calendário de plantio baseado nas condições climáticas atuais.

As condições para o plantio do aipim e do espinafre permaneceriam toleráveis e inaptas, respectivamente, o ano todo em todos os cenários.

Quadro 4.8 - Impactos dos possíveis cenários na aptidão térmica normal:

CULTURAS	VIÉS QUENTE B2			MÉDIA B2			VIÉS FRIO B2			VIÉS QUENTE A2			MÉDIA A2			VIÉS FRIO A2		
	inapto	toleravel	otimo	inapto	toleravel	otimo	inapto	toleravel	otimo	inapto	toleravel	otimo	inapto	toleravel	otimo	inapto	toleravel	otimo
agniao	0	0	0	3	-3	0	6	-6	0	0	0	0	3	-3	0	9	-9	0
alface	0	3	-3	3	9	-12	6	9	-15	0	6	-6	3	9	-12	9	6	-15
almeirao	3	0	-3	6	0	-6	9	0	-9	3	0	-3	9	0	-9	12	0	-12
chicoria	0	0	0	9	0	-9	12	0	-12	3	0	-3	9	0	-9	12	0	-12
couve	0	0	0	9	0	-9	9	0	-9	3	0	-3	9	0	-9	9	0	-9
c.brocolo	0	0	0	3	0	-3	12	0	-12	3	0	-3	6	0	-6	12	0	-12
espinafre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
repolho	-9	0	9	0	0	0	0	0	0	-6	0	6	0	0	0	0	0	0
abobrinha	0	0	0	-4	0	4	-12	0	12	0	0	0	-4	0	4	-9	0	9
maxixe	0	0	0	11	0	-11	17	0	-17	0	0	0	11	0	-11	17	0	-17
quiabo	0	0	0	-3	0	3	-12	0	12	-3	0	3	-3	0	3	-9	0	9
beterraba	0	0	0	9	0	-9	9	0	-9	3	0	-3	9	0	-9	9	0	-9
nabo	0	0	0	9	0	-9	10	0	-10	3	0	-3	9	0	-9	10	0	-10
rabanete	13	0	-13	13	0	-13	13	0	-13	13	0	-13	13	0	-13	13	0	-13
aipim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
coentro	0	0	0	3	0	-3	6	0	-6	0	0	0	3	0	-3	9	0	-9
salsa	0	0	0	9	0	-9	11	0	-11	3	0	-3	9	0	-9	11	0	-11
feijao	0	0	0	3	0	-3	6	0	-6	0	0	0	3	0	-3	9	0	-9
melancia	0	0	0	0	3	-3	0	6	-6	0	0	0	0	3	-3	0	9	-9
coco	0	0	0	0	-3	3	0	-3	3	0	0	0	0	-6	6	0	-3	3

Legenda
Apto
tolerável
Inapto

CAPÍTULO 5

5. Conclusões e recomendações

O estudo da aptidão térmica do bairro de Santa Cruz demonstrou que os cenários de mudanças climáticas B2 e A2 projetados pelo IPCC:

- i)* não ocasionariam mudanças de aptidão térmica para as culturas do aipim e do espinafre;
- ii)* seriam benéficas para as culturas do coco, abobrinha, quiabo e repolho, aumentando o período de cultivo para as duas primeiras e proporcionando aptidão térmica para as duas últimas;
- iii)* seriam prejudiciais para as culturas da melancia, agrião, alface, coentro, feijão, maxixe, almeirão, chicória, couve-brócolis, nabo, salsa, beterraba, couve e rabanete, diminuindo o período de cultivo e até mesmo tornando a região inapta em alguns desses casos. O caso mais crítico seria o do rabanete para o qual a região se tornaria totalmente inapta em todos os cenários analisados;
- iv)* com relação às culturas já exploradas na região, caso do aipim e do coco, os impactos seriam nulos e positivos, respectivamente;
- v)* em geral, o viés frio dos cenários B2 e A2 seriam os que ocasionariam a maior perda de aptidão agrícola na região de estudo, por excesso de temperatura, sendo que no cenário A2 os impactos seriam maiores;
- vi)* em geral, o viés quente dos cenários B2 e A2 foram idênticos às condições atuais.

Assim, para os casos estudados o aumento de temperatura seria prejudicial para 14 das 20 culturas investigadas, melhoraria a aptidão térmica da região para 4 culturas e seria indiferente para 2 culturas. Portanto, para este estudo em particular, os impactos seriam negativos em termos de diversificação dos cultivos, tendo em vista que para a maioria das culturas a aptidão térmica do bairro de Santa Cruz diminuiria. Por outro lado, para as culturas atualmente exploradas os impactos seriam benéficos.

Vale ressaltar que em termos de aptidão agrícola, o aumento da temperatura terá impactos relativos e não absolutos, ou seja, tais impactos serão positivos ou negativos dependendo da cultura de interesse investigada. Portanto, não é prudente generalizar os resultados e afirmar que o aquecimento global resultará em consequências totalmente positivas

ou negativas. Para tanto, seria necessário investigar o maior número possível de cultivares. Dessa forma, seria possível concluir o saldo dos impactos, tendo em vista a diversidade de cultivos que poderiam ou não ser exploradas na região.

Referências bibliográficas

ASSAD, E.D., PINTO, H.S., JUNIOR, J.Z., ÁVILA, A.M.H., 2004. *Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, vol.39, no.11. Disponível em: < http://www.cpa.unicamp.br/prod_cc/artigos-em-periodicos/39n11a01.pdf/download.pdf > Acesso em: 22/08/2006.

ASSAD, E., 2006. *Mudanças climáticas vão alterar agricultura brasileira: Aquecimento global poderá levar a cafeicultura para Santa Catarina*. Disponível em: <<http://www.jornaltribuna.com.br>> Acesso em: 27/09/2006.

ASSAD, E.D., PINTO, H.S., JUNIOR, J.Z., AGUIAR, D.A., FONSECA, M.F., 2006. *Impacto das Mudanças Climáticas no Zoneamento Agrícola*. I Seminário Internacional de Mudanças Climáticas e seus Efeitos na Agricultura. UFV, Viçosa.

BRASIL. (1992). Departamento Nacional de Meteorologia. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Normais Climatológicas*. Brasília, 84 p.

CARVALHO, A.P., 2000. *Colônia Japonesa de Santa Cruz: Os frutos de uma cultura*. In: Atas do II Encontro de Eco-Museus. NOPH/MNOM/ICOFOMLAM, Rio de Janeiro.

COMPANHIA DOS LIVROS, 2004: *Guia Prático de Medicina Alternativa: descubra o que os alimentos podem fazer por sua saúde*. Digerati Editorial, São Paulo. 128p.

COSTA, M.H., 1994. *Classificação climática*. Caderno didático nº 18, Engenharia na Agricultura, UFV, Viçosa, 12p.

DOORENBOS J., KASSAM A.H., 1994. *Efeito da água no rendimento das culturas*. UFPB, Campina Grande, 306p.

ECOAGÊNCIA, 2007. *Agricultura brasileira redesenhada*. Disponível em : <<http://www.ecoagencia.com.br/index.php?option=content&task=view&id=2374&Itemid=62>> Acesso em: 30/05/2007.

EMBRAPA, 2007. *Sistemas de Produção*. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>> Acesso em: 2007.

FILHO, G.M.; 2004. *Interação entre a ciência e a formulação de políticas na abordagem da mudança do clima*. Seminário dos Usuários das Previsões Numéricas de Mudanças Climáticas e seus Impactos Regionais. CPTEC/INPE, Cachoeira Paulista, SP.

FIORAVANTI, C., 2006. *Um Brasil mais quente*. Pesquisa FAPESP. Disponível em: <<http://www.revistapesquisa.fapesp.br/index.php?art=3110&bd=1&pg=1>> Acesso em: 16/03/2007.

GLIESSMAN, S.R, 2001. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. 2.ed., Ed. Universidade/UFRGS, Porto Alegre, 652p.

GORE, A., 2006. *Uma verdade inconveniente: o que devemos saber (e fazer) sobre o aquecimento global*. Editora Manole, Barueri, 328p.

IAPAR, 2007. Instituto Agrônomo do Paraná. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/iapar/zonpr/>> Acesso em: 2007.

IBGE, 2000. *Censo Demográfico*.

Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_est/>. Acesso em: 2005.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC 1996a: Climate Change 1995: The Science of Climate Change-Contribution of Working Group 1 to the IPCC Second Assessment Report. Houghton, J. T., Meira Filho, L. G., Callander, B. A., Harris, N., Kattemberg A. and Maskell K. (Eds.) *Cambridge Univ. Press*. 1996.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC 2001a: Climate Change 2001: The Scientific Basis-Contribution of Working Group 1 to the IPCC Third Assessment Report. *Cambridge Univ. Press*. 2001.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC 2001b: Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability- Contribution of Working Group 2 to the IPCC Third Assessment Report. *Cambridge Univ. Press*. 2001.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability- Contribution of Working Group 2 to the IPCC Fourth Assessment Report. *Cambridge Univ. Press*. 2007.

LARCHER, W., 2000. *Ecofisiologia Vegetal*. Editora RiMa Artes e Textos, São Carlos. 531p.

MARENGO, J.A., 2006. *Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade*. Brasília: MMA, 212p.

MORAES, A., 2004. *Zoneamento agroclimático para as culturas do arroz, feijão e cana-de-açúcar em municípios selecionados do Estado do Rio de Janeiro*. Trabalho de Conclusão de Curso . Departamento de Meteorologia - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

MOTA, F.S. 1975. *Meteorologia agrícola*. Livraria Nobel S.A., São Paulo. 376p.

MOUGEOT, L. J. A., 2000. Agricultura Urbana - conceito e definição. Revista de Agricultura Urbana, nº 1, julho. Disponível em: <www.agriculturaurbana.org.br> Acesso em: 2007.

NETO, M.S.A., ARAÚJO, A.E., CARAMORI, P.H., GONÇALVES, S.L., WREGE, M.S., LAZZAROTTO, C., LAMAS, F.M., SANS, L.M.A., 2001. *Zoneamento agroecológico e definição da época de semeadura do algodoeiro no Brasil*. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Passo Fundo, v.9, n.3, 2001 (no especial: Zoneamento Agrícola) p.422-428.

NOBRE, C.A., 2004. *Vulnerabilidade, Impactos e Adaptação à Mudança do Clima*. Seminário dos Usuários das Previsões Numéricas de Mudanças Climáticas e seus Impactos Regionais. CPTEC/INPE, Cachoeira Paulista, SP.

PEREIRA, A.R., ANGELOCCI, L.R., SENTELHAS, P.C., 2002. *Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas*. Liv. e Ed. Agropecuária, Guraíba, 478p.

PRIOSTI, V.M., 1997. *O distrito industrial de Santa Cruz. Implantação, impactos para a região e perspectivas*. Monografia de Bacharelado. Rio de Janeiro, UFRJ, Instituto de Economia.

SANTOS, A. R., 1999. *Zoneamento Agroclimatológico para a Cultura do Café Conilon (Coffea canephora L.) e Arábica (Coffea arábica L.), na Bacia do Rio Itapemirim, ES*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, MG, 62 p.

ZOLNIER, S., 1994. *Zoneamento Climático, MG*. Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, MG, 12p.

WIKIPEDIA, 2007. *A Cultura da Abobrinha*. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Abobrinha>> Acesso em: 15/12/2007.

