

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE AMBIENTAL CURSO DE ENGENHARIA
AMBIENTAL

BIANCA OLIVEIRA DE AZEVEDO

**SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS EM UMA PLANTAÇÃO DE
MARACUJÁS (*Passiflora edulis*) EM CORUMBATAÍ DO SUL –
PARANÁ: UM ESTUDO DE CASO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2016

BIANCA OLIVEIRA DE AZEVEDO

**SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS EM UMA PLANTAÇÃO DE
MARACUJÁS (*Passiflora edulis*) EM CORUMBATAÍ DO SUL –
PARANÁ: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 (TCC2) do curso de Engenharia Ambiental, do Departamento Acadêmico de Ambiental, do Câmpus Campo Mourão, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Agenor Alves Bueno

CAMPO MOURÃO
2016

TERMO DE APROVAÇÃO

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS EM UMA PLANTAÇÃO DE MARACUJÁS
(*Passiflora edulis*) EM CORUMBATAÍ DO SUL – PARANÁ: UM ESTUDO DE CASO

por

BIANCA OLIVEIRA DE AZEVEDO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 24 de junho de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof. Dr. PAULO AGENOR ALVES BUENO

Prof^a. Dr^a. RAQUEL DE OLIVEIRA BUENO

Prof. Dr. EDIVANDO VITOR DO COUTO

AGRADECIMENTOS

À UTFPR pela formação acadêmica de qualidade que me proporcionou e pela oportunidade de intercâmbio, a qual me trouxe grande crescimento profissional e pessoal.

Ao meu professor orientador, Paulo Agenor Alves Bueno, pela paciência, dedicação, sabedoria e companheirismo na orientação deste trabalho.

Ao seu Olavo e sua família por permitir o uso de sua propriedade para realização deste estudo e pela ótima recepção oferecida. E ao Pedro Henrique por ajudar com muitas coletas de dados.

Ao Edemilson pelas vezes que auxiliou no transporte a Corumbataí do Sul e foi uma ótima companhia, ao professor Edivando por auxiliar em sua área de atuação, e aos grandes mestres cujas aulas tive a oportunidade de assistir ao longo desses anos, como a Maristela, o Thiago, o Eudes, o Elton e o Caxambu.

A minha família por permitir meus estudos fora de casa apesar de todas as dificuldades e enfrentando a saudade diária. Meus pais, meus irmãos, minha cunhada e minha madrinha formaram a base dos meus valores e me apoiaram em todos os momentos da minha vida.

Aos amigos que eu fiz na universidade e durante o intercâmbio, que se tornaram companheiros de vida e fizeram da graduação uma caminhada muito mais leve, divertida e emocionante.

A Habitat – Consultoria Ambiental e às pessoas e amigos que conheci através dela, por permitir meu autoconhecimento, por me fazer desenvolver qualidades profissionais, por me alinhar a valores essenciais e por despertar em mim o senso de protagonismo e de ser um agente de mudança.

Ao meu namorado Marcos por se fazer presente mesmo com a distância, por ser a minha estrutura de apoio e meu melhor amigo, e por me incentivar todos os dias a ser uma pessoa melhor.

A todas as pessoas que passaram pela minha vida durante a universidade, que levaram um pedaço de mim e deixaram um pedaço delas. A cada um que me ajudou nos momentos difíceis e compartilhou comigo momentos de alegria e descontração. Os relacionamentos, laços e contatos que fiz durante esses anos são extremamente valiosos pra mim.

RESUMO

Recentes estudos têm sido realizados a fim de apresentar os benefícios de sistemas agroflorestais, que alia produção agropecuária à arborização, para a conservação da biodiversidade e de recursos naturais. O objetivo deste trabalho visa a caracterização dos serviços ecossistêmicos em uma plantação de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*, Deg.) no Município de Corumbataí do Sul, no Estado do Paraná, Brasil. Para tanto, realizou-se a coleta de variáveis ambientais e dados biológicos em plantas de maracujá posicionadas em locais diferenciados da plantação, para analisar suas relações e similaridades. Foi possível verificar que existem diferenças microclimáticas entre as plantas de maracujá selecionadas, que acontecem devido à influência de serviços ambientais fornecidos pelo entorno da cultura.

Palavras-chave: serviços ambientais, bioclimatologia, variáveis microclimáticas.

ABSTRACT

Recent studies have been conducted in order to present the benefits of agroforestry, which combines the growth of trees or shrubs in agricultural production, to preserve the biodiversity and natural resources. This study aims to characterize the ecosystem services in a field of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*, Deg.) of Corumbataí do Sul, in the state of Paraná, Brazil. Therefore, were collected environmental variables and biological data in passion fruit plants placed in different locations of the field to analyze their relationships and similarities. It was possible to verify that there are microclimate differences between the selected passion fruit plants, which occur due to the influence of ecosystem services provided by the culture surrounding area.

Key words: environmental services, bioclimatology, microclimatic variables.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Histórico de produção de maracujás no Município de Corumbataí do Sul, PR, de 2004 a 2014.	14
Figura 2. Histórico do valor da produção de maracujás no Município de Corumbataí do Sul, PR, de 2004 a 2014.	15
Figura 3. Mapa de localização do Estado do Paraná e do Município de Corumbataí do Sul.	16
Figura 4. Imagem de satélite com localização da plantação de maracujás no Município de Corumbataí do Sul, PR.	18
Figura 5. Esquema de representação dos pontos de coleta na plantação de maracujá-amarelo em Corumbataí do Sul, Paraná.	19
Figura 6. Perfil topográfico traçado do ponto 1 ao ponto 7.	24
Figura 7. Perfil topográfico traçado do ponto 2 ao ponto 8.	24
Figura 8. Perfil topográfico traçado do ponto 3 ao ponto 9.	24
Figura 9. Gráfico da variação da umidade do solo entre os pontos de uma cultura de maracujás em Corumbataí do Sul, Paraná.	25
Figura 10. Análise cluster das variáveis temperatura, umidade do ar, umidade do solo, velocidade do vento e intensidade luminosa nos pontos de coleta da plantação de maracujás em Corumbataí do Sul, Paraná.	27
Figura 11. PCA em relação às variáveis temperatura, umidade do ar, umidade do solo, velocidade do vento e intensidade luminosa nos pontos de coleta da plantação de maracujás em Corumbataí do Sul, Paraná.	28
Figura 12. Gráfico da variação da quantidade de frutos entre os pontos da cultura de maracujás em Corumbataí do Sul, Paraná.	30
Figura 13. Gráfico de correlação entre a temperatura e o peso da polpa bruta dos maracujás coletados na área de estudo em de Corumbataí do Sul, Paraná.	31
Figura 14. Análise cluster das variáveis biológicas dos 9 indivíduos da plantação de maracujás em Corumbataí do Sul, Paraná.	32
Figura 15. PCA em relação às variáveis biológicas dos indivíduos da plantação de maracujás em Corumbataí do Sul, Paraná.	33
Figura 16. Análise NMDS reunindo todas as variáveis coletadas na plantação de maracujás em Corumbataí do Sul, Paraná.	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVOS	9
2.1 OBJETIVO GERAL	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3 REVISÃO DE LITERATURA	10
3.1 SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS.....	10
3.2 BIOCLIMATOLOGIA VEGETAL.....	11
3.3 BIOCLIMATOLOGIA DO MARACUJÁ AMARELO.....	11
3.3 DESCRIÇÃO DO MARACUJÁ-AMARELO.....	13
3.4 PRODUÇÃO DO MARACUJÁ AMARELO EM CORUMBATAÍ DO SUL.....	14
4 MATERIAL E METÓDOS	16
4.1 ÁREA DE ESTUDO	16
4.2 COLETA DE DADOS – VARIÁVEIS AMBIENTAIS.....	19
4.3 COLETA DE DADOS MORFOMÉTRICOS DOS FRUTOS	20
4.4 ANÁLISE DE DADOS.....	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.1 VERIFICAÇÃO DAS DIFERENÇAS MICROCLIMÁTICAS ENTRE OS PONTOS DA CULTURA DE MARACUJÁS	23
5.2 VERIFICAÇÃO DOS EFEITOS DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS ATRAVÉS DAS VARIÁVEIS BIOLÓGICAS DOS INDIVÍDUOS.....	28
6 CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Serviços ecossistêmicos, também denominados serviços ambientais, representam os benefícios diretos e indiretos gerados pelos ecossistemas, que são obtidos pelo ser humano e promovem seu bem-estar. Dentre eles pode-se citar a produção de alimentos, a regulação climática, a formação e fertilidade do solo, a biodiversidade e a paisagem, por exemplo (ANDRADE & ROMEIRO, 2009). Os estudos de bioclimatologia vegetal podem ser empregados para análise do serviço ecossistêmico de regulação climática e sua influência no desenvolvimento das plantas, pois esta ciência estuda a relação entre aspectos climáticos e espécies vegetais, buscando entender a distribuição geográfica e climática das plantas, conforme Wollmann & Galvani (2013).

Os conhecimentos sobre serviços ecossistêmicos são utilizados no presente estudo com o intuito de se relacionar as variáveis ambientais e climatológicas com a produção do maracujá amarelo, *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*, Deg. e a economia do Município de Corumbataí do Sul, ressaltando as vantagens que o ser humano pode obter se contribuir para a conservação dos ecossistemas naturais.

Dessa maneira, Silva, A. A. G. (2002) destaca a radiação solar, a temperatura, o fotoperíodo e a precipitação como as variáveis climáticas que mais influenciam no desenvolvimento e cultura do maracujá amarelo, sendo os locais ideais para produção desta espécie aqueles com pouca variação de temperatura ao longo do ano e fotoperíodo superior a 11 horas. A influência da temperatura sobre o maracujazeiro também é refletida na absorção de nutrientes pela planta, pois variações provocam alterações em seu estado nutricional (SILVA, A. A. G., 2002).

A produção de maracujá é considerada de grande relevância para a economia do Município de Corumbataí do Sul, onde se localiza a área de estudo, representando uma renda de 1.433.000 reais em 2014, com uma produção de 720 toneladas da fruta, alcançando 44,20% da renda da produção agrícola municipal em lavoura permanente (IBGE 2015). Em razão da declividade no município ser desfavorável para as atividades agrícolas de culturas mecanizadas, os pequenos agricultores diversificam suas propriedades com a introdução de espécies frutíferas e madeireiras (LIBERALI, 2013).

Assim sendo, o presente trabalho busca caracterizar os serviços ecossistêmicos de uma cultura de maracujás de Corumbataí do Sul, indagando a existência de diferenças microclimáticas em pontos determinados da cultura através da medição das variáveis ambientais temperatura, umidade do ar, umidade do solo, velocidade do vento, intensidade luminosa e declividade do terreno. Além disso, procurou-se verificar os efeitos dos serviços ecossistêmicos na plantação através de variáveis biológicas dos indivíduos, bem como medidas morfométricas dos frutos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar os serviços ecossistêmicos em uma plantação de maracujá no Município de Corumbataí do Sul, no Estado do Paraná.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar se existem diferenças microclimáticas em pontos determinados da cultura maracujás por meio das variáveis ambientais temperatura, umidade do ar, umidade do solo, velocidade do vento, intensidade luminosa e declividade do terreno;
- Verificar os efeitos dos serviços ecossistêmicos na cultura de maracujás através de variáveis biológicas dos indivíduos, bem como medidas morfométricas em frutos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Serviços ecossistêmicos são também chamados de serviços ambientais e representam, basicamente, os benefícios diretos e indiretos gerados pelos ecossistemas, que são obtidos pelo ser humano e promovem seu bem-estar. Dentre eles pode-se citar a produção de alimentos, a regulação climática, a formação e fertilidade do solo, a biodiversidade e a paisagem, por exemplo (ANDRADE & ROMEIRO, 2009).

O termo tem suas origens no final da década de 1970 e, para aumentar o interesse público na conservação da biodiversidade, utiliza a expressão de “serviços” relacionada a funções ecossistêmicas consideradas benéficas à sociedade. As definições do conceito têm evoluído desde então, com seu foco variando entre a base ecológica e econômica. Provavelmente, o termo ainda passará por adequação nos próximos anos, mas atualmente a melhor definição se baseia na ideia de diretos e indiretos fluxos de contribuição dos ecossistemas para o bem-estar humano (BRAAT & GROOT, 2012).

A Avaliação Ecosistêmica do Milênio (Millennium Ecosystem Assessment, 2005), um trabalho iniciado em 2001 por mais de 1.360 pesquisadores do mundo inteiro, foi realizado com o objetivo de avaliar as consequências das mudanças nos ecossistemas naturais para o bem-estar humano, além de servir como base científica para ações voltadas à preservação e uso sustentável desses ecossistemas. Além de outros resultados importantes, tal avaliação indicou que 60% dos 24 serviços ecossistêmicos definidos estão em declínio, representando grande risco para o bem-estar humano no futuro, em escala global.

De acordo com Makhado & Saidi (2011), os serviços ecossistêmicos fornecidos pelas florestas estão recebendo notável atenção atualmente nos debates sobre mitigação das mudanças climáticas. Tais serviços incluem manutenção de recursos hídricos, regulação climática, conservação da biodiversidade e sequestro de carbono, além de serviços de polinização devido ao fato das florestas abrigarem diverso número de insetos e pássaros. Assim sendo, na última década, a utilização

de sistemas agroflorestais, que alinhem a produção agropecuária à proteção de fragmentos de florestas, passou a ser considerada na formulação de políticas públicas e discussões de uso e ocupação de terras, conforme Parron et al. (2015). Tais políticas, com foco conservacionista e de ordenamento territorial, consideram que a conservação arbórea e arbustiva oferece ampla variedade de serviços ambientais e apresentam a necessidade de quantificação, mapeamento e avaliação adequada destes serviços.

3.2 BIOCLIMATOLOGIA VEGETAL

A bioclimatologia relaciona conhecimentos climáticos com os seres vivos, dividindo-se entre a bioclimatologia humana, animal e vegetal. A bioclimatologia vegetal estuda a relação entre aspectos climáticos e espécies vegetais, buscando entender a distribuição geográfica e climática das plantas, e se divide ainda em Meteorologia Agrícola, Climatologia Agrícola, Agrometeorologia e Agroclimatologia. Interessante a este estudo específico, a meteorologia agrícola visa a utilização da ciência meteorológica a serviço da agricultura, em favor de uma melhor e mais sustentável produção agrícola, relacionando, principalmente, o meio atmosférico com as respostas biológicas das espécies vegetais cultivadas (WOLLMANN & GALVANI, 2013).

Já os outros ramos da bioclimatologia vegetal não cabem ao presente estudo, pois conforme Wollmann & Galvani (2013) abrangem mais áreas do conhecimento de maneira interdisciplinar, ampla e complexa, diferente da meteorologia agrícola, empregada neste trabalho para auxiliar no entendimento da relação de variáveis microclimáticas com fatores biológicos do maracujá amarelo.

3.3 BIOCLIMATOLOGIA DO MARACUJÁ AMARELO

As variáveis climáticas que mais influenciam no desenvolvimento e cultura do maracujá amarelo, de acordo com Silva, A. A. G. (2002), são a radiação solar, a

temperatura, o fotoperíodo e a precipitação. Nos locais mais próximos ao equador, onde a latitude é menor, o maracujá-amarelo cresce e produz continuamente devido a pouca variação da temperatura ao longo do ano e ao fotoperíodo adequado. Nas localidades com latitudes mais altas, como a região Sul do país, a produção decresce à medida que os meses ficam com fotoperíodos inferiores a 11 horas, e com o decréscimo da radiação solar incidente.

O estresse hídrico também restringe o crescimento e o potencial produtivo da cultura. De modo geral, esta espécie é mais adaptada a regiões de clima quente, com média mensal da temperatura entre 21 e 32°C, precipitação pluviométrica anual entre 800 e 1750 mm, baixa umidade relativa do ar, e ventos moderados. A influência da temperatura sobre o maracujazeiro também é refletida na absorção de nutrientes pela planta, pois variações provocam alterações em seu estado nutricional (SILVA, A. A. G., 2002).

Já para Costa et al. (2008), os principais fatores ambientais que influenciam o crescimento e desenvolvimento do maracujazeiro são a umidade do solo, a temperatura, a altitude, a umidade relativa do ar e a luminosidade. Dentre eles, apenas a umidade do solo pode ser controlada por meio de práticas de manejo, como a irrigação. O maracujazeiro é uma planta tropical típica, portanto exige grande intensidade luminosa, que auxilia para um vigoroso crescimento vegetativo, pleno florescimento, maior vingamento de frutos, frutificação abundante e geração de frutos de alta qualidade. Para aumento da produtividade recomenda-se o uso de espaçamentos adequados, com distâncias mínimas entre as plantas que favoreça maior incidência solar para as plantas.

Por possuir um desenvolvimento contínuo, o maracujazeiro é exigente quanto às condições hídricas. Deficiências prolongadas de água podem causar paralisação das atividades vegetativa, atraso no florescimento e queda de flores e frutos, acarretando em grande limitação na produtividade e qualidade de frutos. O excesso hídrico também é prejudicial ao desenvolvimento da cultura, como a ocorrência de chuvas no período de floração, pois o contato com a umidade pode ocasionar rompimento dos grãos de pólen, reduzindo a formação de frutos (COSTA et al., 2008).

Segundo Ataíde (2005), a época e intensidade dos picos de florada do maracujá amarelo estão relacionados com o clima e os tratamentos culturais empregados na plantação. Nas condições do planalto paulista, um pomar desta espécie

geralmente apresenta cinco picos de florada, os quais frequentemente ocorrem nos meses de setembro, novembro e de janeiro a abril. Com tratos culturas adequados e adubação, pode-se obter até oito picos de florada, permitindo alta produtividade, atingindo até 60 toneladas por hectare.

3.3 DESCRIÇÃO DO MARACUJÁ-AMARELO

A espécie de maracujá *Passiflora edulis*, popularmente conhecida como maracujá-amarelo, é botanicamente caracterizada como uma planta perene, de crescimento contínuo, que chega a atingir dez metros de comprimento. Seu sistema radicular é pivotante, pouco profundo, com mais raízes concentradas entre 30 e 45 cm de profundidade, e 60 cm de raio a partir do tronco. O caule é lenhoso na base e herbáceo no ápice, e dele surgem as gemas vegetativas, que dão origem às folhas e gavinhas. As folhas são alternadas, e suas axilas formam as flores hermafroditas, que exigem mais de 11 horas de luz (fotoperíodo) para florescerem, por isso costumam abrir depois do meio dia e permanecem assim por um período de 4 a 5 horas, aproximadamente. De cada folha origina-se apenas uma flor que, depois de fechada, não se abre mais. O fruto é uma baga de forma oval com casca (de 6,35 a 9,52 mm de espessura) coberta por uma fina camada de cera que protege o mesocarpo duro e escamoso. Do lado interno do fruto encontram-se sacos embrionários que contém o suco e as sementes (SILVA, A. A. G., 2002).

A polinização do maracujazeiro amarelo é eficientemente realizada por abelhas popularmente conhecidas como mamangavas, do gênero *Xylocopa*, devido ao tamanho das flores. Para manutenção da população de mamangavas nas áreas produtivas é necessário que as matas nativas próximas sejam preservadas para proteção e procriação das abelhas. A polinização influencia o número de sementes, o rendimento de suco e o tamanho do fruto de maracujá, afetando diretamente sua produtividade (COSTA et al., 2008).

3.4 PRODUÇÃO DO MARACUJÁ AMARELO EM CORUMBATAÍ DO SUL

Em relação à produção de maracujás e, especificamente, à variedade maracujá-amarelo, o Brasil está entre os maiores produtores e consumidores do mundo, tendo a produção nacional passado de 409 mil toneladas em 1996 para 664 mil em 2007, e 920 mil toneladas em 2010. Atualmente, o cultivo do maracujazeiro amarelo está voltado para a produção de frutos e suco concentrado, atendendo às demandas do mercado interno e externo (MADALENA; COSTA; LIMA, 2013).

No Município de Corumbataí do Sul, no Paraná, a fruticultura é uma essencial fonte de renda para a população, predominando a produção de maracujás da espécie *Passiflora edulis*. Em 2014 o cultivo gerou 720 toneladas da fruta, produzindo uma renda de R\$ 1.433.000, que representou 44,20% da renda da produção agrícola municipal em lavoura permanente. Em relação a toda renda da produção agrícola municipal, tanto em lavoura permanente como temporária, o maracujá representou, em 2014, 7,77% do total, sendo uma parcela menor devido a grande produção de soja no município. Um histórico de 2004 a 2014 da produção e renda de maracujás em Corumbataí do Sul é exibido nas Figuras 1 e 2 (IBGE 2015).

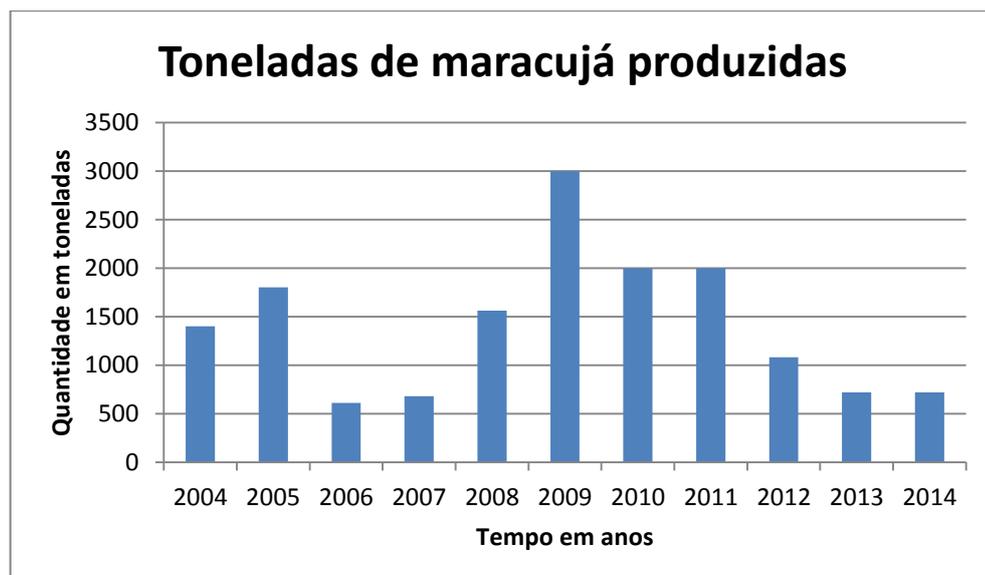


Figura 1. Histórico de produção de maracujás no Município de Corumbataí do Sul, PR, de 2004 a 2014.

Fonte: IBGE 2015.

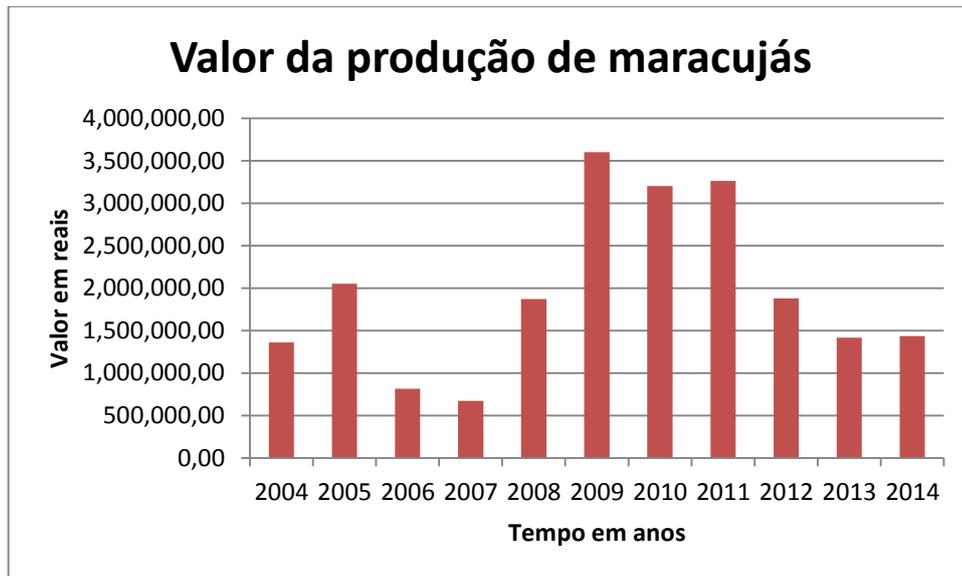


Figura 2. Histórico do valor da produção de maracujás no Município de Corumbataí do Sul, PR, de 2004 a 2014.
Fonte: IBGE 2015.

Ainda no Município de Corumbataí do Sul, segundo dados do IBGE, 2015, a utilização das terras para matas e/ou florestas nos estabelecimentos agropecuários soma em 2.425 hectares, que se dividem em: 15 hectares de áreas plantadas com essências florestais, 997 hectares de matas naturais (que não incluem as áreas de preservação permanente), e 1.413 hectares de áreas de preservação permanente ou reserva legal.

Já a área designada para lavouras e pastagens, ou áreas com terras degradadas, soma-se em 12.942 hectares. Sendo assim, observa-se que uma pequena minoria da área dos estabelecimentos agropecuários está ocupada por fragmentos de vegetação, conservada principalmente para atender exigências legais.

Em razão da declividade de Corumbataí do Sul predominante de 10 a 20% (com áreas de 20 a 45% de declividade) ser desfavorável para as atividades agrícolas de culturas mecanizadas, os pequenos agricultores diversificam suas propriedades com a introdução de espécies frutíferas e madeiras (LIBERALI, 2013). A declividade possui grande efeito na agricultura, sendo um dos principais fatores responsáveis pela perda de solo e podendo ser prejudicial caso não sejam adotadas técnicas de manejo do terreno (SMIDERLE et al., 2009).

4 MATERIAL E METÓDOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em uma área de cultivo comercial de maracujá-amarelo (*P. edulis*) de uma propriedade particular no município de Corumbataí do Sul, localizado no Centro-Occidental do Estado do Paraná, entre os municípios de Campo Mourão, Barbosa Ferraz e Peabiru. Na Figura 3 é exibida a localização do Estado do Paraná e de Corumbataí do Sul.

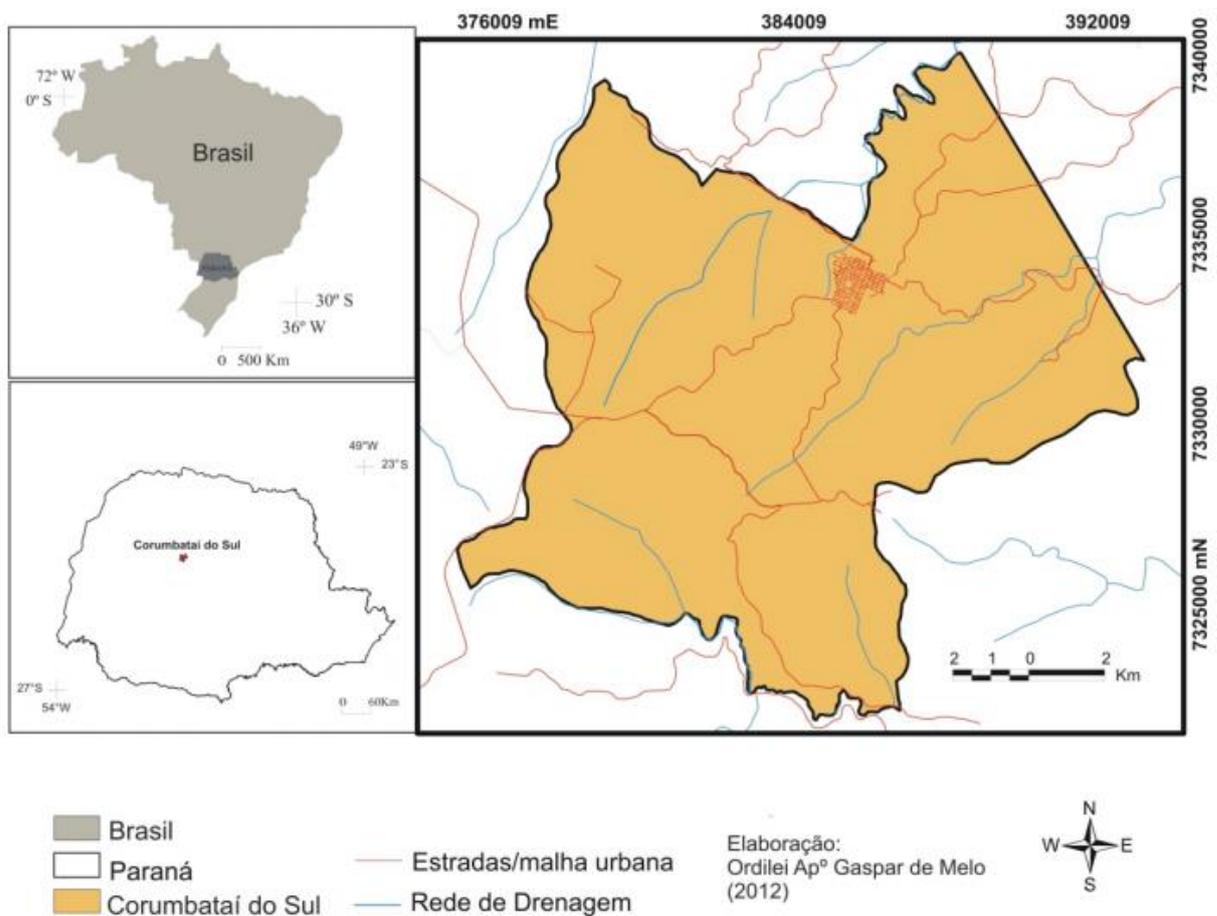


Figura 3. Mapa de localização do Estado do Paraná e do Município de Corumbataí do Sul.
 Fonte: LIBERALI 2013.

O município possui população estimada para 2015 de 3.749 habitantes, uma densidade demográfica de 24,35 habitantes por km², e um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal de 0,638 (2010). O Produto Interno Bruto (PIB) a preços correntes é de 42.796.000 reais e o PIB per capita a preços correntes, 11.087,02 reais (IBGE 2015).

Segundo a Classificação Climática de Köppen-Geiger, a região de Corumbataí do Sul é classificada como Cfa, de clima sub-tropical úmido mesotérmico com verões quentes e geadas pouco frequentes. As chuvas são concentradas nos meses de verão, não há estação seca definida, e os índices pluviométricos apresentam-se em média entre 1.600 mm e 1.800 mm por ano. A média das temperaturas dos meses mais quentes é superior a 22°C e a dos meses mais frios é inferior a 18°C (IAPAR, 2015).

De acordo com dados obtidos do IPARDES, 2015, o município possui uma área territorial de 164,341 km², a uma altitude de 601 metros, e pertence à Microrregião 5 do Estado do Paraná. Suas coordenadas geográficas são 24° 06' 04" de latitude Sul e 52° 07' 11" de longitude Oeste. Conforme mapas do Estado do Paraná, elaborados com dados da base cartográfica ITCG 2012, foi possível observar que o Município de Corumbataí do Sul está localizado na bacia hidrográfica do Alto Ivaí e que sua cobertura vegetal nativa é a Floresta Estacional Semidecidual. Foi possível também verificar uma declividade predominante de 10 a 20%, com áreas de 20 a 45% de declividade.

As formas predominantes do relevo são topos alongados e isolados, vertentes convexas e côncavo-convexas e vales em "U" aberto, modeladas em rochas da Formação Serra Geral. Em relação ao solo da região, Neossolos ou Litossolos encontram-se nas áreas dissecadas, já o Latossolo Distroférico ou Eutroférico aparece nos topos alongados, enquanto os Nitossolos ocorrem nas baixas vertentes (LIBERALI, 2013).

A propriedade rural que contém a área de cultivo comercial de maracujá-amarelo se localiza no sudeste do município, e as coordenadas da plantação são 24°09'57.8" Sul e 52°07'41.7" Oeste (Figura 4).



Figura 4. Imagem de satélite com localização da plantação de maracujás no Município de Corumbataí do Sul, PR.

Fonte: Google Earth, 2016.

A área de cultivo escolhida para este estudo apresenta formato trapezoidal com dimensões de 111 metros de base maior, 62 m de base menor, 44 m de altura e 68 m de lateral inclinada (Figura 5), representando uma área de 3806 m². A cultura possui diferentes tipologias de vegetação em seu entorno, com a face inclinada voltada para uma área de mata e capim, a base maior voltada para uma fileira de bananeiras seguida de uma plantação de cana de açúcar, a base menor voltada para uma área com capim, e a lateral direita voltada para uma plantação de café. Entre o café e o capim, na região superior direita, há uma área composta por eucaliptos.

Foram demarcados nove pontos distribuídos entre a cultura, representados por uma planta de maracujá. A disposição dos pontos de coleta também está representada na Figura 5.

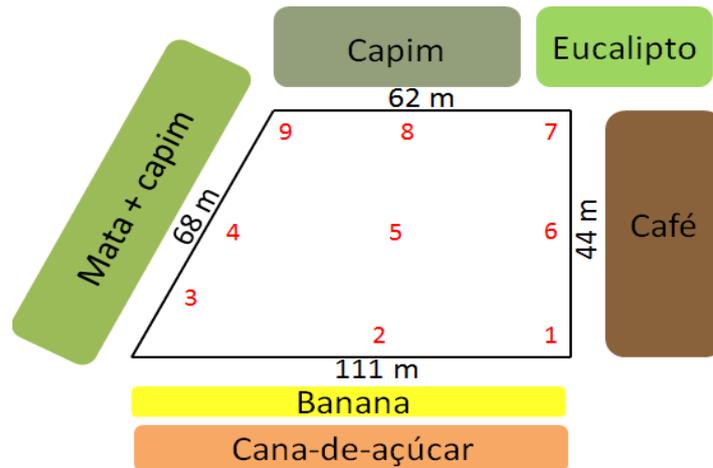


Figura 5. Esquema de representação dos pontos de coleta na plantação de maracujá-amarelo em Corumbataí do Sul, Paraná.

4.2 COLETA DE DADOS – VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Com duração de seis meses (primeiro semestre de 2016), abrangendo parte do período do florescimento do maracujá, no final do verão e início do outono, o estudo foi desenvolvido em parceria com a cooperativa agroindustrial de produtores do município (COAPROCOR), como apoio à fruticultura da região.

Foram realizadas quatorze visitas ao local de estudo neste período. Cada visita é representada por um dia de coleta de dados ambientais e dados biológicos dos maracujás. A coleta de dados foi realizada 4 vezes por visita, duas na parte da manhã (aproximadamente das 9h00 às 11h30) e duas na parte da tarde (aproximadamente das 12h30 às 16h00). Tais horários foram definidos para compreender períodos do dia com condições climáticas diferenciadas e para observar a abertura das flores na parte da tarde.

Em cada ponto determinado da cultura foram anotadas a localização geográfica e altitude por meio de um aparelho GPS (Global Positioning System) Etrex 30 Garmin. Através de um aparelho termo-higro-anemômetro com luxímetro, modelo THAL-300, foram medidas as variáveis temperatura (em graus Celsius), umidade relativa do ar (em porcentagem), velocidade do vento (em metros por segundo), e intensidade luminosa (em lux). Foi utilizado o medidor de umidade do solo tipo HH2, com o sensor de umidade tipo ML2x para medição da umidade do

solo (em %vol) próximo ao pé de maracujá de cada ponto, na camada 0–10 cm de profundidade.

4.3 COLETA DE DADOS MORFOMÉTRICOS DOS FRUTOS

Além da coleta de variáveis ambientais, foi contada a quantidade de frutos, de flores, e de botões em cada ponto do cultivo, mas, diferentemente da coleta de variáveis, a contagem foi realizada apenas uma vez por visita, no período da tarde, quando as flores se abrem. Além disso, na existência de frutos maduros, foi coletado um fruto de cada ponto.

No dia posterior a cada coleta foi realizada a medição de todos os maracujás recolhidos. As variáveis medidas foram: peso total do fruto, volume do fruto, peso da polpa bruta, peso da casca, medida da espessura da casca, número de sementes fecundadas e porcentagem de açúcar. O laboratório de Ecologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Campo Mourão, foi utilizado para processamento dos frutos de maracujá amarelo.

Os frutos foram limpos antes da medição do peso total, feito em uma balança de precisão modelo Q-510-1500. Um paquímetro Jomarca digital (0-150 mm) foi utilizado para se obter as medidas de altura e largura dos maracujás, para posterior cálculo do volume. Após estas medições cada maracujá foi cortado e a casca separada da polpa. O peso da casca foi medido separadamente, também na balança de precisão, e sua espessura medida com o paquímetro, em três pontos diferentes da casca, para posterior obtenção da espessura média.

Na pesagem da polpa bruta, toda a polpa do maracujá foi retirada (suco e sementes) e colocada em um Becker, anteriormente pesado, para tarar a balança e obter o peso real da polpa. A porcentagem de açúcar foi medida através do refratômetro portátil para açúcar modelo RT-30ATC, e a contagem das sementes fecundadas foi feita manualmente.

4.4 ANÁLISE DE DADOS

Para verificar a diferenciação dos efeitos ambientais nos diferentes pontos da plantação de maracujás foi realizada análise de variância para cada variável ambiental e para os dados de número de flores, frutos e botões florais. A fim de analisar a similaridade entre os pontos do cultivo, tanto em relação às variáveis ambientais quanto às variáveis biológicas dos maracujazeiros, foi efetuada a análise de agrupamento, ou cluster. Conforme Kasznar & Gonçalves (2013), esta análise consiste em uma técnica cuja classificação é relacionada a um número conhecido de grupos e seu objetivo é descobrir agrupamentos naturais das variáveis.

A análise de componentes principais (Principal Component Analysis - PCA) realiza a redução da massa de dados com menor perda possível de informação, que transforma um conjunto de variáveis originais em outro de mesma dimensão, agrupando os indivíduos de acordo com sua variação, ou seja, seu comportamento dentro da população (VARELLA, 2008). Portanto, esta análise foi realizada para demonstrar a atividade das variáveis ambientais trabalhando em conjunto, assim como para demonstrar o agrupamento das variáveis biológicas da planta.

Já com o intuito de correlacionar os dados ambientais aos dados dos frutos executou-se a Correlação Linear de Pearson, a qual gera valores de “p” e “r”. Valores de “p” menores que 0.05 confirmam a correlação entre as variáveis, e os valores de “r” mostram a força da correlação sendo que, para ser considerada uma correlação forte, “r” deve estar acima de 0.6.

Outra análise importante para o presente estudo é a análise multivariada NMDS (*Nonmetric multidimensional scalling*), uma técnica de ordenação não paramétrica, que busca descrever a estrutura de uma matriz complexa de dados, plotando parcelas em um gráfico de dispersão (HIGUCHI et al., 2012). Tal análise foi realizada para auxiliar na caracterização dos serviços ambientais nos pontos determinados do cultivo.

As análises de variância e correlação de Pearson foram realizadas no software Biostat 5.0 (AYRES et al., 2007), e os gráficos de variância foram plotados no software SciDAVis (STANDISH, 2014). Já as análises de PCA, NMDS e similaridade foram realizadas utilizando-se o software PAST (HAMMER; HARPER;

RYAN, 2001), e os perfis topográficos foram traçados no programa TrackMaker® (Geo Studio Tecnologia, 2001).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 VERIFICAÇÃO DAS DIFERENÇAS MICROCLIMÁTICAS ENTRE OS PONTOS DA CULTURA DE MARACUJÁS

Foram coletados, ao todo, 32 valores de temperatura, umidade, velocidade do vento e intensidade luminosa para cada ponto demarcado na cultura, além de 12 medições de umidade do solo para cada ponto. A Tabela 1 contém a média aritmética dos dados coletados.

Tabela 1. Média dos dados ambientais coletados de fevereiro a maio de 2016 em uma plantação de maracujás em Corumbataí do Sul, Paraná.

	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7	Ponto 8	Ponto 9
Temperatura (°C)	31,50	31,89	32,32	32,26	32,50	33,31	32,12	32,47	32,37
Umidade do ar (%)	51,46	50,28	49,18	48,87	49,04	48,80	48,83	48,62	47,52
Umidade do solo (%)	25,03	23,43	21,41	18,29*	26,30*	24,61	20,29	25,62	22,28
Velocidade do vento (m/s)	0,40	0,33	0,48	0,53	0,39	0,23	0,46	0,59	0,42
Intensidade luminosa (lux)	6683	6197	7169	7101	8159	7299	6132	7337	6627
Declividade do terreno (%)	26,64	26,27	31,3	31,5	27,86	25,95	23,99	24,57	29,13

*os pontos 4 e 5 foram diferentes significativamente na análise de variância

Em relação à variável declividade, o terreno do plantio de estudo apresenta valores elevados, de 24% a 31,5%, que podem estar influenciando ou não a produção de maracujá amarelo. Para visualizar a declividade da área de estudo foi realizado o perfil topográfico de três traçados diferentes na plantação de maracujás, a qual não apresenta terreno corrigido em curvas de nível. O primeiro perfil foi traçado do ponto 1 ao ponto 7 da cultura (Figura 6) e em 38,2 m distância ocorre uma elevação de 6 m. O segundo foi traçado do ponto 2 ao ponto 8 (Figura 7) e mostra menor declividade, já que em 47,9 m de distância há uma elevação de 5 m. Já o terceiro perfil (Figura 8), traçado do ponto 3 ao ponto 9, apresenta formato

diferenciado, pois nos primeiros 26 m de distância o terreno é mais plano e nos 29 m seguintes, há uma elevação de cerca de 3 m.

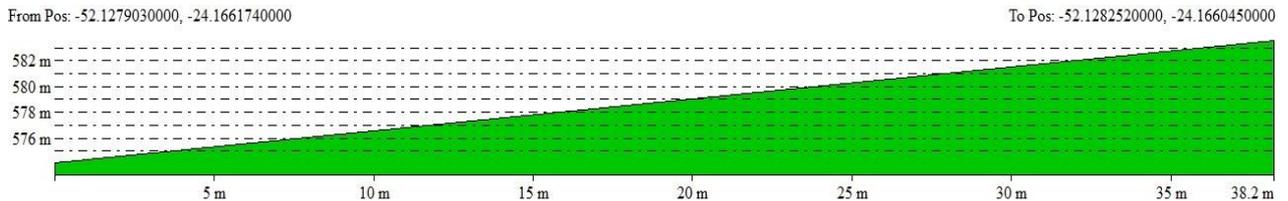


Figura 6. Perfil topográfico traçado do ponto 1 ao ponto 7.

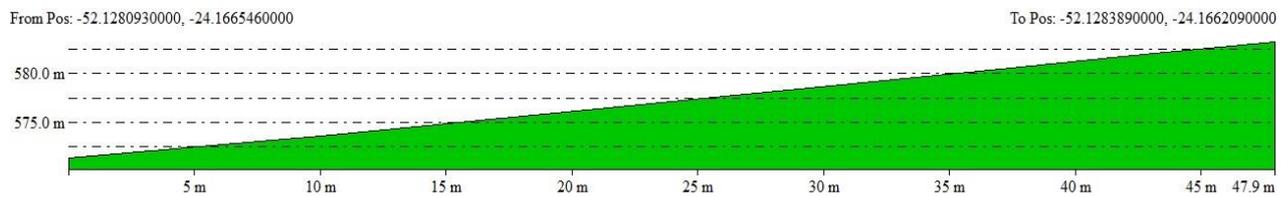


Figura 7. Perfil topográfico traçado do ponto 2 ao ponto 8.

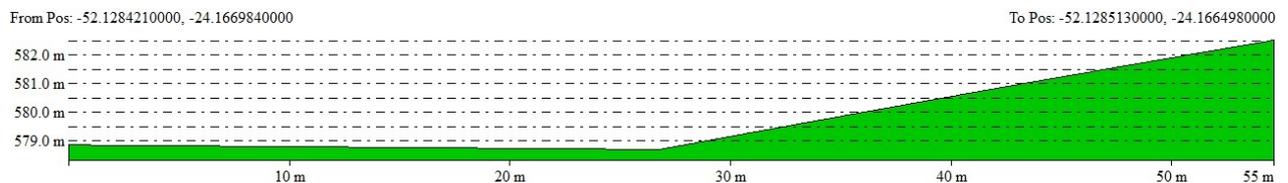


Figura 8. Perfil topográfico traçado do ponto 3 ao ponto 9.

De modo geral o ponto 4, de maior declividade (31,5%), também foi o que apresentou menor valor de umidade do solo. Porém, o ponto 5, que exibiu solo mais úmido, possui uma declividade similar, de 27,86%. A declividade é um dos principais fatores responsáveis pela perda de solo na agricultura e, caso não seja corrigida através de medidas de manejo do terreno, pode interferir negativamente na produção rural (SMIDERLE et al., 2009). Porém, de acordo com Liberali (2013), os pontos de declividade desfavorável da região de Corumbataí do Sul impedem apenas as atividades agrícolas de culturas mecanizadas. Desse modo, os pequenos agricultores diversificam suas propriedades com a introdução de espécies frutíferas e madeiras, como é o caso da área de estudo deste trabalho.

Através das análises de variância, foram obtidos tanto resultados significativos quanto não significativos em relação às variáveis ambientais, e serão apresentados apenas os gráficos correspondentes às variações significativas.

A variável temperatura não exibiu variações ao longo do tempo entre os pontos, respondendo dentro da oscilação normal entre os horários do dia. As variáveis velocidade do vento, umidade do ar e intensidade luminosa apresentaram apenas variação numérica, não significativa.

Contudo, numericamente houve alguma variação e notou-se que o ponto 8 apresentou os maiores valores de velocidade do vento e ele se encontra na última rua (linha) da cultura, de maior altitude e voltada para a área coberta de capim, que recebe maiores correntes ar. Os menores valores foram verificados no ponto 6, numa rua posicionada no centro da cultura, em um maracujazeiro na borda da plantação, porém com o cultivo de café ao seu lado direito. Também foi observado que os pontos 7, 1 e 2 apresentaram valores baixos de intensidade de luz solar, e são pontos que recebem sombreamento da plantação de eucaliptos ou das bananeiras.

Já os dados de umidade do solo demonstraram diferença significativa entre os pontos (Figura 9). Para o teste de variância de Kruskal-Wallis, o valor de “p” foi de 0.0320, sendo que valores abaixo de 0.05 mostram variação significativa.

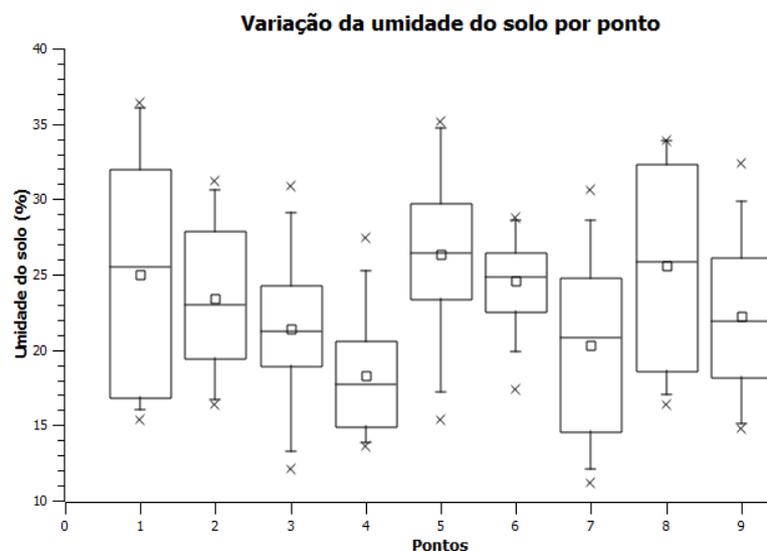


Figura 9. Gráfico da variação da umidade do solo entre os pontos de uma cultura de maracujás em Corumbataí do Sul, Paraná.

A umidade do solo no ponto 4 apresentou valores significativamente mais baixos e no ponto 5 valores significativamente mais altos. O ponto 4 se encontra desprotegido de sombreamento e exposto a área aberta, dissemelhante ao ponto 5, o qual se encontra envolvido por outros pés de maracujá ao seu entorno.

Para tais análises, esperava-se uma diferenciação entre esses dados ambientais, principalmente entre pontos que recebem sombreamento de fragmentos e pontos que permanecem expostos à radiação solar por mais tempo, assim como nos estudos de Morais et al. (2006), Sales et al. (2009) e Pezzopane et al. (2010), os quais analisam os efeitos microclimáticos em plantações de café. Para estes autores, de maneira geral, os cafeeiros sombreados por vegetação arbórea tiveram os efeitos adversos do clima amenizados em relação aos cafeeiros cultivados a pleno sol, assim como maiores valores de umidade do solo.

Nesses estudos, porém, o microclima foi monitorado continuamente através de sensores, diferentemente do presente trabalho, o que gera amostras consideravelmente maiores e permite uma análise mais precisa e real do efeito de sombreamento em uma plantação. Acredita-se que a área, o tempo de aplicação e o número amostral inferiores do presente estudo de caso possam ter afetado a evidenciação dos resultados esperados.

Observou-se um agrupamento de similaridades microclimáticas (Figura 10) através da análise de cluster, utilizando todas as variáveis ambientais do estudo. Os pontos foram agrupados considerando as medições realizadas e, mesmo com pequenas variações, foi possível caracterizar alguns grupos microclimáticos.

Observa-se que o ponto 5 se distingue mais dos outros pontos e é o único no centro da cultura, contendo em seu entorno apenas outros maracujazeiros. Com similaridade alta (aproximadamente 0.995), os pontos 3 e 4 se encontram na borda da plantação, ao lado da área aberta de capim, e apresentam os maiores valores de declividade (31,3 e 31,5%, respectivamente). Apesar de se encontrarem em locais dissemelhantes da plantação, os pontos 6 e 8 possuem a maior similaridade da análise, tendo em comum apenas a declividade (25.95 e 24.57%, respectivamente). Os pontos 1 e 9 também são similares, assim como 2 e 7.

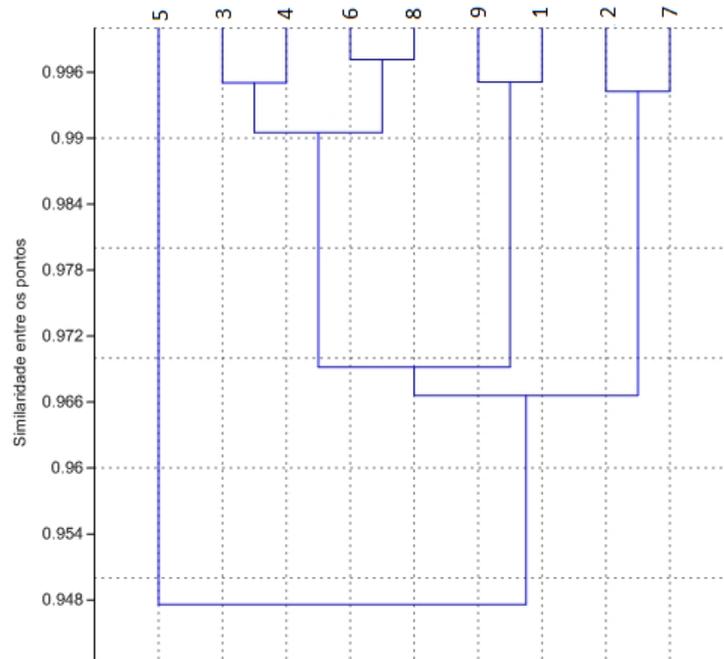


Figura 10. Análise cluster das variáveis temperatura, umidade do ar, umidade do solo, velocidade do vento e intensidade luminosa nos pontos de coleta da plantação de maracujás em Corumbataí do Sul, Paraná.

Deve-se ressaltar que o índice de similaridade mínimo entre todos os pontos foi superior a 90%, o que pode indicar pouca variação bioclimática. Contudo, pequenas diferenças podem significar ações variadas do ambiente sobre cada ponto da plantação. Assim como apresenta Assis et al. (2011), em análises de similaridade, nas quais a ação de diferentes processos geomorfológicos parece ter resultado em solos com características físico-químicas distintas em duas fisionomias diferentes de Floresta Atlântica (Restinga e Terras Baixas), o que poderia condicionar diferenças na composição florística e no funcionamento entre as duas fisionomias.

Tal afirmação também é exemplificada por Silva, J. S. V. et al. (2007), que demonstra que mesmo zonas determinadas com alto grau de homogeneidade possuem heterogeneidade ambiental interna que pode ser ressaltada, conforme análises de agrupamento.

Através da PCA buscou-se reduzir as dimensionalidades das variáveis ambientais em componentes que tentam explicar o agrupamento dos pontos da cultura de maracujás (Figura 11).

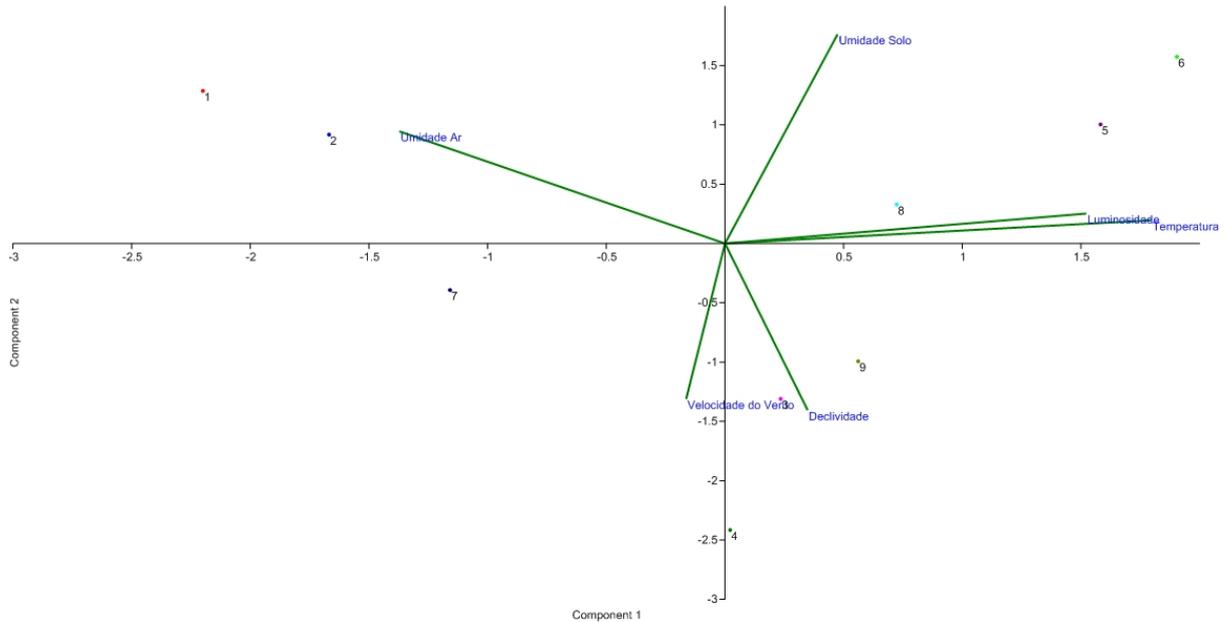


Figura 11. PCA em relação às variáveis temperatura, umidade do ar, umidade do solo, velocidade do vento e intensidade luminosa nos pontos de coleta da plantação de maracujás em Corumbataí do Sul, Paraná.

Foi possível observar que a velocidade do vento e a declividade se agrupam (Grupo 1) e se opõem ao grupo de variáveis umidade do ar, umidade do solo, luminosidade e temperatura (Grupo 2). A umidade do solo está agindo em sentido contrário a umidade do ar, o que pode representar que o solo não esteja retendo umidade devido a algum fator desconhecido à este estudo, como a textura e estrutura do solo, por exemplo, de acordo com Lepsch (2002).

A declividade e a umidade do solo apresentam tendência antagônica, reforçando a ideia de que maiores declividades influenciam na menor retenção de água no solo, assim como expõe Smiderle et al., (2009).

5.2 VERIFICAÇÃO DOS EFEITOS DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS ATRAVÉS DAS VARIÁVEIS BIOLÓGICAS DOS INDIVÍDUOS

Foram coletados, ao todo, 13 valores relacionados à quantidade de flores, frutos e botões florais para cada ponto demarcado na cultura, além de 3 medições relacionadas às características morfológicas dos frutos, que abrangem peso total, da casca e da polpa bruta, volume, espessura da casca, porcentagem de açúcar e

número de sementes. A Tabela 2 contém a média aritmética dos dados coletados entre os meses de fevereiro e maio de 2016.

Tabela 2. Média dos dados biológicos dos indivíduos coletados de fevereiro a maio de 2016 em uma plantação de maracujás em Corumbataí do Sul, Paraná.

	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7	Ponto 8	Ponto 9
Flores (un.)	0,62	0,69	0,46	0,23	1,00	1,31	1,23	0,23	0,38
Frutos (un.)	16,00	31,31	12,08	3,46	13,31	12,00	16,31	11,00	9,46
Botões florais (un.)	3,00	2,85	0,77	0,92	4,38	2,38	2,69	1,38	3,38
Peso total (g)	229,87	154,77	266,15	164,92	224,57	268,42	222,23	119,00	192,80
Peso polpa bruta (g)	68,70	57,95	118,43	56,00	82,33	150,13	95,25	50,03	77,15
Peso casca (g)	160,48	96,48	147,12	108,15	144,15	142,85	126,65	68,40	115,58
Espessura casca (mm)	9,96	7,87	8,48	8,18	9,43	7,61	7,81	5,92	7,88
Volume (cm ³)	285,10	260,34	370,87	270,85	283,41	367,79	317,45	166,13	254,72
Açúcar (%)	10,50	13,00	13,33	9,50	14,00	10,50	13,83	12,67	11,75
Sementes (un.)	428,00	346,50	329,00	217,50	350,00	410,67	370,33	247,67	298,00

Foram realizadas análises de variância para os dados quantitativos de flores, frutos e botões, que geraram resultados significativos para os frutos, porém não significativos para as flores e botões.

Em relação à quantidade de flores abertas em cada ponto, foi observado que, numericamente, o ponto 8 apresentou os menores valores e o ponto 6, os maiores. Se comparados com os valores de velocidade do vento, é possível notar que o ponto que recebeu maior ação do vento também foi o que produziu menos flores e, ao contrário deste, o ponto que recebeu menor ação do vento floresceu mais.

Para o vento não agir de maneira prejudicial para o florescimento do maracujá, recomenda-se o sombreamento do entorno com plantio arbóreo, que também auxilia na proteção contra geadas em períodos frios, porém esta prática pode desfavorecer a cultura no período de florescimento (CARAMORI et al., 2009), quando as flores do maracujá precisam da luz do sol por um longo período do dia. Como recomenda Caramori et al. (2009), o plantio de espécies que permitem o manejo através de podas é favorável para este tipo de situação.

Os pontos 3, 4 e 8 produziram menos botões florais e se encontram mais expostos às ações ambientais. Já o restante dos pontos, que recebem algum tipo de

proteção, seja de fragmentos vegetais, outras culturas, ou a própria cultura de maracujá, apresentaram maiores quantidades de botões.

A quantidade de botões florais não corresponde ao número de flores, sugerindo que muitos botões queimaram antes de se abrir em flor, ou deram origem a flores já mortas, o que tem consequente influência negativa na produção de frutos, que se originam das flores cuja polinização foi bem-sucedida. O ponto 5, por exemplo, apresentou a maior quantidade de botões, com um máximo de 17, mas chegou a um máximo de 4 flores durante o período de visitas à área. Tal situação pode ter sido causada pela presença de pragas como lagartas desfolhadoras e pulgões vistos na plantação durante as visitas.

A quantidade de frutos apresentou diferença significativa entre os pontos, pois para o teste de variância de Kruskal-Wallis o valor de “p” foi menor que 0.0001 (Figura 12).

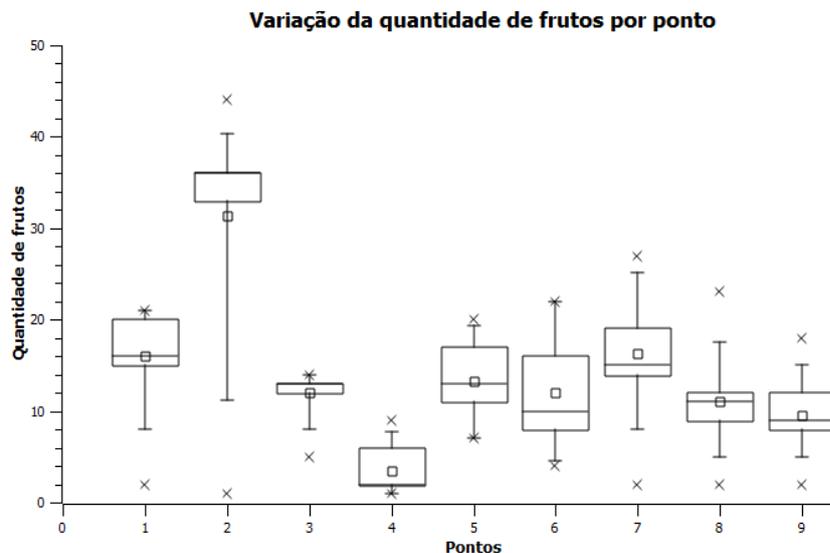


Figura 12. Gráfico da variação da quantidade de frutos entre os pontos da cultura de maracujás em Corumbataí do Sul, Paraná.

O ponto 4 produziu uma quantidade de frutos significativamente pequena em relação aos outros, e o ponto 2 produziu uma quantidade significativamente grande de frutos. O ponto 4 também apresentou os menores valores de umidade do solo e, durante as últimas visitas realizadas, foi possível verificar que o maracujazeiro já havia morrido.

De modo geral, para a produção de café, os benefícios oferecidos por sistemas arborizados aumentam conforme o ambiente é menos favorável ao cultivo da espécie. Pesquisas mostram que a produtividade com sistemas arborizados é inferior a sistemas a pleno sol, com o uso intensivo de insumos agrícolas. Porém, o efeito da arborização pode ser nulo ou até positivo dependendo de condições climáticas e densidade de cultivo (DAMATTA, 2004). Assim como para a produção de café, acredita-se que a diferença na produção de frutos tenha se dado devido aos efeitos do entorno dos maracujazeiros.

É importante ressaltar que a colheita de maracujás na propriedade no período de estudo não foi satisfatória para o produtor. Os fatores macro climáticos podem ter influenciado no presente trabalho, porém não foram mensurados para correlações mais diretas. Como o ano de 2015 foi afetado pelo fenômeno El Niño (CPTEC/INPE, 2016), as variáveis variaram atipicamente.

As análises de Correlação Linear de Pearson entre as variáveis ambientais e os dados morfométricos dos frutos auxiliou na observação do efeito dos serviços ecossistêmicos na qualidade do maracujá.

Tais análises foram realizadas para cada variável ambiental sendo relacionada com cada variável biológica dos maracujazeiros, porém apenas a temperatura mostrou uma tendência de agir diretamente na variação do peso da polpa bruta (Figura 13).

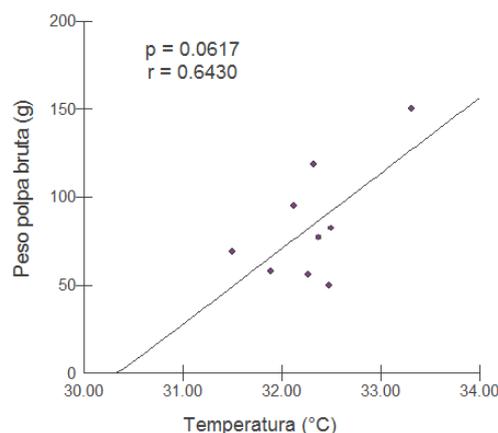


Figura 13. Gráfico de correlação entre a temperatura e o peso da polpa bruta dos maracujás coletados na área de estudo em de Corumbataí do Sul, Paraná.

Isso indica que a temperatura pode estar influenciando na quantidade de polpa dos frutos, devido o valor de “p” para esta correlação ser de 0.0617, representando um erro de apenas 6%, com uma força “r” de 64%.

A temperatura é um fator de grande influência na produção de maracujá, sendo que nos locais mais quentes, onde há pouca variação de temperatura, o maracujá-amarelo cresce e produz continuamente ao longo do ano. Já em locais mais frios do país, como a região Sul, a produção decresce à medida que os meses ficam com fotoperíodos inferiores a 11 horas (SILVA, A. A. G., 2002). Para um estudo de Souza et al., 2012, realizado no norte do Estado do Rio de Janeiro, região de clima quente, a temperatura atuou diretamente sobre o número de flores e no amadurecimento dos frutos de maracujá-amarelo durante seu ciclo fenológico reprodutivo, observando-se forte e positiva correlação entre a temperatura e tais variáveis.

Para auxiliar na análise do efeito dos serviços ecossistêmicos na cultura de maracujá foi realizado um agrupamento de similaridades das variáveis biológicas dos maracujazeiros, através da análise cluster. É importante ressaltar que as similaridades verificadas entre os pontos em relação às variáveis ambientais (Figura 10) não são as mesmas verificadas a seguir (Figura 14).

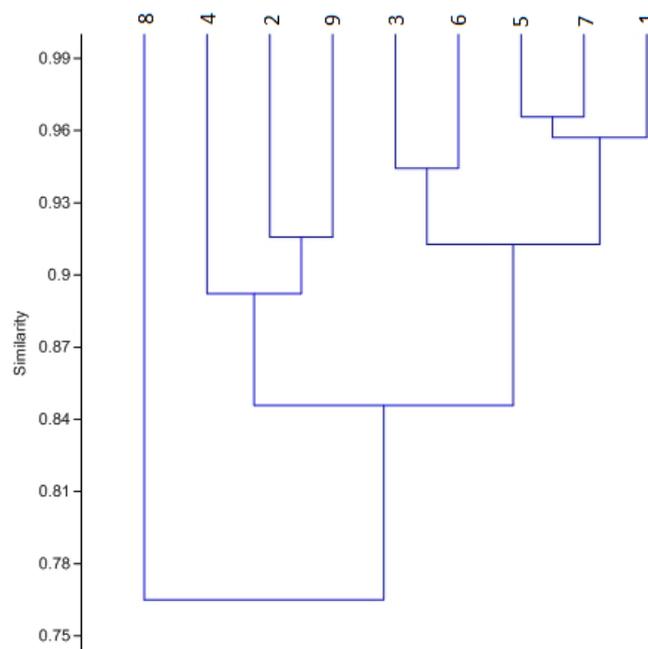


Figura 14. Análise cluster das variáveis biológicas dos 9 indivíduos da plantação de maracujás em Corumbataí do Sul, Paraná.

Observa-se que o ponto 8 se difere do restante, com cerca de 77% de similaridade com os outros pontos. O maracujazeiro deste ponto recebeu maior ação do vento e produziu o menor número de flores durante o estudo. O grupo formado pelos pontos 4, 2 e 9 não possui características visíveis em comum, mas a junção de variáveis atuando de maneira diferente entre os pontos pode ter originado características biológicas similares capazes de agrupar tais pontos.

O agrupamento formado pelos pontos 3, 6, 5, 7 e 1, com similaridade de cerca de 92%, une características de variáveis ambientais consideradas boas e medianas. Nenhum desses pontos foi afetado negativamente pelo seu entono e todos, exceto o ponto 3, possuem algum tipo de proteção do entorno, seja fragmento arbóreo, outra cultura, ou a própria cultura de maracujá. Os pontos mais similares (cerca de 96%) dessa análise são os pontos 5 e 7 e ambos recebem boa proteção do entorno.

Tais resultados detectam a atuação dos serviços ambientais sobre variáveis biológicas e vão de acordo com os resultados e constatações de outros trabalhos, já discutidos anteriormente.

Também foi gerado um gráfico de PCA para reduzir as dimensionalidades das diversas variáveis biológicas dos indivíduos, buscando explicar o agrupamento dos dados. (Figura 15).

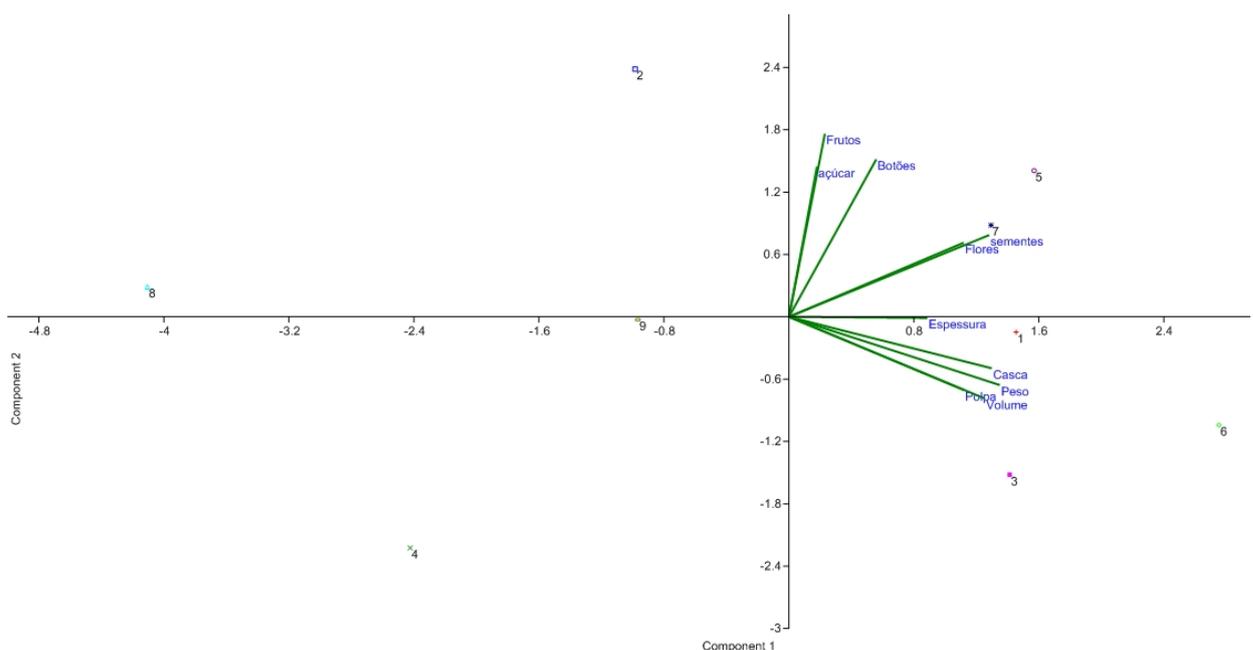


Figura 15. PCA em relação às variáveis biológicas dos indivíduos da plantação de maracujás em Corumbataí do Sul, Paraná.

É possível verificar que estas variáveis se separam em dois grupos com tendências opostas. Um deles é formado pelo número de frutos, botões, flores e sementes, e porcentagem de açúcar (Grupo 1). O outro grupo é formado pelo peso da casca, peso da polpa e volume (Grupo 2), enquanto a espessura da casca se encontra isolada e neutra em relação aos dois grupos.

Isso mostra que há um agrupamento entre aspectos vegetativos (Grupo 1) dos frutos e aspectos reprodutivos (Grupo 2).

A fim de reunir todos os componentes ambientais coletados às variáveis biológicas, a análise NMDS foi empregada (Figura 16). Cada ponto no gráfico representa uma combinação das variáveis biológicas totais em cada ponto do ambiente.

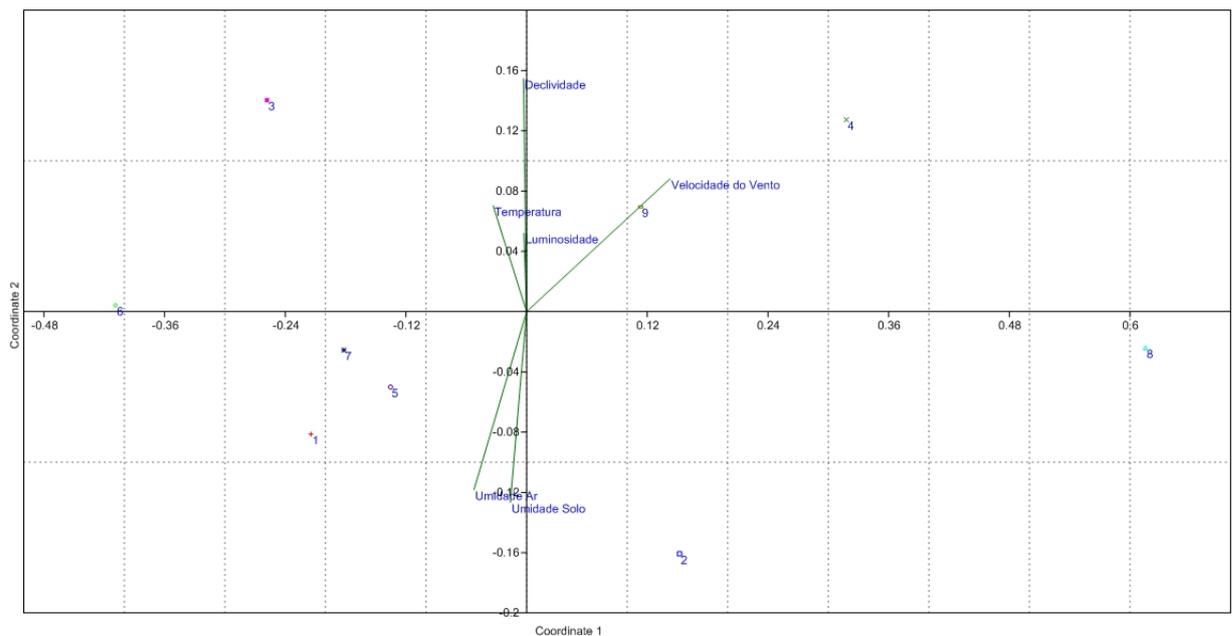


Figura 16. Análise NMDS reunindo todas as variáveis coletadas na plantação de maracujás em Corumbataí do Sul, Paraná.

De acordo com o agrupamento dos pontos nota-se que, em função das variáveis ambientais declividade, temperatura, velocidade do vento, luminosidade, umidade relativa do ar e umidade do solo, pôde-se chegar a algumas tendências. A primeira é a separação da ação da umidade do ar e do solo atuando no mesmo sentido (Grupo1), sendo proporcionais entre si. A segunda tendência (Grupo 2) são as demais variáveis agindo em sentido inverso ao Grupo 1.

Dessa maneira, a análise agrupou de forma positiva com as umidades (do ar e do solo) os pontos 1, 2, 5 e 7. As demais variáveis ambientais, pertencentes ao Grupo 2, influenciaram positivamente ao agruparem os pontos 3, 9 e 4. Os demais pontos não foram diretamente influenciados pelas variáveis medidas.

As variáveis ambientais se agrupam de maneira diferente se comparadas ao gráfico da PCA (Figura 11). Com a junção às variáveis biológicas, a umidade do solo está agindo no mesmo sentido da umidade do ar, mostrando que os dados morfométricos influenciaram a relação positiva entre os dois tipos de umidade.

Já a declividade e a umidade do solo atuaram de maneira oposta, assim como o esperado, levando à compreensão de que, quanto maior a declividade, menor será a retenção de água no solo.

Portanto, como resultado, foi possível realizar a caracterização dos serviços ecossistêmicos na produção de maracujá amarelo, assim como em outros estudos que verificam efeitos microclimáticos na agricultura, principalmente na produção de café. Para uma fazenda experimental de café de 6000 m² no Estado do Paraná, todas as características microclimáticas observadas no período de 15 meses se mostraram agir de maneira diferente em plantações sombreadas e plantações cultivadas a pleno sol. De maneira geral, as variáveis observadas foram radiação solar, temperatura do ar, do solo e da folha, e umidade do solo (MORAIS et al., 2006).

O livro “Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica” (PARRON et al., 2015), publicado pela Embrapa, compila vários estudos que atualmente buscam maneiras e políticas para aliar a conservação ambiental à produtividade agropecuária, utilizando o pagamento por serviços ambientais como instrumento estratégico para tanto. Inserido neste livro, o estudo de Oliveira et al. propõe a plantação mista de espécies florestais nativas com eucalipto para fornecer serviços ambientais às propriedades rurais familiares, possibilitando a recomposição da vegetação nativa com acréscimo de renda aos produtores. Já o estudo de Fasiaben et al., ressalta a importância da sustentabilidade ambiental das unidades de produção agrícola, explicando que políticas de pagamento por serviços ambientais são viáveis de implantação, mas devem levar em consideração a heterogeneidade das unidades de produção para que sejam socialmente justas e ambientalmente eficazes.

Ricketts et al. (2004), através de um importante estudo sobre o valor econômico da floresta tropical para a produção de café na Costa Rica, mensura o valor agregado ao café fornecido pelos serviços de polinização advindos de dois fragmentos florestais próximos à propriedade, traduzido em 60 mil dólares americanos por ano para a fazenda estudada. Este valor ainda é subestimado, pois não inclui outros serviços que podem estar sendo oferecidos pelos fragmentos, como estoque de carbono e purificação da água. Segundo o autor, as políticas de pagamento por serviços ambientais poderiam ser ótimos incentivos para a conservação de florestas.

No presente trabalho, os serviços ambientais foram analisados apenas em relação a variáveis microclimáticas, sendo ideal uma análise mais ampla sobre os serviços que também podem estar sendo oferecidos à plantação de maracujá, assim como considerado em outras pesquisas, como polinização e estoque de carbono. Dessa maneira, a valorização da conservação da cobertura vegetal aumenta, beneficiando os produtores rurais e a agricultura familiar.

6 CONCLUSÃO

Após a análise de resultados foi possível caracterizar o serviço ecossistêmico de regulação microclimática que atuou na área de estudo, sendo composto pela temperatura, umidade do ar, velocidade do vento, intensidade luminosa e umidade do solo.

Foi evidenciado que existem diferenças microclimáticas entre os pontos da plantação de maracujás, apesar de grande similaridade, e tais diferenças acontecem devido a serviços ambientais oferecidos de forma diferenciada pelo entorno de cada ponto. Os serviços interferem na produção dos frutos de maneira positiva, o que vai de encontro com os resultados e constatações de outros estudos na área.

Existe um agrupamento entre os pontos de coleta que demonstra o efeito diferencial das variáveis em conjunto que nem sempre são demonstradas de modo univariado, portanto destaca-se a importância de análises multivariadas nesses casos.

Dessa maneira, como sugestões para estudos futuros, podem ser identificados e quantificados outros serviços ambientais, como a polinização e o sequestro de carbono, além da valoração destes serviços de modo a ressaltar seus benefícios financeiros para os produtores rurais. As análises também podem ser expandidas para outras culturas, em áreas maiores, períodos de tempo maiores e medições contínuas.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Daniel Caixeta; ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano. **le/unicamp**, Campinas, v. 1, n. 155, p.1-44, fev. 2009. Disponível em: <<http://www.eco.unicamp.br/docdownload/publicacoes/textosdiscussao/texto155.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2015.

ASSIS, Marco Antonio et al. Florestas de restinga e de terras baixas na planície costeira do sudeste do Brasil: vegetação e heterogeneidade ambiental. **Biota Neotropica**, vol. 11, n. 2, p. 103-121. 2011.

ATAÍDE, Elma Machado. **Indução floral e produtividade do maracujazeiro-amarelo em função do uso de reguladores de crescimento vegetal**. 2005. 100 f. Tese (Doutorado em agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, 2005.

AYRES, Manuel; AYRES JÚNIOR, Manuel; AYRES, Daniel Lima; SANTOS, Alex Santos dos. **BioEstat 5.0**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: MCT; IDSM; CNPq, 2007. 364 p. il. Disponível em:<<http://www.mamiraua.org.br/pt-br/publicacoes/publicacoes/2007/livros/bioestat-50/>>. Acesso em: 03 jun. 2016

BRAAT, Leon C.; GROOT, Rudolf de. The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. **Ecosystem Services**, [s.l.], v. 1, n. 1, p.4-15, jul. 2012. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.ecoser.2012.07.011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041612000162>>. Acesso em: 01 nov. 2015.

CARAMORI, P.H. et al. **Arborização dos cafezais: potencial e dificuldades**. Trabalho apresentado no 35º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Araxá, MG, 27 a 30/10/2009. p. 107. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/arborizacao_Caramorietal_iapar.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2016.

CPTEC/INPE Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. 2016. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

COSTA, Adelaide de F. S. da et al. **Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro**. Vitória, ES: Incaper, 2008. 56 p. (Incaper. Documentos, 162).

Disponível em: <<http://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/106/1/DOC-162-Tecnologias-Producao-Maracuja-CD-7.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2016.

DAMATTA, Fábio M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. **Science Direct**. Field Crops Research 86 (2004) 99-114. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/261706571_Ecophysiological_constraints_on_the_production_of_shaded_and_unshaded_coffee_A_review#pf1>. Acesso em: 02 jun. 2016.

Geo Studio Tecnologia Ltda. 2001. GPS TrackMaker®. Disponível em: <<http://www.trackmaker.com/main/index.php/pt-br/menupagedownloadfree-br>>. Acesso em: 04 jun. 2016/

SMIDERLE, Oscar José (Coord.) et al. **Cultivo de Soja no Cerrado de Roraima**. Sistemas de Produção, 1 - 1ª edição ISSN 2177-2169. Embrapa, 2009. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/CultivodeSojanoCerradodeRoraima/autores.htm>>. Acesso em: 04 jun. 2016.

GOOGLE. Google Earth Website, 2015. Disponível em: <<https://earth.google.com/>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

HAMMER, Øyvind; HARPER, David A. T.; RYAN, Paul. D. **PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis**. Palaeontological Association. 2001. Disponível em: <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>. Acesso em: 31 mai. 2016.

HIGUCHI, Pedro et al. Influência de variáveis ambientais sobre o padrão estrutural e florístico do componente arbóreo, em um fragmento de floresta ombrófila mista montana em Lages, SC. **Ciência Florestal**, v.22, n. 1, p. 79-90. Santa Maria, 2012.

IAPAR INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (Paraná). **Cartas Climáticas do Paraná**. 2015. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em: 30 out. 2015.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Corumbataí do Sul**. 2015. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/23ABF>>. Acesso em: 30 out. 2015.

IPARDES INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Caderno Estatístico**: Município de Corumbataí do Sul. Corumbataí de Sul - Pr: IparDES, 2015. 42 p. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=86970&btOk=ok>>. Acesso em: 30 out. 2015.

KASZNAR, Istvan Karoly; GONÇALVES, Bento Mario Lages. Técnicas de agrupamento clustering. **EletoRevista – Revista Científica e Tecnológica**, 2013. Disponível em: <http://www.ibci.com.br/20Clustering_Agrupamento.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2015.

LEPSCH, Igo F. **Formação e Conservação Dos Solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

LIBERALI, Lucimara. Sistemas agroflorestais: alternativa de renda para agricultura familiar do Município de Corumbataí do Sul, Paraná. **Geomae: Geografia, Meio Ambiente e Ensino**, Campo Mourão - PR, v. 4, n. 1, p.58-69, 2013. Disponível em: <http://www.fecilcam.br/revista/index.php/geomae/article/viewFile/507/pdf_69>. Acesso em: 02 nov. 2015.

MADALENA, José Orlando; COSTA, Ana Maria; LIMA, Herbert Cavalcante de. Avaliação de usos e conhecimentos de maracujás nativos como meio para definição de estratégias de pesquisa e transferência de tecnologia. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. Brasília, p. 55-72. jan. 2013. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/22263>>. Acesso em: 02 nov. 2015.

MAKHADO, Rudzani; SAIDI, Amani. Socio-economic and environmental significance of plantation forests in South Africa. **Nature & Faune**, Vol. 25, Issue 2. Accra, Gana, 2011.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: a framework for assessment**. Washington, DC: Island Press, 2003. 245 p. Disponível em: <http://pdf.wri.org/ecosystems_human_wellbeing.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2016.

MORAIS, Heverly et al. Microclimatic characterization and productivity of coffee plants grown under shade of pigeon pea in Southern Brazil. **Pesc. agropec. bras**, v. 41, n. 5, p. 763-770. Brasília, 2006.

PARRON, Lucilia Maria (Editores técnicos) et al. **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica**. Embrapa. Brasília, DF. 2015.

PEZZOPANE, José Ricardo Macedo et al. Condições microclimáticas em cultivo de café conilon a pleno sol e arborizado com noqueira macadamia. **Ciência Rural**, v. 40, n. 6, p. 1257-1263. Santa Maria, 2010.

STANDISH, Russell. **SciDAVis: Scientific Data Analysis and Visualization**. 2014. Disponível em: <<http://scidavis.sourceforge.net/about.html>>. Acesso em: 31 mai. 2016.

SALES, Eduardo Ferreira et al. **Avaliação agrônômica de três sistemas de arborização de cafeeiro conilon, no norte do Espírito Santo**: dados preliminares. VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. 2009. Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio6/397.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2016.

SILVA, Ana Alexandrina Gama da. **MARACUJÁ AMARELO (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.)**: aspectos relativos à fenologia, demanda hídrica e conservação pós colheita. 2002. 113 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia - Área de Concentração em Irrigação e Drenagem, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Unesp, Botucatu - SP, 2002. Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/103466/silva_aag_dr_botfca.pdf?sequence=1>. Acesso em: 30 out. 2015.

SILVA, João dos Santos Vila da et al. Zoneamentos ambientais: quando uma unidade territorial pode ser considerada homogênea?. **Revista brasileira de cartografia**, n. 59/01, p. 83-92. 2007.

SOUZA, Sérgio Alessandro Machado et al. Fenologia reprodutiva do maracujazeiro-azedo no município de Campos dos Goytacazes, RJ. **Ciência Rural**, v. 42, n. 10, p. 1774-1780. Santa Maria, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v42n10/a28612cr6646.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2016

VARELLA, Carlos Alberto Alves. **Análise de componentes principais**. Seropédica, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/multivariada%20aplicada%20as%20ciencias%20agrarias/Aulas/analise%20de%20componentes%20principais.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2015

WOLLMANN, Cássio Arthur; GALVANI, Emerson. Zoneamento agroclimático: linhas de pesquisa e caracterização teórica-conceitual. **Soc. Nat.**, v. 1, n. 25, p.179-190. Uberlândia, 2012. Semestral. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v25n1/14.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2015.