



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
CAMPUS LUIZ MENEGHEL - CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

CRISTIANE FABRICIO MACHADO

**MEDIDAS DE POSIÇÃO, DISPERSÃO E MÉTODOS
DE PREVISÃO DE INCIDÊNCIA DE PLANTAS
DANINHAS NA CULTURA DO CAFÉ: ESTUDO DE
CASO**

Bandeirantes

2017

CRISTIANE FABRICIO MACHADO

**MEDIDAS DE POSIÇÃO, DISPERSÃO E MÉTODOS
DE PREVISÃO DE INCIDÊNCIA DE PLANTAS
DANINHAS NA CULTURA DO CAFÉ: ESTUDO DE
CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Universidade Estadual do Norte do Paraná,
como requisito parcial para obtenção do grau
de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientadora: Prof^a Dr^a Tamara Angélica Baldo

Bandeirantes

2017

CRISTIANE FABRICIO MACHADO

**MEDIDAS DE POSIÇÃO, DISPERSÃO E MÉTODOS
DE PREVISÃO DE INCIDÊNCIA DE PLANTAS
DANINHAS NA CULTURA DO CAFÉ: ESTUDO DE
CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Universidade Estadual do Norte do Paraná,
como requisito parcial para obtenção do grau
de Bacharel em Ciência da Computação.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a Dr^a Tamara Angélica Baldo
UENP – *Campus* Luiz Meneghel

Prof. Me. Thiago Adriano Coleti
UENP – *Campus* Luiz Meneghel

Prof. Me. Carlos Eduardo Ribeiro
UENP – *Campus* Luiz Meneghel

Bandeirantes, 10 de novembro de 2017

Dedico este trabalho à memória de minha mãe Marisa de Fátima Fabricio Machado, sem a qual eu não teria tido forças e condições de realizá-lo.

AGRADECIMENTOS

É difícil agradecer todas as pessoas que, nos momentos serenos e ou apreensivos, fizeram ou fazem parte da minha vida, mas vamos lá.

Agradeço primeiramente à minha mãe, Marisa de Fátima Fabricio Machado, pelo incentivo que me deu durante toda sua vida, sem ela jamais teria concluído mais esta etapa. Seus valiosos ensinamentos me fizeram ser quem eu sou. Onde quer que esteja, eu te amo muito!

Agradeço meu pai, Adauto Albertini Machado, que apesar de todas as dificuldades soube me entender e me apoiar, me incentivando nas horas mais difíceis, de desânimo e cansaço, motivando sempre minha busca do aprendizado e conhecimento.

Agradeço minha tia Elisete Aparecida Fabrício Schuindt, que mesmo com a distância me confere carinho e agrado, sempre me incentivando, apoiando e estimulando para enfrentar as barreiras da vida.

Agradeço aos meus amigos que sempre me ajudaram com tudo, em especial a galera do Grupo “*Hello World*” que sempre aguentam minhas loucuras e piadas sem graças.

Agradeço às minhas amigas Natielli Domingues e Danielle Naomi Ogawa por sempre me apoiarem e me ouvirem, estando presente nos momentos mais engraçados e tristes, e pela cumplicidade do dia a dia.

Agradeço meus professores e a todos do Centro de Ciências Tecnológicas (CCT), que puderam me proporcionar o conhecimento, não apenas racional mas também manifestações de caráter e afetividade durante todo o processo de formação.

Agradeço à Prof^a Dr^a Tamara Angélica Baldo por ter confiado e acreditado em meu potencial, pela paciência na orientação e o estímulo que tornaram possível a conclusão dessa monografia. Muito obrigada por me mostrar o caminho das obras científicas e que com dedicação, presteza e competência se conduz a profissão.

Agradeço também ao Vauler da Integrada, pois sem ele não teríamos a oportunidade de ter contato com o IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná).

Agradeço ao IAPAR, Instituto Agrônômico do Paraná, por ter nos recebido e disponibilizado seus dados. E à Patricia Helena Santoro, pesquisadora da área de fitotecnia do Instituto, por disponibilizar seu tempo para auxiliar este trabalho.

Agradeço a Senhora Cornélia Margot Gamerschlag por proporcionar o conhecimento da produção de café, mostrando sua fazenda (Fazenda Palmeira) e destacando cada parte do processo cafeeiro ali feito.

Agradeço também à Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) por todas as oportunidades aqui obtidas.

E finalmente agradeço a Deus, por proporcionar estes agradecimentos a todos que tornaram minha vida mais afetuosa, além de ter me dado uma família maravilhosa e amigos sinceros. Deus, que a mim atribuiu missões pelas quais já sabia que eu iria batalhar e vencer, agradecer é pouco. Por isso lutar, conquistar, vencer e até mesmo cair e perder, e o principal, viver é o meu modo de agradecer sempre.

Muito obrigada a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação e da minha vida!

*Para se ter sucesso, é
necessário amar de
verdade o que se faz.
Caso contrário, levando
em conta apenas o lado
racional, você
simplesmente desiste.
É o que acontece com a
maioria das pessoas.
(Steve Jobs)*

RESUMO

Este projeto de pesquisa tem o intuito de estudar o processo de produção agrícola do café, entendendo todas as fases de processamento, e o crescimento/desenvolvimento de plantas infestantes na cultura, denominadas plantas daninhas. Esta análise está sendo realizada por meio de dados reais fornecidos pelo IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná) que refletem numericamente a ocorrência dessas plantas em diferentes áreas do cultivo do café. Com essa análise, são estudados alguns métodos estatísticos para descrever a incidência relativa de tais plantas em sistemas agroflorestais (*Moringa oleífera*) e de pleno sol. Realizando assim a previsão de incidência de plantas daninhas nas áreas analisadas e trazendo uma forma de visualização desses dados para os usuários do sistema a ser desenvolvido neste trabalho. A motivação para o desenvolvimento desta pesquisa está relacionada ao fato de que estudos acerca da incidência de plantas daninhas é bastante recorrente na agronomia, principalmente, na cultura cafeeira; porém, estudos ligados a previsão de sua incidência vem despertando interesse da literatura, sendo, então, o foco deste trabalho de pesquisa.

Palavras-chave: Planta Daninha, Café, Previsão de Incidência, Métodos Estatísticos

ABSTRACT

This research project aims to study the agricultural production process of coffee, understanding all phases of processing, and the growth / development of weeds in the crop, called weeds. This analysis is being carried out using real data provided by IAPAR (Instituto Agronômico do Paraná), which numerically reflects the occurrence of these plants in different areas of coffee cultivation. With this analysis, we study some statistical methods to describe the relative incidence of such plants in agroforestry (*Moringa oleífera*) and full sun systems. Thus, we forecast the incidence of weeds in the analyzed areas and bring a way of visualizing these data for the users of the system to be developed in this work. The motivation for the development of this research is related to the fact that studies about the incidence of weeds is quite recurrent in agronomy, mainly in the coffee crop; however, studies related to the prediction of its incidence has been attracting interest from the literature, being, then, the focus of this research work.

Keywords: Weed Plant, Coffee, Incidence Forecasting, Statistical Methods

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Do cultivo ao café pergaminho. Imagem extraída de Bioguía (2013) | 23 |
| Figura 2: Representação da Mediana | 37 |
| Figura 3: Métodos de Previsão de Demanda mais conhecidos (Adaptado de Lustosa <i>et al.</i> , 2008) | 40 |
| Figura 6: <i>Oxalis oxypetra</i> (Fonte: Agrolink) | 50 |
| Figura 7: <i>Bidens pilosa</i> (Fonte: Agrolink) | 51 |
| Figura 8: <i>Raphanus raphanistrum</i> (Fonte: Agrolink) | 52 |
| Figura 9: <i>Commelina benghalensis</i> (Fonte: Agrolink) | 52 |
| Figura 10: <i>Amaranthus</i> spp. (Fonte: Agrolink) | 53 |
| Figura 11: <i>Alternanthera ficoidea</i> (Fonte: Agrolink) | 54 |
| Figura 12: <i>Phyllanthus corcovadensis</i> (Fonte: Agrolink) | 54 |
| Figura 13: <i>Richardia brasiliensis</i> (Fonte: Agrolink) | 55 |
| Figura 14: <i>Solanum americanum</i> (Fonte: Agrolink) | 55 |
| Figura 15: <i>Talinum patens</i> (Fonte: Agrolink) | 56 |
| Figura 16: <i>Parthenium hysterophorus</i> (Fonte: Agrolink) | 56 |
| Figura 17: <i>Erigeron bonariensis</i> (Fonte: Agrolink) | 57 |
| Figura 18: <i>Brachiaria plantaginea</i> (Fonte: Agrolink) | 58 |
| Figura 19: <i>Sida</i> spp. (Fonte: Agrolink) | 58 |
| Figura 20: <i>Digitaria horizontalis</i> (Fonte: Agrolink) | 59 |
| Figura 21: <i>Euphorbia heterophylla</i> (Fonte: Agrolink) | 59 |
| Figura 22: <i>Moringa oleifera</i> (Fonte: Forest & Kim Starr) | 60 |
| Figura 23: <i>Croton floribundus</i> (Fonte: Agrolink) | 61 |
| Figura 24: <i>Trema miranthera</i> (Fonte: Árvores do Brasil) | 62 |
| Figura 25: <i>Gliricidia sepium</i> (Fonte: Meu Cantinho Verde) | 62 |
| Figura 26: <i>Senna macranthera</i> (Fonte: Árvores do Brasil) | 63 |
| Figura 27: <i>Heliocarpus popayanensis</i> (Fonte: Click Mudas) | 64 |
| Figura 28: Cálculos da Cobertura de Ervas no Tratamento Sem Árvore da Região 1 utilizando a Linguagem R | 82 |

| | |
|--|----|
| Figura 29: Valores para o cálculo de Regressão Múltipla da Cobertura de Ervas no Tratamento Sem Árvore da Região 1 | 83 |
| Figura 30: Casos de Uso do Protótipo | 95 |
| Figura 31: Tela Inicial do Sistema..... | 96 |
| Figura 32: Tela após entrar do Sistema..... | 97 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Médias Agrometeorológicas..... | 65 |
| Tabela 2: Análises feitas com bases nos dados coletados pelo IAPAR referentes ao tratamento Sem Árvore (S.A.) e com <i>Moringa oleifera</i> (M.O.) | 75 |
| Tabela 3: Erro absoluto entre as previsões dos dados para 2016 e dado real de novembro de 2016 referentes a repetição 1 com o tratamento Sem Árvore e <i>Moringa oleifera</i> | 78 |
| Tabela 4: Dados Cobertura de Ervas no tratamento Sem Árvore | 81 |
| Tabela 5: Resultados Cobertura de Ervas no Tratamento Sem Árvore | 84 |
| Tabela 6: Resultados Cobertura de Ervas no Tratamento de <i>Moringa oleifera</i> | 85 |
| Tabela 7: Resultados <i>Brachiaria plantaginea</i> no Tratamento Sem Árvore | 87 |
| Tabela 8: Resultados <i>Brachiaria plantaginea</i> no Tratamento de <i>Moringa oleifera</i> | 88 |
| Tabela 9: Resultados <i>Parthenium hysterophorus</i> no Tratamento Sem Árvore | 90 |
| Tabela 10: Resultados <i>Parthenium hysterophorus</i> no Tratamento de <i>Moringa oleifera</i> | 91 |
| Tabela 11: Síntese dos Métodos Utilizados | 94 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 13/05/2014 | 67 |
| Gráfico 2: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 07/08/2014 | 68 |
| Gráfico 3: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 20/10/2014 | 68 |
| Gráfico 4: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 11/12/2014 | 69 |
| Gráfico 5: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 09/02/2015 | 69 |
| Gráfico 6: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 06/05/2015 | 70 |
| Gráfico 7: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 04/08/2015 | 70 |
| Gráfico 8: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 09/11/2015 | 71 |
| Gráfico 9: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 07/11/2016 | 71 |
| Gráfico 10: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 23/02/2017 | 72 |
| Gráfico 11: Comparação entre os dados previstos e os dados reais coletados, em relação ao tratamento Sem Árvore | 77 |
| Gráfico 12: Comparação entre os dados previstos e os dados reais coletados, em relação ao tratamento <i>Moringa oleífera</i> | 77 |
| Gráfico 13: Erro encontrado entre os dados reais e a previsão feitas para novembro de 2016 em relação a áreas Sem Árvore e com cobertura da <i>Moringa oleífera</i> | 79 |
| Gráfico 14: Comparação entre os dados previstos e os dados reais coletados, em relação ao a Cobertura de Ervas do tratamento Sem Árvore | 85 |
| Gráfico 15: Comparação entre os dados previstos e os dados reais coletados, em relação ao a Cobertura de Ervas do tratamento <i>Moringa oleífera</i> | 86 |
| Gráfico 16: Erros encontrados com relação à Cobertura de Ervas no Tratamento Sem Árvore | 86 |
| Gráfico 17: Erros encontrados com relação à Cobertura de Ervas no Tratamento <i>Moringa oleífera</i> | 87 |
| Gráfico 18: Comparação entre os dados previstos e os dados reais coletados, em relação ao a <i>Brachiaria plantaginea</i> do tratamento Sem Árvore | 88 |
| Gráfico 19: Comparação entre os dados previstos e os dados reais coletados, em relação ao a <i>Brachiaria plantaginea</i> do tratamento <i>Moringa oleífera</i> | 89 |

| | |
|---|----|
| Gráfico 20: Erros encontrados com relação à <i>Brachiaria plantaginea</i> no Tratamento Sem Árvore | 89 |
| Gráfico 21: Erros encontrados com relação à <i>Brachiaria plantaginea</i> no Tratamento <i>Moringa oleifera</i> | 90 |
| Gráfico 22: Comparação entre os dados previstos e os dados reais coletados, em relação ao a <i>Parthenium hysterophorus</i> do tratamento Sem Árvore | 91 |
| Gráfico 23: Comparação entre os dados previstos e os dados reais coletados, em relação ao a <i>Parthenium hysterophorus</i> do tratamento <i>Moringa oleifera</i> | 92 |
| Gráfico 24: Erros encontrados com relação à <i>Parthenium hysteroporus</i> no Tratamento Sem Árvore | 92 |
| Gráfico 25: Erros encontrados com relação à <i>Parthenium hysteroporus</i> no Tratamento <i>Moringa oleifera</i> | 93 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|-------|--|
| CONAB | Companhia Nacional de Abastecimento |
| IAPAR | Instituto Agrônômico do Paraná |
| OIC | Organização Mundial de Café |
| UENP | Universidade Estadual do Norte do Paraná |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. Introdução | 19 |
| 1.1 CONTEXTO E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO | 19 |
| 1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA | 21 |
| 1.2.1 Café..... | 22 |
| 1.3 OBJETIVOS | 25 |
| 1.3.1 Objetivo Geral | 25 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos | 26 |
| 1.4 JUSTIFICATIVA | 26 |
| 1.5 MATERIAIS E MÉTODO..... | 28 |
| 1.6 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO..... | 29 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: PLANTAS DANINHAS E ÁRVORES UTILIZADAS PELO IAPAR | 30 |
| 2.1 PLANTAS DANINHAS..... | 30 |
| 2.1.1 Características..... | 31 |
| 2.1.2 Classificação | 32 |
| 2.1.3 Reprodução | 32 |
| 2.1.4 Importância..... | 33 |
| 2.2 AGROMETEOROLOGIA..... | 34 |
| 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: MÉTODOS ESTATÍSTICOS E MATEMÁTICOS | 36 |
| 3.1 MEDIDAS DE POSIÇÃO E DISPERSÃO | 36 |
| 3.2 MÉTODOS ESTATÍSTICOS PARA ANÁLISE DE DADOS E PREVISÃO | 39 |
| 3.2.1 Definição dos Métodos de Previsão de Demanda | 41 |
| 3.2.1.1 Médias Móveis | 41 |
| 3.2.1.2 Suavização Exponencial | 42 |
| 3.2.1.3 Projeção de Tendências | 42 |
| 3.2.1.4 Decomposição | 43 |
| 3.2.1.5 Box-Jenkins (ARIMA) | 43 |
| 3.2.1.6 Regressão Simples..... | 44 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 3.2.1.7 | Regressão Múltipla | 44 |
| 3.2.1.8 | Métodos Econométricos | 46 |
| 3.2.1.9 | Método Delphi | 46 |
| 3.2.1.10 | Pesquisa de Mercado | 47 |
| 3.2.1.11 | Simulação de Cenários | 47 |
| 4. | ESTUDO DE CASO | 49 |
| 4.1 | PLANTAS DANINHAS ENCONTRADAS NAS COLETAS DO IAPAR | 49 |
| 4.1.1 | Análise das Variedades de Plantas Daninhas | 50 |
| 4.1.1.1 | Oxalis oxypetra..... | 50 |
| 4.1.1.2 | Bidens pilosa | 51 |
| 4.1.1.3 | Raphanus raphanistrum | 51 |
| 4.1.1.4 | Commelina benghalensis | 52 |
| 4.1.1.5 | Amaranthus spp. | 53 |
| 4.1.1.6 | Alternanthera ficoidea | 53 |
| 4.1.1.7 | Phyllanthus corcovadensis..... | 54 |
| 4.1.1.8 | Richardia brasiliensis..... | 54 |
| 4.1.1.9 | Solanum americanum | 55 |
| 4.1.1.10 | Talinum patens | 56 |
| 4.1.1.11 | Parthenium hysterophorus | 56 |
| 4.1.1.12 | Erigeron bonariensis | 57 |
| 4.1.1.13 | Brachiaria plantaginea | 57 |
| 4.1.1.14 | Sida spp. | 58 |
| 4.1.1.15 | Digitaria horizontalis | 58 |
| 4.1.1.16 | Euphorbia heterophylla..... | 59 |
| 4.1.2 | Análise dos Tratamentos | 60 |
| 4.1.2.1 | Moringa oleifera | 60 |
| 4.1.2.2 | Croton floribundus..... | 61 |
| 4.1.2.3 | Trema miranthera | 61 |
| 4.1.2.4 | Gliricidia sepium | 62 |
| 4.1.2.5 | Senna macranthera..... | 63 |
| 4.1.2.6 | Heliocarpus popayanensis | 63 |

| | |
|---|-----|
| 4.2 AGROMETEOROLOGIA (IAPAR) | 64 |
| 4.2.1 Análise Agrometeorológica | 65 |
| 5. DESENVOLVIMENTO | 66 |
| 5.1 ANÁLISE DOS DADOS | 66 |
| 5.1.1 Graficamente | 66 |
| 5.1.2 Medidas de Posição e Dispersão | 72 |
| 5.2 APLICAÇÃO DOS MÉTODOS PROPOSTOS | 76 |
| 6. Protótipo da Visualização..... | 95 |
| 7. CONCLUSÃO | 99 |
| REFERÊNCIAS..... | 102 |
| Anexo A – Dados Plantas Daninhas (IAPAR) | 109 |
| Anexo B – Dados Agrometeorológicos (IAPAR)..... | 114 |
| Anexo C – Autorização do Uso de Dados (IAPAR) | 121 |
| Apêndice A – Visitas Técnicas | 121 |
| 1. FAZENDA PALMEIRA..... | 122 |
| 1.1 Produções | 123 |
| 1.2 Café..... | 124 |
| 1.2.1 Cultivo | 124 |
| 1.2.2 Colheita..... | 125 |
| 1.2.3 Tratamentos | 127 |
| 1.2.4 Estocagem..... | 132 |
| 2. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR) | 132 |
| 2.1 Café..... | 133 |
| 2.2 Análise de Grãos..... | 134 |
| 2.3 Torrefação..... | 135 |
| 2.4 Moagem..... | 137 |
| 2.5 Degustação..... | 138 |

1. INTRODUÇÃO

Um dos fatores que mais afeta a produtividade no cultivo do café é a competição com as plantas daninhas que, segundo Saad (1978) são consideradas plantas estranhas à cultura e que competem com ela em luz, umidade e nutrientes. O conhecimento das espécies a qual pertencem estas plantas infestantes é importante para os produtores, pois facilita no manejo adequado destas plantas e principalmente, no que diz respeito ao monitoramento às mudanças da flora daninha, não somente ao nível de espécies predominantes, mas, também, biótipos¹ dentro de cada espécie (CHRISTOFFOLETI, 1998).

Deste modo, o presente trabalho tem por objetivo analisar os dados reais coletados pelo IAPAR (Instituto Agronômico do Paraná) que trazem a ocorrência de plantas daninhas em diferentes áreas do cultivo de café. Esta análise visa buscar métodos matemáticos e estáticos para descrever a incidência relativa ao crescimento de tais plantas. Com isso, realizar a previsão de incidência de plantas daninhas nas áreas analisadas, e, também, trazer uma forma de visualização destes dados para os usuários do sistema.

Neste capítulo está presente uma introdução sobre o tema, no qual é apresentado a contextualização e problematização do projeto, os objetivos geral e específicos, a justificativa para o desenvolvimento do trabalho e, também, como este está organizado nos demais capítulos.

1.1 CONTEXTO E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Segundo a Embrapa (2015), após a água, o café é a bebida mais consumida no mundo e estima-se que este consumo aumente ainda mais. Neste mesmo artigo, ela afirma que “pesquisa, produção e indústria, nas últimas duas décadas, trabalham em sintonia para superarem, juntas, o desafio de ampliar o consumo de café no País e

¹ Biótipos: características herdadas ou adquiridas (Fonte: Dicionário inFormal).

conquistar e consolidar mercados no exterior”; tal afirmação consolida a relevância do desenvolvimento deste projeto de pesquisa, principalmente, ao se tratar da consolidação de mercados no exterior, visto que existem diversos padrões que precisam ser atingidos para que se obtenha café de qualidade para exportação. Portanto, este projeto de pesquisa visa alinhar os conhecimentos teóricos (científicos) e práticos (produção agrícola) relacionando-os de maneira a convergir em resultados que possam impactar em uma maior (e, quiçá, melhor) produtividade agrícola.

Para plantações agrícolas, a previsão do crescimento de plantas daninhas pode trazer impactos positivos, tanto para os produtores quanto para os consumidores, não apenas tratando-se de café. Por exemplo, a aplicação de herbicidas², pode ser diminuída, ocasionando um menor custo, e deixando o produto mais saudável. Outro impacto positivo, é a forragem do solo que pode melhorar a estruturação, manter a umidade e evitar a perda de água por evaporação, protegendo contra a erosão (RUEDELL, 1995).

Sendo assim, para o desenvolvimento deste trabalho, visa-se o alinhamento entre os conhecimentos teóricos e práticos, entende-se que os aspectos teóricos são os que conectam a proposta de utilização de técnicas de previsão de dados (utilizando estatística) para buscar a previsão de incidência de plantas daninhas em uma determinada região, para tal, utiliza-se dados reais fornecidos pelo IAPAR. E, ainda, gerar a visualização destes resultados, para que se possa identificar propriedades e aspectos importantes; como, também, fazer um levantamento bibliográfico sobre o tema, não apenas destacando resultados computacionais, mas também, buscando definições e informações importantes em agronomia. Dentre os aspectos práticos, além de incluir as etapas teóricas, a motivação deste estudo foca-se em um problema eminente encontrado na realidade de agricultores, que é o crescimento de plantas daninhas. O IAPAR, com a conclusão obtida ao final deste trabalho, visa analisar se as regiões que possuem árvores, de diferentes espécies,

² Herbicidas: produto químico utilizado na agricultura para o controle de ervas daninhas (Fonte: Dicionário Aurélio).

plantadas entre a lavoura de café trazem impactos na incidência de plantas daninhas.

Os dados disponibilizados pelo IAPAR abrangem 16 tipos de tratamentos, sendo eles: Sem Árvore, *Moringa oleífera*, *Croton floribundus*, *Trema miranthera*, *Gliricidia sepium*, *Senna macranthera* e *Heliocarpus popayanensis*, porém para o desenvolvimento deste trabalho serão utilizadas apenas as áreas Sem Árvore e de *Moringa oleífera*, visto que a utilização dos dados das mesmas foram autorizados pela Patrícia Santoro (Pesquisadora da área de fitotecnia do IAPAR). A autorização está incorporada no Anexo C.

1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Este trabalho foi desenvolvido em parceria com o IAPAR, que tem o intuito de analisar os aspectos positivos e negativos de se ter árvores plantadas no meio da lavoura de café. Outras plantações influenciam diretamente no desenvolvimento da cultura, o mesmo vale para as plantas daninhas. Cujo, ambos podem trazer malefícios e benefícios durante a etapa do cultivo.

O processamento do café inclui diferentes etapas, os quais são compostas por cultivo, industrialização, comercialização e distribuição. Este trabalho visa entender cada uma destas etapas e quais são as subetapas que as compõem; porém nossos interesses em pesquisa focam-se na parte agrícola, mais especificamente no cultivo.

Durante todo o processo agrícola do café, existe uma série de empecilhos que podem interferir no crescimento e na qualidade da cultura. Uma delas é o crescimento de plantas daninhas, foco principal da presente pesquisa, visto que apresentam as mesmas necessidades do produto cultivado: água e materiais secos – Carbono, Hidrogênio e Oxigênio.

Cada espécie de planta daninha apresenta suas próprias características e são mais suscetíveis a um determinado tipo de solo, clima e umidade. Porém, as mesmas também são capazes de adaptar-se em outros ambientes.

De acordo com as informações das regiões fornecidas pelo IAPAR, as plantas daninhas que aparecem com maior frequência nas lavouras de café são: *Oxalis oxypetala* (Trevo Azedo), *Bidens pilosa* (Picão-Preto), *Raphanus raphanistrum* (Nabiça), *Commelina benghalensis* (Trapoeiraba), *Alternanthera ficoidea* (Apaga-Fogo), *Richardia brasiliensis* (Poaia Branca), *Parthenium hysterophorus* (Losna Branca) e *Brachiaria plantaginea* (Capim Marmelada).

1.2.1 Café

Os cuidados no cultivo, colheita e pós-colheita do café interferem na manutenção da qualidade dos frutos, ou seja, é nessas etapas que o produtor precisa se atentar às recomendações técnicas para evitar a depreciação do seu produto. Por esta razão, a aplicação de um conjunto de boas práticas é fundamental para alcançar a excelência do produto.

Entre as principais recomendações se pode citar: a colheita feita com o máximo possível de frutos em estágio cereja, secagem do fruto o quanto antes para evitar fermentação, processamento e armazenamento de forma a preservar as características químicas e físicas dos grãos. Assim como a época, o método de colheita (manual, semimecanizada e mecanizada) também é considerado importante para obtenção de um café de qualidade, pois, os procedimentos adotados nesta etapa final do ciclo produtivo podem ter influência direta nos parâmetros quantitativos e qualitativos dos grãos colhidos, interferindo em sua faixa de classificação física e sensorial (CHAGAS, 1998).

Na etapa de cultivo, o processamento do café inclui desde a seleção da semente até a formação do grão comercializável. Segundo Ospina et al. (2016), genericamente, o processamento é composto por diversas etapas que podem ser divididas em três fases (Representadas na Figura 1):

- Cultivo: inicia com a seleção da semente, que passa pela germinação e, na sequência, segue para o transplante no solo;

- Colheita: a colheita pode ser *Strip Picked* (concentrada) ou *Selectively Picked* (seletiva). A colheita concentrada recolhe todos os grãos de café de uma única vez. Na colheita seletiva, têm-se apenas os frutos maduros colhidos. A colheita pode ainda ser realizada de forma manual, semimecanizada e mecanizada.
- Tratamento: iniciado logo após a colheita, utilizado para prevenir a deterioração da polpa. É subdividido em dois métodos: seco (composta pelas subetapas: limpeza e secagem) ou úmido (subetapas: limpeza, despulpamento, fermentação, lavagem, secagem).

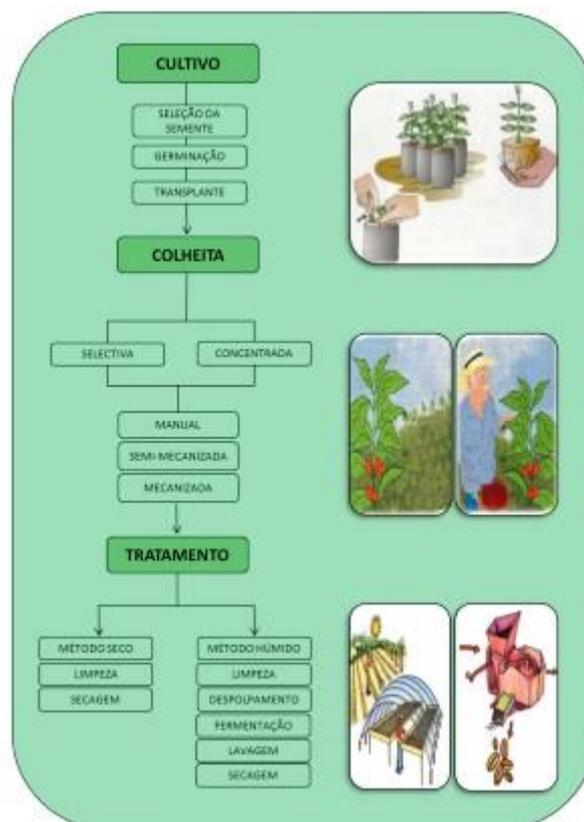


Figura 1: Do cultivo ao café pergaminho. Imagem extraída de Bioguía (2013)

Durante o processo de industrialização do grão de café, este precisa ter suas cascas removidas, ou seja, o grão passa pelo processo de descascamento. Geralmente, as empresas dedicadas à industrialização adquirem o café com o

pergaminho (casca), sendo este removido logo de início. Por outro lado, há empresas dedicadas à compra e armazenamento do café pergaminho, e que no seu processo incluem a remoção do pergaminho e posterior comercialização do café verde.

O café verde, assim que adquirido (ou processado pela própria empresa), se transformará naquele que a população em geral conhece e compra nos mercados. Este processo é composto pela torrefação (obtenção do café torrado), moagem (café moído, caso desejado) e, por fim, o empacotamento.

O café comercializado pode ser encontrado na forma de pergaminho, verde, torrado, moído, descafeinado, liofilizado, líquido e solúvel. A regularização acerca da comercialização é feita pelo OIC (Organização Mundial de Café), órgão intergovernamental, que estabelece a classificação entre quatro principais tipos de café: Suaves Colombianos, Outros Suaves, Naturais Brasileiros e Robustas. Em qualquer um dos tipos de café, os processos presentes durante a industrialização incluem: armazenamento, torrefação, moagem, mistura e embalagem, a partir de então, tem-se a preocupação voltada à logística de distribuição do café para o consumo.

As características do processo de torrefação e os diferentes tipos de misturas do café, juntamente com o problema de programação da produção e industrialização do café ter grandes decisões tático operacionais (curto/médio prazo), normalmente elaboradas manualmente pelo gerente responsável do setor.

Estudos envolvendo o tema central desta pesquisa está começando a despertar interesse na literatura devido à grande importância agroindustrial do café e, também, devido a constantes oscilações do mercado causadas, principalmente, por intempéries climáticas, fator que implica diretamente no aparecimento e crescimento das plantas daninhas.

1.3 OBJETIVOS

A presente pesquisa tem o intuito de analisar os dados reais coletados pelo IAPAR, que trazem o percentual de incidência de plantas daninhas encontradas em plantações de café de diferentes áreas. Essas áreas são divididas em partes com a presença de árvores, de diferentes espécies, ou ausência delas.

Com isso, além de contribuir para o entendimento do processo de desenvolvimento de plantas daninhas na cultura do café, pode-se aplicar técnicas de previsão desta incidência a qual afeta produção agrícola. Por fim, é gerada uma maneira de que o usuário, do sistema, cujo protótipo é apresentado nesta pesquisa, possa visualizar a incidência destas plantas e, assim, poder prever e pensar em formas de combatê-las.

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo do trabalho é estudar e aplicar métodos que possam prever a incidência das plantas daninhas na cultura do café, visto que elas apresentam, basicamente, as mesmas necessidades das plantas cultivadas, causando, assim, uma partição dos nutrientes.

O intuito do IAPAR, com a conclusão obtida ao final deste trabalho, é analisar se as regiões que possuem árvores, de diferentes espécies, plantadas entre a lavoura de café trazem impactos na incidência de plantas daninhas. Porém, está sendo elaborado um relatório a parte que será entregue ao IAPAR, pois este não é o foco da presente pesquisa.

1.3.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- Estudar, compreender e analisar as plantas daninhas: características, classificação, forma de reprodução, importância, entre outros;
- Coletar, avaliar e analisar os dados do IAPAR (plantas daninhas e agrometeorologia);
- Buscar uma relação entre os dados agrometeorológicos e a incidência do crescimento de plantas daninhas;
- Estudar sobre métodos de previsão e demanda (quantitativos e qualitativos), e como podem ser aplicados no problema em questão;
- Simular, de acordo com situações pré-estabelecidas qual a probabilidade de ocorrência de determinadas plantas daninhas de acordo com análise histórica de incidência e climatológica;
- Gerar a visualização destes dados para que o usuário possa perceber a incidência das plantas daninhas e, assim, prever e pensar em formas de combatê-las.

1.4 JUSTIFICATIVA

De acordo com a Embrapa (2015), o café é uma das bebidas mais consumidas no mundo e é produzido em aproximadamente setenta países. Sendo os principais cultivadores o Brasil, Colômbia e Vietnã. A popularidade e consumo do café, transforma-o em uma das *commodities*³ mais negociadas no mundo, perdendo apenas para o petróleo.

Por ser um produto agrícola, o café também sofre com os desequilíbrios de oferta e procura. Visto que, fatores ligados ao clima, localização geográfica,

³ *Commodities*: produtos que funcionam como matéria-prima, produzidos em escala e que podem ser estocados sem perda de qualidade (Fonte: Dicionário inFormal).

incidência de pragas e plantas daninhas, especulações comerciais e intervenções governamentais provocam variações no preço, afetando assim produtores e consumidores.

A satisfação e praticidade para os agricultores é de extrema importância, os mesmos vêm se tornando cada vez mais exigentes com relação aos custos e qualidade de seus produtos. Isso tudo implica que o processo de produção seja concluído com uma maior qualificação e menor prazo, principalmente devido ao número crescente de demanda. Este encurtamento dos prazos acaba gerando uma maior preocupação com a qualidade do solo, visto que se forem utilizadas técnicas inadequadas para o cultivo, ocorre a erosão, que, conseqüentemente, diminui sua capacidade produtiva com o passar do tempo.

Já é de conhecimento que um eficaz e eficiente planejamento agrícola é imprescindível para que se obtenha uma boa produtividade da lavoura (Araújo, 2003). Entretanto, algo que vem despertando interesse em pesquisadores é a previsão da incidência de plantas daninhas em lavouras, pois tais estudos buscam evitar a interferência destas na cultura lavrada; onde pode ser direta, envolvendo a competição pelos recursos do meio, a alelopatia⁴ e o parasitismo⁵; ou indireta envolvendo prejuízos à colheita e tratos culturais ou atuando como hospedeiras intermediárias de pragas, doenças e nematóides (PITELLI, 1985).

Estudos relacionados à incidência de plantas daninhas é algo bastante explorado pela literatura, principalmente, na cultura cafeeira. Porém, estudos relacionados a previsão desta incidência é algo que vem despertando interesse da literatura, sendo, então, o foco deste trabalho de pesquisa.

Para o desenvolvimento desta pesquisa optou-se pelo uso de métodos de previsão de dados (muito utilizado em Engenharia de Produção durante a fase de previsão de demanda), no qual será focado os possíveis comportamentos das plantas daninhas presentes na cultura do café.

⁴ Alelopatia: dano provocado por uma planta em outro organismo, causado pela liberação no meio ambiente de metabólitos secundários tóxicos (Fonte: Dicionário inFormal).

⁵ Parasitismo: interação entre duas espécies, na qual uma delas, o parasita, se beneficia da outra, o hospedeiro, causando-lhe danos de maior ou menor importância, mas raramente a morte (Fonte: Dicionário inFormal).

1.5 MATERIAIS E MÉTODO

Este presente trabalho visa conhecer, por meio de pesquisas bibliográficas e estudo de caso, a frequência em que ocorre o aparecimento e desenvolvimento de plantas daninhas em diferentes áreas de cultivo do café. Para tal, serão feitas análises nos dados reais fornecidos pelo IAPAR, que demonstram esta ocorrência para, assim, conseguir descrever a incidência relativa ao crescimento das mesmas, por meio de métodos matemáticos e estáticos. E, trazer um protótipo de visualização destes dados por meio de um sistema a ser desenvolvido.

A abordagem desta pesquisa é de natureza quantitativa, pois segundo Fonseca (2002) a pesquisa quantitativa se centra na objetividade e só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. Por outro lado, serão utilizadas pesquisas experimentais, pois é determinado um objeto para estudo no qual são selecionadas e analisadas as variáveis capazes de influenciá-lo. E, estudos de caso, que é mais profundo e exaustivo de um ou mais objetos, contudo seu conhecimento é mais amplo e detalhado.

Para a realização do trabalho, primeiramente foram elencadas bibliografias para o entendimento da identificação e controle de plantas daninhas. Por meio do estudo de caso, buscar padrões que possam identificar as possíveis situações que podem influenciar na produção agrícola e que podem agravar o crescimento da planta invasora.

Durante o levantamento bibliográfico foi estudado o método de previsão de dados, muito utilizado em Engenharia de Produção durante a previsão de demanda, cuja estrutura servirá como base para se representar a incidência de plantas daninhas presente no cultivo do café.

Após a realização de toda essa pesquisa, foi utilizado um modelo estatístico implementado com o auxílio de uma ferramenta computacional para obtenção da previsão de incidência de plantas daninhas na cultura do café.

Por fim, os resultados obtidos foram analisados e comparados. Tudo foi validado com base nos dados recebidos pelo Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR). Os principais dados utilizados neste trabalho estão no Anexo A.

1.6 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho está organizado de tal forma que, no Capítulo 1, aqui apresentado, visa contextualizar o leitor sobre a abordagem do trabalho, bem como exibir os objetivos, justificativas e uma breve descrição do método de pesquisa empregado. Nos Capítulos 2 e 3 constam as Fundamentações Teóricas utilizadas como base para a construção da proposta deste projeto, sendo subdivididas entre plantas daninhas e árvores utilizadas pelo IAPAR e os métodos estatísticos e matemáticos. Por sua vez, no Capítulo 4, é apresentado o Estudo de Caso feito tomando como base os dados coletados do IAPAR; no Capítulo 5 é demonstrado o desenvolvimento e os resultados do projeto. Já no Capítulo 6 é apresentado um protótipo de visualização do trabalho desenvolvido, e, por fim, no Capítulo 7 é denotado as conclusões obtidas com o desenvolvimento do trabalho. Na sequência, são apresentadas todas as referências utilizadas durante a elaboração e execução desta pesquisa, seguido dos anexos com os dados utilizados no trabalho, bem como a autorização para uso dessas informações e o Apêndice, que são denotados os relatórios das visitas técnicas realizadas durante o desenvolvimento do trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: PLANTAS DANINHAS E ÁRVORES UTILIZADAS PELO IAPAR

Assim como mencionado anteriormente, o Brasil é o maior produtor mundial de café, tendo sua produção média dividida em 70% da produção da espécie *Coffea arabica* (café arábica) e o restante *Coffea canéfora* (café conilon) (CONAB). Independente da espécie produzida, o cafeeiro é uma cultura perene e pode produzir mais de 30 anos. Além de seu crescimento inicial lento, é implantado em amplos espaçamentos, aspectos esses que favorecem a competição das plantas daninhas e, conseqüentemente, compromete seriamente o crescimento da cultura e a produtividade (RONCHI *et al.*, 2001). Por exemplo, reduções severas no crescimento, nos teores de nutrientes (Fialho *et al.*, 2011; Ronchi *et al.*, 2001) e na produtividade (Lemes *et al.*, 2010; Garcia *et al.*, 2000), são constatadas em diversas situações. Além desses efeitos diretos, acrescentam-se efeitos indiretos também prejudiciais a cultura, como dificultar a colheita e os tratos fitossanitários⁶ (RONCHI *et al.*, 2001). Por isso, o manejo de plantas daninhas é uma atividade de grande importância dentro do sistema de produção do café.

2.1 PLANTAS DANINHAS

A competição com as plantas daninhas é um dos fatores que mais afeta a produtividade na cultura do café (Saad, 1978), a competitividade é constante entre as plantas estranhas e a cultura produzida. O conhecimento dessas plantas infestantes é importante para os produtores, pois facilita a utilização de um manejo adequado destas plantas e principalmente um monitoramento constante de qualquer tipo de mudança da flora daninha, tanto ao nível de espécies predominantes quanto de biótipos dentro de cada espécie (CHRISTOFFOLETI, 1998).

⁶ Fitossanitários: Medida sanitária para a preservação ou defesa dos vegetais (Fonte: Dicionário inFormal).

Tais plantas apresentam, basicamente, as mesmas necessidades que as plantas cultivadas, em termos de nutrientes. Entretanto, devido à sua maior habilidade em aproveitá-los, conseguem acumulá-los em seus tecidos em quantidades maiores que as plantas cultivadas (DEUBER, 1986). Assim sendo, torna-se necessário o uso de métodos de controle de crescimento para o mesmo.

O controle envolve a utilização de métodos específicos para minimizar a competição das plantas daninhas para que elas não causem dano econômico (VICTORIA FILHO, 2000). Assim nenhuma medida de controle deve ser usada de forma única e isolada, pois um programa eficiente de manejo de plantas daninhas precisa inteirar vários métodos de controle, que devem ser escolhidos em função das condições individuais de cada lavoura e dos recursos disponíveis, uma vez que todos apresentam vantagens e desvantagens. (MELLONI *et al.*, 2013).

As plantas daninhas são competitivas devido às características de sobrevivência que apresentam. Para tornarem-se mais competitivas, as daninhas desenvolveram inúmeros mecanismos de agressividade, como a capacidade de sobrevivência em condições adversas; grande produção de sementes, com grande facilidade de dispersão e longevidade; mecanismos de propagação eficientes como rizomas, tubérculos, que resistem no solo por longos períodos (LORENZI, 1982). Na prática, podem-se dividir as plantas daninhas em dois grupos: aquelas que surgem ocasionalmente na área e as que são verdadeiras (mais agressivas a cultura e possuem um difícil controle (VERNETTI, 1983)).

2.1.1 Características

Segundo Verneti (1983), de modo geral, as plantas daninhas apresentam as características listadas a seguir:

- Adaptação às condições adversas, isto é, possuem características genéticas de rusticidade, o que lhes confere maior resistência;

- Produção de elevada quantidade de sementes, sendo que parte abastece o banco de sementes da área;
- Sementes apresentam capacidade de permanecer dormentes por longos períodos;
- Disseminação realizada por diversos mecanismos altamente eficientes;
- Alta capacidade de competição por recursos abióticos.

2.1.2 Classificação

Carvalho (2013) expressa que as plantas daninhas podem ser classificadas como monocárpicas ou policárpicas. As monocárpicas são plantas anuais (que completam o ciclo de vida produzindo sementes em até um ano, podendo ocorrer na época do verão ou inverno) e plantas bianuais (completam o ciclo de vida entre um ano até dois anos). Já as policárpicas são plantas perenes (vivem durante longos anos, reproduzindo-se anualmente, tanto por sementes como vegetativamente).

2.1.3 Reprodução

A reprodução é o ato de produzir descendentes dando continuidade à sua espécie. Há dois mecanismos de reprodução entre as plantas daninhas: sexuado, cada órgão produz um gameta que une para formar uma semente que dará origem a um novo indivíduo, e assexuado (ou vegetativo), não ocorre a união de gametas masculino e feminino (FONTES *et al.*, 2003). Várias espécies apresentam os dois mecanismos de reprodução, embora apenas um predomine na maioria das vezes.

As assexuadas/vegetativas apresentam um manejo mais difícil, pois as partes reprodutoras possuem grande quantidade de reserva e nutrientes de energia, o que garante um crescimento inicial rápido e vigoroso. Entretanto são menos resistentes a condições adversas (frio e seca) do que as sementes (FONTES *et al.*, 2003).

2.1.4 Importância

As plantas daninhas apresentam tanto importância econômica quanto social, visto que elas influenciam nas atividades de produção, causando perdas econômicas com reflexos sociais. Pensando em termos conceituais, as plantas daninhas causariam apenas impactos negativos sobre as atividades humanas. Porém, alguns autores, como Deuber (2006) e Carvalho (2011), consideram que há aspectos positivos no cultivo das plantas daninhas, tanto para o ser humano e quanto para o ambiente. Para algumas plantas daninhas, foram descobertos como utilizá-las na medicina (como, flor-das-almas: *Senecio brasiliensis*, mamona: *Ricinus communis*, melão-de-são-caetano: *Momocardia charantia*, mentruz: *Lepidium virginicum*, fedegoso: *Senna obtusifolia*) ou na alimentação (carurus: *Amaranthus spp.*, jitirana: *Merremia spp.*, trevos: *Trifolium spp.*, azevém: *Lolium multiflorum* etc) (KISSMANN, 1997).

A presença de plantas daninhas como cobertura vegetal traz efeitos benéficos ao solo, podendo melhorar a sua estruturação, manter a umidade e evitar a perda de água por evaporação. A proteção contra a erosão é um dos aspectos mais significativos da mesma (RUEDELL, 1995).

Além disso, as plantas daninhas podem hospedar inimigos naturais de alguma praga ou patógeno da cultura de interesse, favorecendo o controle biológico natural (CARVALHO, 2013).

Apesar de algumas espécies de plantas daninhas apresentarem utilidades, outras interferem na saúde do homem e nas suas atividades, acarretando prejuízos. Elas podem causar intoxicações alimentares, como é o caso da flor-das-almas (*Senecio brasiliensis*) e da comigo-ninguém-pode (*Dieffenbachia maculata*) (MUZIK, 1970). Outras espécies podem inviabilizar a exploração agrícola ou obrigar o agricultor a mudar de área, a tiririca (*Cyperus rotundus*) é um bom exemplo desta, visto que interfere em áreas destinadas ao cultivo de hortaliças; já em áreas de pecuária, há presença de plantas tóxicas, como guanxuma (*Sida spp.*), que também reduz o valor da terra (MUZIK, 1970).

Todos esses fatos inferem que uma lavoura com altas taxas de plantas daninhas torna o manejo mais difícil e custoso, já que é preciso um preparo mais

intenso e cultivos adicionais. Na fase da colheita pode trazer transtornos operacionais, atrasando o processo, aumentando assim as perdas e o custo de produção.

2.2 AGROMETEOROLOGIA

O conhecimento da agrometeorologia dos cultivos é essencial para a geração de informações meteorológicas e climatológicas adequadas às particularidades das diferentes culturas. Tais informações aplicadas ao planejamento, ao processo de tomada de decisão e ao aumento da resiliência da produção possibilitam uma agricultura mais eficiente, mais produtiva, com menor risco de perdas e maior sustentabilidade. (MONTEIRO, 2009).

Além de influenciar o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas, o clima afeta também a relação das plantas com microrganismos, insetos, fungos e bactérias, favorecendo ou não a ocorrência de pragas e doenças, o que demanda medidas de controle adequadas (PEREIRA *et al.*, 2002).

De modo geral, as principais variáveis meteorológicas que afetam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas são chuva, temperatura do ar e radiação solar (Hoogenboom, 2000), havendo ainda a influência do fotoperíodo⁷, da umidade do ar e do solo, da velocidade e da direção do vento (PEREIRA *et al.*, 2002).

As características do solo são fatores fundamentais da disponibilidade hídrica para qualquer cultura. Segundo Matiello *et al.* (2005), no Brasil, o café, predomina em Latossolos⁸ e Argissolos⁹, classes de solos atualizadas conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS *et al.*, 2006).

⁷ Fotoperíodo: duração do dia em relação à noite em um tempo de 24 horas (Fonte: Dicionário inFormal).

⁸ Latossolos: solos minerais, homogêneos, com pouca diferenciação entre os horizontes ou camadas (Fonte: Dicionário inFormal).

⁹ Argissolos: solos constituídos por material mineral, com a presença de argila (Fonte: Dicionário inFormal).

A temperatura é o elemento climático mais importante para definir a aptidão climática do cafeeiro, em cultivos comerciais (Camargo, 1985). A maioria das informações disponíveis deriva de estudos e observações feitas com o café arábica, existindo poucas informações sobre o efeito da temperatura no café conilon.

A influência da luz, ou seja, do “comprimento” do dia, é marcante na diferenciação dos botões florais do cafeeiro. Barros *et al.* (1977), admite que outros fatores do ambiente, por exemplo, temperaturas extremas, podem inibir a iniciação floral. O cafeeiro adapta-se às condições de sombra, nos viveiros, apresenta a maior taxa fotossintética¹⁰, desenvolvendo-se, assim, à meia-luz. Quando adulto, cresce e produz, a pleno sol, com maiores taxas que à sombra, certamente porque as folhas internas, em maior número, acham-se protegidas, ou seja, as externas dão o auto sombreamento necessário e o devido equilíbrio de luminosidade (CAMARGO, 1977).

De acordo com Caramori *et al.* (1986), o cafeeiro é uma planta de baixa tolerância aos ventos. Damatta (2004) salienta que o café conilon, a exemplo do arábica, é particularmente sensível à ação dos ventos, havendo necessidade de proteger as plantações com quebra-ventos (FAZUOLI *et al.*, 2007). Esses quebra-ventos são árvores (como, eucalipto) ou outro tipo de plantação (como, trigo) utilizada para inibir que o vento forte chegue até a cultura cultivada.

O monitoramento agrometeorológico da cultura do café auxilia na tomada de decisões do agricultor, como a determinação de melhores épocas de podas, colheitas, necessidades de irrigação, além da proteção contra adversidades meteorológicas. Assim, os produtores podem otimizar a aplicação de defensivos agrícolas, aumentando o lucro e preservando o ambiente (CAMARGO *et al.*, 2007). No Brasil, podem ser citados alguns sistemas de monitoramento agrometeorológico para a cafeicultura, como o Monitoramento Agroclimático do IAPAR.

¹⁰ Taxa Fotossintética: intensidade de fotossíntese que a planta realiza (Fonte: Dicionário inFormal).

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: MÉTODOS ESTATÍSTICOS E MATEMÁTICOS

Este Capítulo abordará os conceitos gerais e as principais definições utilizadas durante o desenvolvimento desta pesquisa, como modelo, métodos estatísticos para análise de dados e previsão.

Segundo Goldbarg (2005) modelos são representações simplificadas da realidade que preservam, para determinadas situações e enfoques, uma equivalência adequada. Ainda segundo o autor, em outras palavras, o modelo é uma estruturação da realidade ou uma representação substituta dela, ou seja, não é totalmente igual a realidade.

O modelo é utilizado como forma de representar e caracterizar algo desejável. Seu processo de verificação de representatividade é denominado validação de modelo, que é uma etapa indispensável em qualquer procedimento científico (GOLDBARG, 2005).

Neste trabalho, utilizam-se métodos de previsão estatística para representar a análise de incidência de plantas daninhas em sistemas agroflorestais e de pleno sol.

3.1 MEDIDAS DE POSIÇÃO E DISPERSÃO

As Medidas de Posição, ou medidas de tendência central, que fornecem um valor que representa a posição central do conjunto de dados, com os demais dados dispostos em torno deste. As medidas de posição são: média aritmética, mediana e moda.

A média aritmética é a medida de posição mais utilizada, algumas de suas aplicações mais comuns é no cálculo da média final dos alunos e em pesquisas estatísticas, pois a média dos resultados ajuda no direcionamento da análise. Sua vantagem é a facilidade do seu cálculo e apresenta a desvantagem de ser muito

afetada por valores extremos (valores *outliers*) (BATTISTI, 2008). O resultado é dado pela somatória dos termos dividido pelo número de termos; exemplo, média aritmética de $M = 1, 2$ e 3 é $(1+2+3)/3 = 2$. Na presente pesquisa, utilizamos bastante este método durante o processo de análise agrometeorológica.

A mediana é o valor central em relação a um valor mínimo e um valor máximo, precedido e seguido de um mesmo número de dados, isto é, 50% dos dados assumem valores iguais ou menores que o valor da mediana e os outros 50% dos dados assumem valores iguais ou maiores que o valor da mediana, representada por Md (BATTISTI, 2008). A divisão do conjunto de dados ordenados pode ser visualizada da seguinte forma (Veja Figura 2):



Figura 2: Representação da Mediana

Onde:

Li = limite inferior, é o menor valor dos dados

Md = mediana

Ls = limite superior, é o maior valor dos dados

A moda é o valor que mais aparece no conjunto de dados, isto é, é utilizado para representar o valor típico de um conjunto de dados. É representada por Mo . Utilizamos mais frequentemente em variáveis quantitativas discretas (BATTISTI, 2008). Por exemplo, entre os números 1, 5, 2, 3, 2, 4 a moda é o 2, visto que é o valor que mais se repete. Neste trabalho a moda são as plantas daninhas que aparecem com maior frequência, como é o caso da *Bidens pilosa* e a *Raphanus raphanistrum* que será visto logo mais.

Outro ponto a ser destacado são as medidas de dispersão, ou variabilidade,

que fornecem um valor que quantifica a distância dos valores em torno do valor central, ou seja, são utilizadas para verificar se existe grande ou pequena variabilidade de valores no conjunto de dados (BATTISTI, 2008). As medidas de dispersão são: variância, desvio-padrão e coeficiente de variação.

A variância é a média dos desvios quadráticos de cada valor em relação à média. Dado um conjunto de dados, a variância mostra o quão distante cada valor desse conjunto está do valor central (médio). Quanto menor é a variância, mais próximos os valores estão da média.

Considerando que x_1, x_2, \dots, x_n são elementos de uma amostra e que x é a média aritmética desses elementos. O cálculo da variância amostral é dada por:

$$\text{Var} = (x_1 - x)^2 + (x_2 - x)^2 + (x_3 - x)^2 + \dots + (x_n - x)^2 \div n - 1$$

Obs: é utilizado “n-1” no denominador quando $n < 30$ e “n” quando $n \geq 30$

O desvio Padrão é capaz de identificar o “erro” em um conjunto de dados, caso fosse substituir um dos valores coletados pela média aritmética. Informa o quão “confiável” é o valor. Sua representação é dada a partir da raiz quadrada da variância:

$$Dp = \sqrt{\text{Var}}$$

Assim, o desvio padrão é utilizado acompanhando a média, pois esta fornece um valor central, e, o desvio-padrão, a dispersão em torno desse valor central.

O coeficiente de variação é a divisão do desvio padrão pela média multiplicado por 100. O coeficiente de variação fornece a dispersão dos dados em torno da média em percentual, constituindo uma medida alternativa ao desvio padrão. Quando se deseja comparar a variabilidade entre dois conjuntos de dados, o coeficiente de variação é a medida de dispersão indicada (BATTISTI, 2008). Sua

representação é:

$$CV = (Dp \div M) \times 100$$

3.2 MÉTODOS ESTATÍSTICOS PARA ANÁLISE DE DADOS E PREVISÃO

O termo previsão (*forecasting*) refere-se à estimativa “objetiva” envolvendo a análise de dados passados (quando disponíveis) e sua projeção no futuro, por meio de modelos matemáticos e estatísticos. A premissa fundamental das técnicas de previsão é de que o comportamento passado das variáveis é relevante para prever os valores futuros dessas e de outras variáveis. Dessa forma, a partir de um conjunto de dados históricos disponíveis, fazem-se inferências sobre os valores futuros das variáveis. As abordagens quantitativas de previsão consistem, principalmente, em métodos de projeção histórica (ou descritivos), os quais admitem que pelo menos grande parte do futuro seja uma réplica do passado, e métodos causais (ou explanatórios), que admitem que o valor da variável a ser previsto seja causado ou fortemente relacionado ao valor de outra(s) variável(is), e procuram, portanto, descrever relações causais (ou explanatórias) entre elas (MORABITO et al., 2012). Um dos métodos precursores é a suavização exponencial (um tipo especial de média móvel ponderada) que foi formalizado por Robert Brown nos anos 50, este método faz parte do grupo quantitativo.

Os métodos de previsão de demanda são usualmente classificados em dois grupos. No primeiro, estão os métodos baseados em opiniões e julgamentos pessoais, denominados qualitativos. No segundo grupo, encontram-se os métodos que produzem previsões com base em dados quantitativos e técnicas estatísticas. A Figura 3 apresenta alguns desses métodos de previsão de demanda.



Figura 3: Métodos de Previsão de Demanda mais conhecidos (Adaptado de Lustosa *et al.*, 2008)

O presente trabalho abrange os métodos quantitativos, logo os esforços estão focados no estudo e aplicação do mesmo.

Os métodos quantitativos podem ser baseados em séries temporais, cujo apresenta-se alguns possíveis comportamentos, sendo eles:

- **Variações Aleatórias:** variação natural dos processos e nas medições dos processos; é imprevisível; uso de médias para minimizar os erros; está sempre presente.
- **Tendência:** comportamento sistemático de crescimento ou redução.
- **Sazonalidade:** comportamento que se repete em intervalos constantes; baseado em ciclos.

- Ciclos: intervalos de tempos com comportamentos completamente distintos, muitas vezes ocasionados por fatores macroeconômicos¹¹.

As demais seções descrevem os métodos de previsão de demanda que encontram-se destacados na Figura 3.

3.2.1 Definição dos Métodos de Previsão de Demanda

As subseções que compõem esta, está apresentada de forma Médias Móveis, Suavização Exponencial, Projeção de Tendências, Decomposição, Box-Jekins (ARIMA), Regressão Simples, Regressão Múltipla, Métodos Econométricos, Método Delphi, Pesquisa de Mercado e Simulação de Cenários.

3.2.1.1 Médias Móveis

O método da média móvel é bem difundido por necessitar de poucos dados históricos e ser de fácil implementação e manutenção. Todavia, este método apresenta algumas limitações no seu uso. Deve apenas ser empregado para previsões de curto prazo e para dados históricos irregulares, onde os componentes tendência e sazonalidade não estão presentes (MAKRIDAKIS *et al*, 1998). Este método utiliza a média aritmética ou ponderada dos últimos n valores para prever o valor seguinte. Assim, a cada nova observação disponível, o valor mais antigo é descartado e o mais recente é inserido para o cálculo da nova média (WANKE *et al.*, 2006). As desvantagens desse modelo estão relacionadas à falta de acurácia ao lidar com séries históricas que apresentam tendência ou sazonalidade já que, nesse método, a previsão para o próximo período envolve sempre a adição de novos dados e a desconsideração dos anteriores. Uma alternativa para amenizar esse erro é a utilização da média ponderada para tentar construir um padrão mais

¹¹ Macroeconômico: Medida e observação de uma economia regional ou nacional (Fonte: Dicionário Aurélio).

próximo à realidade. A desvantagem na utilização da média móvel ponderada é a necessidade de conhecimento para determinar os pesos a serem utilizados (DAVIS *et al*, 2001).

3.2.1.2 Suavização Exponencial

A maioria dos métodos de previsão se baseia na ideia de que observações passadas contêm informações sobre o padrão de comportamento da série temporal. Os modelos de suavização assumem que os valores extremos da série representam a aleatoriedade e através da suavização desses extremos pode-se identificar o padrão básico, para então usá-lo e prever valores futuros da série (WHEEL, WRIGHT, 1985).

O esquema de suavização exponencial pondera as observações passadas usando pesos decrescentes exponencialmente. Este é um esquema muito popular para produzir uma Série Temporal suavizada. Enquanto na Média Móvel Simples as observações passadas são ponderadas igualmente, a Suavização Exponencial atribui pesos decrescentes exponencialmente quando a observação fica mais velha. Em outras palavras, observações recentes são tomadas com mais peso relativamente na previsão que as observações mais antigas (KALEKAR, 2004).

A desvantagem desse modelo é a dificuldade em realizar previsões a longo prazo. Ao mesmo tempo a facilidade para atualização das previsões podem ser vistas como vantagem.

3.2.1.3 Projeção de Tendências

Essa tarefa envolve dois termos que são corriqueiramente utilizados indistintamente, mas que têm uma diferença conceitual entre si: tendência e projeção.

Por tendência entende-se o exame de resultados passados e a detecção de um padrão de eventos. A tendência baseia-se na avaliação de fatos passados,

eventos que já ocorreram. Trata-se, portanto, de olhar para trás, avaliar o que foi feito e gerar dados históricos de avanço, produtividade, custo unitário, absenteísmo, preço de insumos, perdas de material, defeitos, retrabalho, etc. A tendência mostra o desempenho até o momento. Por sua vez, entende-se por projeção a predição de algo que pode ocorrer no futuro (MATTOS, 2014).

3.2.1.4 Decomposição

A decomposição, técnica mais usada para resolver sistemas de equações algébricas, é uma forma de fatoração de uma matriz não singular como o produto de uma matriz triangular inferior (*lower*) e uma matriz triangular superior (*upper*). Às vezes se deve pré-multiplicar a matriz a ser decomposta por uma matriz de permutação. Esta decomposição se usa em análise numérica para resolver sistemas de equações (mais eficientemente) ou encontrar as matrizes inversas (RALSTON, 2001).

3.2.1.5 Box-Jenkins (ARIMA)

Os modelos de Box-Jenkins, também conhecidos como Modelos Autoregressivos Integrados a Média Móvel, ou simplesmente ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*), foram propostos por George Box e Gwilym Jenkins no início dos anos 70 (BOX *et. al.*, 1994).

Apesar de ser uma abordagem poderosa na solução de muitos problemas de previsão, é duvidoso que as vantagens da acuracidade¹² obtida possam justificar o custo envolvido no processo de construção destes modelos. Os modelos ARIMA são mais eficientemente quando empregados em situações que somente um pequeno número de séries temporais são envolvidas e a administração está disposta a despende os recursos necessários para obter um alto grau de precisão nas previsões. Segundo Montgomery (1990), o método é apropriado para séries

¹² Acuracidade: precisão e exatidão de dados e informações (Fonte: Dicionário Aurélio).

de comprimento médio a longo, de, no mínimo, 50 e, preferencialmente, 100 observações.

3.2.1.6 Regressão Simples

A regressão simples é uma técnica estatística responsável por avaliar a relação linear entre duas variáveis. Após a comparação de ambas variáveis, é possível prever um valor de resposta com uma precisão maior que o simples acaso. A relação entre duas variáveis pode ser representada por uma linha reta, criando uma relação direta de causa e efeito. Assim, será possível prever os valores de uma variável dependente com base nos resultados da variável independente, como ocorre num gráfico de uma equação de primeiro grau (PETENATE, 2017).

3.2.1.7 Regressão Múltipla

Assim como a regressão simples, a regressão múltipla é uma técnica estatística que avalia a relação entre variáveis, porém diferentemente da simples, ela é capaz de analisar mais de dois elementos.

A fórmula para utilização desse método é dada por: $\bar{Y} = a + b_1x_1 + \dots + b_nx_n$; onde: $f(x)$ é a previsão, a e b são os parâmetros estimados para o cálculo, x são as variáveis explicativas ou independentes medidas (não aleatórias) e o n representa o número de variáveis presentes no problema.

Tomando o caso mais simples para a explicação do método, no qual serão aplicadas apenas duas variáveis independentes, x_1 e x_2 , $\bar{Y} = a + b_1x_1 + b_2x_2$. A imposição do critério dos mínimos quadrados leva ao seguinte sistema:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n y_j = na + b_1 \sum x_{1j} + b_2 \sum x_{2j} \\ \sum_{j=1}^n x_{1j} y_j = a \sum x_{1j} + b_1 \sum x_{1j}^2 + b_2 \sum x_{1j} x_{2j} \\ \sum_{j=1}^n x_{2j} y_j = a \sum x_{2j} + b_1 \sum x_{1j} x_{2j} + b_2 \sum x_{2j}^2 \end{cases}$$

De forma semelhante, no caso geral, em que a equação procurada é da forma $\bar{Y} = a + b_1 x_1 + \dots + b_n x_n$, porém a maneira mais simples de entender o problema da regressão linear múltipla é através da notação por matrizes. O que queremos encontrar é a solução da equação $Y = Xb + e$.

Se \bar{y} for determinado como a estimativa do modelo para a variável observada y a equação pode ser reescrita para $\bar{Y} = X \bar{b}$, onde:

$$Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_{n-1} \\ Y_n \end{bmatrix}, \quad X = \begin{bmatrix} 1 & X_{1,1} & \dots & X_{m,1} \\ 1 & X_{1,2} & \dots & X_{m,2} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1 & X_{1,n-1} & \dots & X_{m,n-1} \\ 1 & X_{1,n} & \dots & X_{m,n} \end{bmatrix},$$

$$\bar{Y} = \begin{bmatrix} \bar{Y}_1 \\ \bar{Y}_2 \\ \vdots \\ \bar{Y}_{n-1} \\ \bar{Y}_n \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ \vdots \\ b_{m-1} \\ b_m \end{bmatrix},$$

$$e = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_{n-1} \\ e_n \end{bmatrix},$$

Através da álgebra matricial podemos encontrar os estimadores do vetor \bar{b} :

$$\hat{b} = (X'X)^{-1} X'Y$$

A grande vantagem da regressão é sua flexibilidade para adaptação dos dados, para assim melhor ajustar os dados (NETER, 1996).

3.2.1.8 Métodos Econométricos

A econometria é constituída da aplicação de métodos matemáticos e estatísticos à análise de conjuntos de dados econômicos, com o objetivo de caracterizar empiricamente teorias econômicas. Pode-se defini-la como um método de análise que agrega estatística, matemática e teoria econômica (HEIJ, 2004).

É uma representação simplificada da realidade, estruturada de forma tal que permita compreender o funcionamento total ou parcial dessa realidade ou fenômeno. Refere-se a um conjunto de hipóteses estabelecidas *a priori*¹³ sobre o comportamento de um fenômeno, com base numa teoria já existente ou a partir de novas proposições teóricas (HAYASHI, 2000).

3.2.1.9 Método Delphi

O método "Delphi" é reconhecido como um dos melhores instrumentos de previsão qualitativa. Sua área de aplicação mais corrente é a previsão tecnológica mas, aos poucos, vem sendo estendido para outras áreas. Sua utilização é mais indicada quando não existem dados históricos a respeito do problema que se investiga ou, em outros termos, quando faltam dados quantitativos referentes ao mesmo.

O princípio do método é intuitivo e interativo. Implica a constituição de um grupo de especialistas em determinada área do conhecimento, que respondem a uma série de questões. Os resultados dessa primeira fase são analisados, calculando-se a mediana e a amplitude interquartilica. A síntese dos resultados é comunicada aos membros do grupo que, após tomarem conhecimento, respondem novamente. As interações se sucedem desta maneira até que um consenso ou

¹³ A priori: Relativo a ao que resulta de raciocínio cujas definições foram dadas inicialmente (Fonte: Dicionário Aurélio).

quase consenso seja obtido. As iterações do método são denominadas "rounds" (MASSAÚD, 2011).

3.2.1.10 Pesquisa de Mercado

O processo de pesquisa de mercado consiste na definição do problema e dos objetivos de pesquisa, desenvolvimento do plano de pesquisa, coleta de informações, análise das informações e apresentação dos resultados para administração. O objetivo da pesquisa é compreender as dinâmicas do mercado, para isso é necessário identificar os fatores-chaves de sucesso que estão em surgimento, as tendências, ameaças e oportunidades, assim como as incertezas estratégicas que podem orientar a coleta de informação e sua análise (AAKER, 2001).

A principal razão para uma organização adotar a pesquisa de mercado é a descoberta de uma oportunidade de mercado. Uma vez com a pesquisa concluída, a empresa deve, cuidadosamente, avaliar suas oportunidades e decidir em que mercados entrar.

3.2.1.11 Simulação de Cenários

A simulação se constitui em uma etapa importante que antecede o ato de planejar. Porém, se flexível e atualizada permanentemente, constitui-se em importante ferramenta de manutenção de informações situacionais durante o processo de implementação e, principalmente, como instrumento fornecedor de dados que facilitem o controle (ROJO, 2006).

Um cenário é um estudo prospectivo acerca do futuro aliado à organização das informações obtidas, de modo a oferecer um conjunto de informações coerente, sistemático, compreensível e plausível, com o objetivo de descrever um determinado evento e oferecer instrução e suporte à tomada de decisões. Duas grandes categorias podem ser identificadas quando se está frente aos mais

diversos cenários produzidos (GODET; ROUBELAT, 1996):

- Cenário exploratório (*forecasting*): estudo que considera as tendências observadas no passado e no momento atual, e conclui com a geração de um provável estudo futuro.
- Cenário antecipatório (*backcasting*): construído com base em diferentes pontos de vista acerca do futuro, procura traçar diretrizes para que determinado estado seja alcançado ou evitado.

4. ESTUDO DE CASO

Para a elaboração deste trabalho foram utilizados dados do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), entre eles estão informações sobre as incidências de plantas daninhas na cultura do café (Anexo A) e agrometeorologia (Anexo B). Ambos os dados foram extraídos dentre os anos de 2014 e 2017.

4.1 PLANTAS DANINHAS ENCONTRADAS NAS COLETAS DO IAPAR

Os dados referentes à incidência de plantas daninhas na cultura do café, elaborados pelo IAPAR, podem ser encontrados no Anexo A deste trabalho. O mesmo está disponibilizado em 10 tabelas, visto que foram feitas 10 avaliações entre os anos de 2014 e 2017.

A disponibilização dos dados é dada da seguinte maneira:

- Na primeira coluna estão os tratamentos: o primeiro é a plantação de café Sem Árvore e o segundo é café com *Moringa oleífera* (representando uma espécie de árvore);
- Na segunda coluna temos as repetições, ou seja, foram repetidos cada tratamento 4 vezes. O experimento é conduzido em blocos inteiramente casualizados¹⁴;
- Na terceira coluna é mostrando o percentual total de solo coberto por plantas daninhas;
- As demais colunas seguintes mostram o percentual de solo coberto por cada espécie, as espécies mudam a cada avaliação;

¹⁴ Blocos Casualizados: blocos de áreas diferentes, onde as características ali presente podem variar ou não (Fonte: Dicionário Aurélio).

- Na última coluna é dada quantidade de massa seca (MS), em gramas, das plantas em 1m² de área.

4.1.1 Análise das Variedades de Plantas Daninhas

Foram encontradas 16 tipos de plantas daninhas durante as avaliações do IAPAR, a baixo são dispostas algumas informações referentes a cada uma dessas plantas, bem como a representação da mesma. Os dados relatados nas próximas seções foram descritos com base em descrições feitas por Lorenzi (1976, 1991, 2000, 2014).

4.1.1.1 Oxalis oxypetra

Comumente chamada de Trevo Azedo ou Azedinha, apresenta um melhor desenvolvimento em terras úmidas e macias (solos argilosos) e ocorre em todas as situações tropicais. Devida a sua pequena altura, escapa do corte pela ceifadeira nos gramados e, com isso, aumenta sua infestação. É uma invasora de difícil controle devido ao seu persistente meio de reprodução. Nos dados analisados a mesma aparece nos meses de maio e agosto.



Figura 4: Oxalis oxypetra (Fonte: Agrolink)

4.1.1.2 *Bidens pilosa*

Também conhecida por Picão-Preto, desenvolve-se melhor em climas de muito sol e com solo moderadamente seco e vegetando durante os meses mais quentes. É uma das mais sérias infestantes de lavouras anuais. Uma única planta chega a produzir 3.000 a 6.000 sementes, que germinam assim que atingem a maturação, o que garante de 3 a 4 gerações anuais. Além disto, podem resistir de 3 a 5 anos quando enterradas no solo. A mesma aparece em todas as análises realizadas.



Figura 5: *Bidens pilosa* (Fonte: Agrolink)

4.1.1.3 *Raphanus raphanistrum*

Frequentemente conhecida por Nabiça, é uma planta invasora largamente espalhada na região Sul do país. Inicialmente muito frequente em culturas de inverno, agora, já bastante aclimatada, vegeta indistintamente em qualquer estação do ano. Suas sementes são tóxicas.



Figura 6: *Raphanus raphanistrum* (Fonte: Agrolink)

4.1.1.4 *Commelina benghalensis*

Também chamada por Trapoeraba, vegeta durante os meses mais quentes, preferindo solos argilosos, férteis, úmidos e sombreados. Possui ciclo de vida perene e pode resistir às inundações e condições de alagamento ou seca. É ornamental, possui propriedades medicinais e pode ser usada na cobertura do solo.



Figura 7: *Commelina benghalensis* (Fonte: Agrolink)

4.1.1.5 *Amaranthus* spp.

Denominada também por Caruru, desenvolve-se melhor em solos sombreados e úmidos. Formação nos meses de verão e outono, preferencialmente em maio, junho, julho e agosto, com temperaturas médias ao redor de 20°C e tempo chuvoso. As folhas, flores e sementes, podem ser consumidas em saladas ou refogadas. Nos dados analisados a *Amaranthus* spp. aparece com mais frequência no mês de maio.



Figura 8: *Amaranthus* spp. (Fonte: Agrolink)

4.1.1.6 *Alternanthera ficoidea*

Frequentemente chamada de Apaga-Fogo, desenvolve-se em sol pleno, com solo úmido, mas não encharcado. Floresce no verão e se propaga no inverno (agosto), apresentando um ciclo Perene. Seu crescimento é vigoroso, sempre lançando novos ramos sobre a vegetação existente. A mesma aparece nos dados analisados nos meses de maio e agosto.



Figura 9: *Alternanthera ficoidea* (Fonte: Agrolink)

4.1.1.7 *Phyllanthus corcovadensis*

Popularmente conhecida por Quebra-Pedra, se fortalece em diversas condições de clima e solo. Vegeta principalmente durante os meses mais quentes. Nos dados analisados ela parece em agosto.



Figura 10: *Phyllanthus corcovadensis* (Fonte: Agrolink)

4.1.1.8 *Richardia brasiliensis*

A Poaia Branca, nome comum, é uma invasora de culturas no Verão, com preferência para solos úmidos, mas não encharcados. Apresenta grande vigor vegetativo, cobrindo completamente o solo infestado. Nos dados analisados, a mesma aparece nos meses de agosto, outubro e novembro.



Figura 11: *Richardia brasiliensis* (Fonte: Agrolink)

4.1.1.9 *Solanum americanum*

Também chamada de Maria Pretinha, vegeta durante os meses mais quentes. É altamente prolífica, produzindo até 178 mil sementes por planta, germinando prontamente após a maturação. Ao serem enterradas profundamente no solo podem permanecer dormentes durante anos. Seus frutinhas são considerados tóxicos.



Figura 12: *Solanum americanum* (Fonte: Agrolink)

4.1.1.10 *Talinum patens*

Conhecida por Maria Gorda, vegeta durante os meses mais quentes e tem preferência por áreas úmidas e sombreadas. Apresenta alto teor de matéria orgânica e sua propagação é através de sementes. Indicada para problemas intestinais e é cicatrizante, visto que alguns de seus princípios ativos são: ácido fólico, clorofila e sais minerais, especialmente o potássio.



Figura 13: *Talinum patens* (Fonte: Agrolink)

4.1.1.11 *Parthenium hysterophorus*

Comumente conhecida por Losna Branca, apresenta um melhor desenvolvimento em solos argilosos. Espécie infestante em culturas anuais e perenes, instalando-se também em áreas de pastagens e terrenos abandonados. Aparece com grande frequência nos dados analisados, omitindo apenas nos meses de maio e dezembro de 2014.



Figura 14: *Parthenium hysterophorus* (Fonte: Agrolink)

4.1.1.12 Erigeron bonariensis

Conhecida por Buva, é uma planta anual que se reproduz por sementes que germinam no outono e inverno, com encerramento do ciclo no verão, caracterizando-se assim como uma planta daninha de inverno e verão. Produz grande quantidade de sementes, que apresentam características e estruturas que conferem fácil dispersão, caracterizando a espécie como agressiva.



Figura 15: Erigeron bonariensis (Fonte: Agrolink)

4.1.1.13 Brachiaria plantaginea

Chamada também de Capim Marmelada, desenvolve-se melhor em solo úmido. Vegeta durante o período quente do ano, apresentando uma agressividade competitiva incomum, dominando totalmente o ambiente que invade. Nos dados analisados, aparece nos meses de outubro e novembro.



Figura 16: *Brachiaria plantaginea* (Fonte: Agrolink)

4.1.1.14 *Sida* spp.

Frequentemente conhecida por Guanxuma e Vassourinha, é comum em solos secos e arenosos, infestando pastagens, pomares e culturas perenes. Vegeta durante os meses mais quentes. Planta perene e reproduzida exclusivamente por sementes.



Figura 17: *Sida* spp. (Fonte: Agrolink)

4.1.1.15 *Digitaria horizontalis*

Popularmente chamada de Capim Colchão, vegeta em solos úmidos, onde a água fica estagnada após as chuvas. São plantas invasoras bastante frequentes, infestando as principais lavouras anuais, pastagens e jardins. Apresentam grande

capacidade reprodutiva, com as plantas podendo chegar a produzir 100 mil sementes.



Figura 18: Digitaria horizontalis (Fonte: Agrolink)

4.1.1.16 Euphorbia heterophylla

Também conhecida por Amendoim Bravo ou leiteira, vegeta durante os meses mais quentes e sobrevive no sombreado. É uma das plantas invasoras mais temidas pelos produtores, em função da dificuldade de controle, sendo frequente em todo o país. Suas sementes germinam durante o período quente do ano, emergindo de até 12 cm de profundidade e mantendo a viabilidade germinativa por vários anos, mesmo quando enterradas.



Figura 19: Euphorbia heterophylla (Fonte: Agrolink)

Algumas dessas plantas daninhas, por exemplo, *Amaranthus spp.*, não são efetivamente analisadas durante o desenvolvimento desta pesquisa, visto que nos dados disponibilizados pelo IAPAR, estas. são classificadas como “outras espécies”, ou seja, não apresentam valores de incidência.

4.1.2 Análise dos Tratamentos

Foram feitas análises da incidência de plantas daninhas, pelo IAPAR, em 7 tipos diferentes de tratamento, onde a primeira análise é feita em uma área com a ausência de árvores e as demais apresentam alguma espécie de árvore. A baixo são dispostas algumas informações referentes a cada uma dessas árvores utilizadas como tratamento, bem como a sua representação.

4.1.2.1 Moringa oleifera

Mais conhecida por Acácia-branca, é uma espécie perene muito cultivada, visto que suas folhas e vagens são utilizadas na alimentação e medicação humana. A árvore em si não é muito robusta, mas desenvolve ramos que crescem até cerca de 10 m de comprimento, podendo a planta alcançar 12 metros de altura. Sua principal riqueza está no altíssimo valor nutricional das suas folhas e frutos.



Figura 20: Moringa oleifera (Fonte: Forest & Kim Starr)

4.1.2.2 Croton floribundus

Frequentemente chamada de Capixingui, é uma planta nativa do Brasil e invasora bastante disseminada nas principais regiões agropastoris do país. É encontrada em lavouras anuais, pastagens e jardins. Prefere solos arenosos, onde forma grandes infestações. Floresce praticamente o ano inteiro, em ciclo de 90-100 dias.



Figura 21: Croton floribundus (Fonte: Agrolink)

4.1.2.3 Trema miranthera

Conhecida por Grandiuva, é encontrada com muita frequência, em áreas degradadas. Muito atrativa a fauna, especialmente pássaros, é pioneira e rústica, de madeira fraca. Floresce e frutifica em várias épocas, mas especialmente no início do ano.



Figura 22: *Trema miranthera* (Fonte: Árvores do Brasil)

4.1.2.4 *Gliricidia sepium*

Comumente chamada de Mãe-do-Cacau, aceita praticamente qualquer tipo de solo e tem crescimento bastante rápido, preferindo solo úmido, mas não encharcado, clima tropical e subtropical e sol pleno. É utilizada como cerca-viva e devido seu crescimento rápido é ideal para reduzir a erosão do solo, estabiliza terras inclinadas. Tem a propriedade de fixar nitrogênio no solo, melhorando sua qualidade. Também possui propriedades medicinais, sendo bastante utilizada como repelente de insetos, e sua raiz é utilizada como veneno para matar ratos.



Figura 23: *Gliricidia sepium* (Fonte: Meu Cantinho Verde)

4.1.2.5 *Senna macranthera*

Popular Fedego, é uma árvore encontrada com bastante frequência nas matas e também no paisagismo urbano. Floresce em Janeiro a Maio, sua coleta de sementes se dá em Julho. Seu fruto é uma vagem quase cilíndrica, que contém um líquido com um odor desagradável, de forma que na queda dos frutos fica um mau cheiro do qual se originou o nome popular. Germinação fácil, desenvolvimento rápido.



Figura 24: *Senna macranthera* (Fonte: Árvores do Brasil)

4.1.2.6 *Heliocarpus popayanensis*

Frequentemente chamada de Pau Jangada, sobrevive em áreas úmidas com sol pleno. A árvore é ornamental quando em flor e pode ser empregada com sucesso no paisagismo em geral. Floresce durante os meses de junho-julho e sua maturação dos frutos verifica-se no período setembro-outubro.



Figura 25: Heliolepis popayanensis (Fonte: Click Mudas)

São estudados todos os tratamentos envolvidos durante as coletas do IAPAR, porém para esta pesquisa são utilizados apenas o de *Moringa oleífera*, juntamente com o Sem Árvore.

4.2 AGROMETEOROLOGIA (IAPAR)

Os dados agrometeorológicos, aqui utilizados, foram retirados do site do IAPAR, e podem ser encontrados no Anexo B deste trabalho. O mesmo está disponibilizado em 10 tabelas, visto que foram feitas 10 avaliações entre os anos de 2014 e 2017. Os dados preenchidos nas tabelas vão do mês anterior até a data da medição, ou seja, se a aferição foi feita no dia 13/05/2014 os dados da tabela vão do dia 01/04/2014 até o dia 13/05/2014.

A disponibilização dos dados é dada da seguinte maneira:

- Na primeira coluna o dia em que foi feita a análise;
- Na segunda coluna temos a temperatura máxima, em graus *Celsius* (°C), do dia analisado;
- Na terceira coluna temos a temperatura mínima, em graus *Celsius* (°C), do dia analisado;

- Na quarta coluna temos a precipitação, em *milímetros* (mm), do dia anterior ao analisado;
- Na quinta coluna temos a umidade relativa do ar, em *porcentagem* (%), referente das 9 horas do dia anterior até as 9 horas do dia analisado.

4.2.1 Análise Agrometeorológica

Com base nos dados avaliados pelo IAPAR, foram calculadas algumas médias aritméticas em relação cada dado da Tabela (temperatura – máxima (tmáx), mínima (tmin) e média (tmed), precipitação (pc) e umidade (u.r.)) para cada data analisada, os resultados estão expostos na Tabela 2.

| Data | tmáx °C | tmin °C | tmed °C | pc mm | u.r. % |
|------------|---------|---------|---------|-------|--------|
| 13/05/2014 | 27,8 | 18,2 | 23 | 4,4 | 75,6 |
| 07/08/2014 | 24,2 | 12,2 | 18,2 | 2,7 | 70,2 |
| 20/10/2014 | 29,1 | 16,6 | 22,8 | 3,7 | 60,2 |
| 11/12/2014 | 29,9 | 19,3 | 24,6 | 4,7 | 69 |
| 09/02/2015 | 30,9 | 20 | 25,4 | 5,2 | 73,9 |
| 06/05/2015 | 27,9 | 17,2 | 22,6 | 3,5 | 72,7 |
| 04/08/2015 | 23,3 | 13,9 | 18,6 | 9,9 | 78 |
| 09/11/2015 | 29,2 | 18,9 | 24 | 10,2 | 75,5 |
| 07/11/2016 | 29,1 | 16,2 | 22,7 | 3,8 | 62,4 |
| 23/02/2017 | 31,1 | 20,6 | 25,9 | 8,8 | 75,4 |

Tabela 1: Médias Agrometeorológicas

Essas médias foram calculadas, visto que serão utilizadas na etapa de análises e testes dos métodos. Além de termos uma maior gama de informações agrometeorológicas.

5. DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do presente trabalho é subdividido em duas partes, sendo elas Análise dos Dados, graficamente e através das medidas de posição e dispersão, e Aplicação dos Métodos Propostos, métodos estatísticos para as análises de dados e previsão.

5.1 ANÁLISE DOS DADOS

Antes de calcular a incidência de plantas daninhas, utilizando os dados disponibilizados pelo IAPAR, foram feitas algumas análises para auxiliar no entendimento de todos os dados relativos a região Sem Árvore e de *Moringa oleífera*. Para isso foi utilizadas duas técnicas, geração de gráficos de ocorrência e o uso de medidas de posição e dispersão.

5.1.1 Graficamente

Para cada data dos registros de incidência de plantas daninhas, elaborados pelo IAPAR, foram feitos gráficos de ocorrência. Assim podemos analisar melhor o crescimento de cada planta de acordo com o tratamento obtido.

Os Gráficos 1 a 10 demonstram as informações das Tabelas 1 a 10 que encontram-se no Anexo A. No Gráfico 1 o eixo x está dividido em regiões sendo essas Sem Árvore e *Moringa oleífera*, que refletem os tratamentos adotados pelo IAPAR das áreas em pleno sol e agroflorestais. Em cada uma dessas regiões há informações sobre quatro repetições de coleta de dados. O eixo y representa o percentual de região coberta de acordo com a planta daninha representada no gráfico de barras e distinta de acordo com a cor que foi atribuída. Por exemplo, a região Sem Árvore na repetição 1 encontra-se 0% de *Oxalis oxypetra*, 25% de

Bidens pilosa, 70% de *Raphanus raphanistrum* e 6% de outras espécies; já na repetição 2 a ocorrência de *Oxalis oxyptera* é 0%, *Bidens pilosa* 20%, *Raphanus raphanistrum* 70% e 5% de outras espécies. Nos outros gráficos os dados são representados de fórmula análoga, variando as porcentagens de cada planta daninha presente em cada área. A soma total dos percentuais de cada planta daninha encontrada em cada repetição fornece o percentual total de cobertura da região analisada.

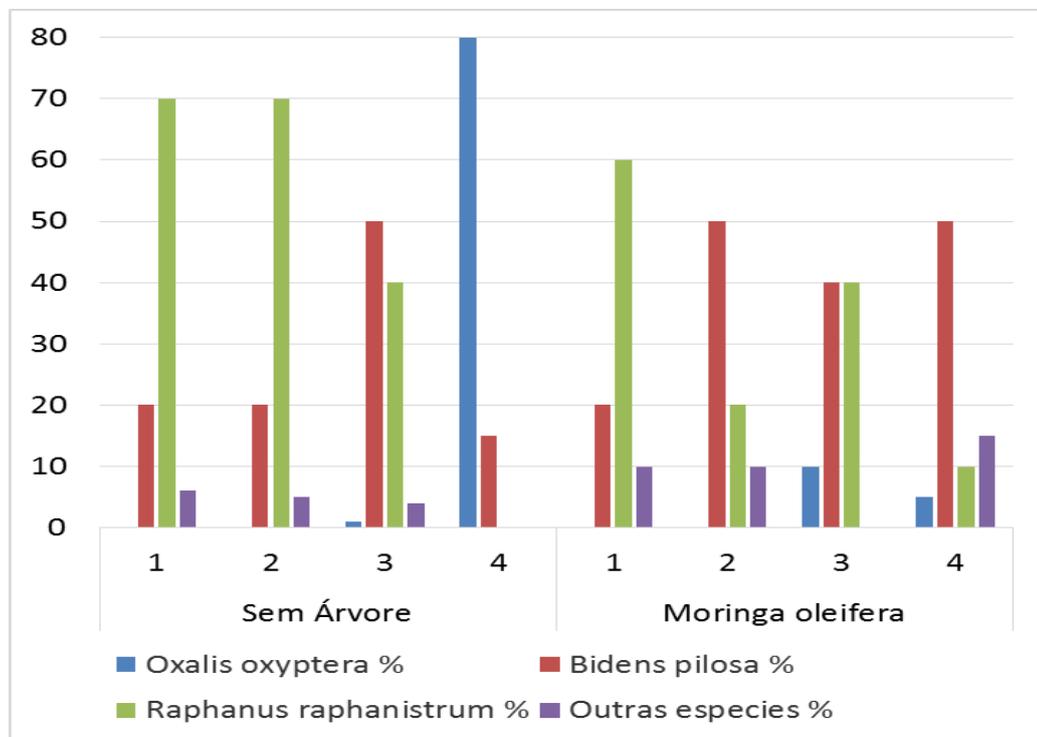


Gráfico 1: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 13/05/2014

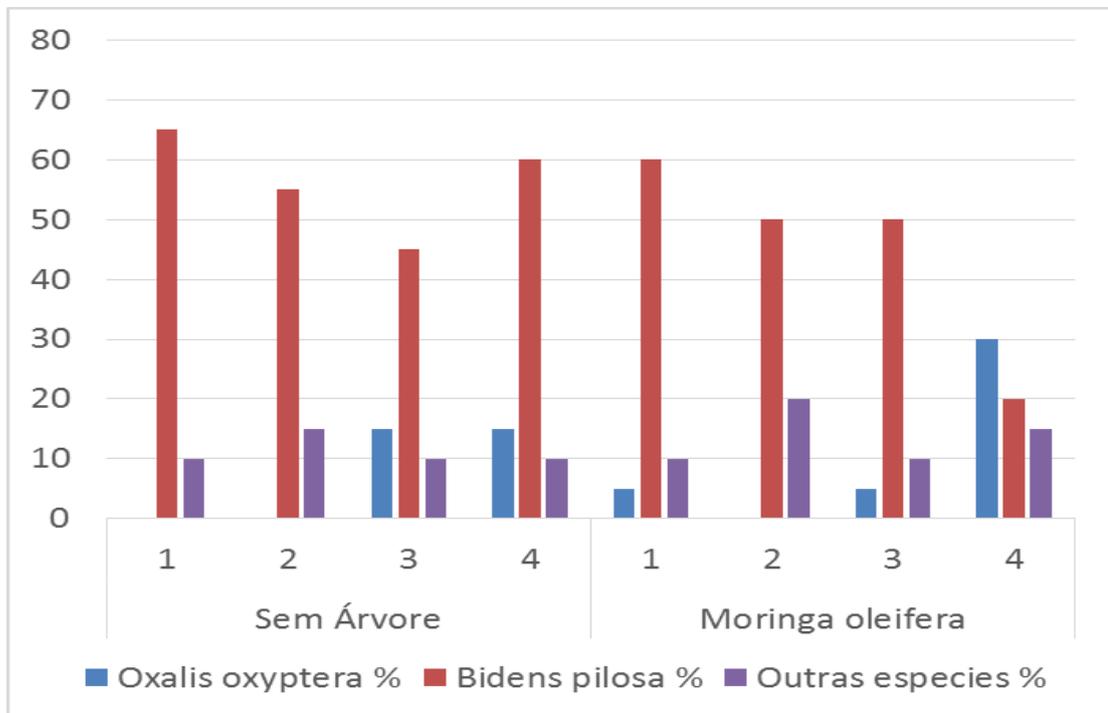


Gráfico 2: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 07/08/2014

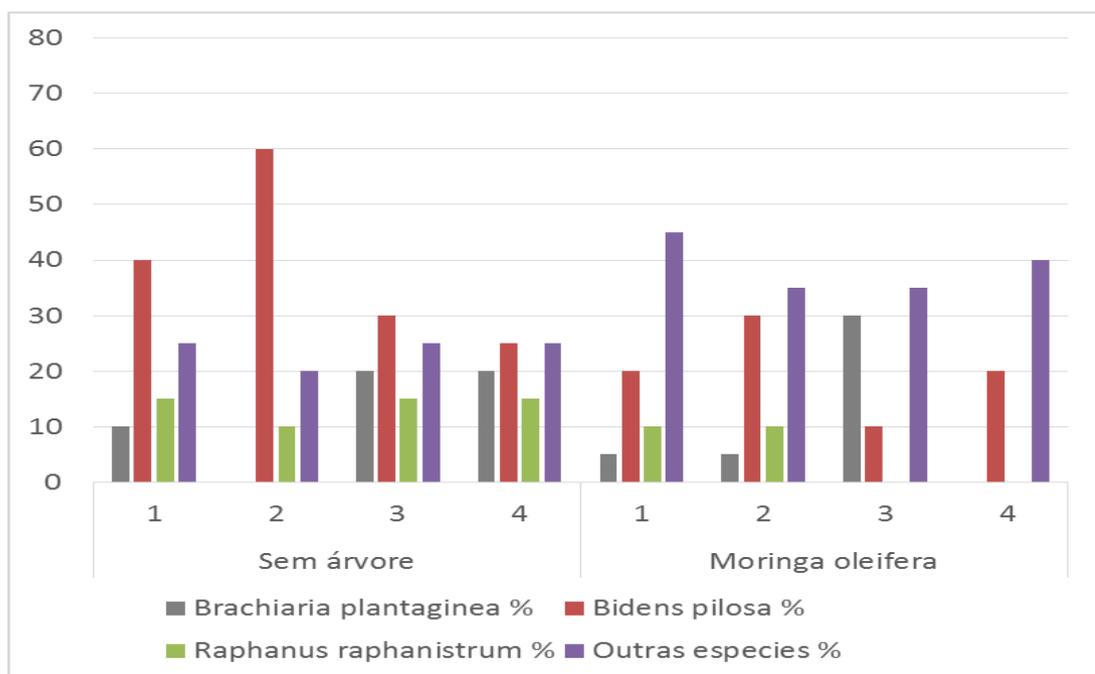


Gráfico 3: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 20/10/2014

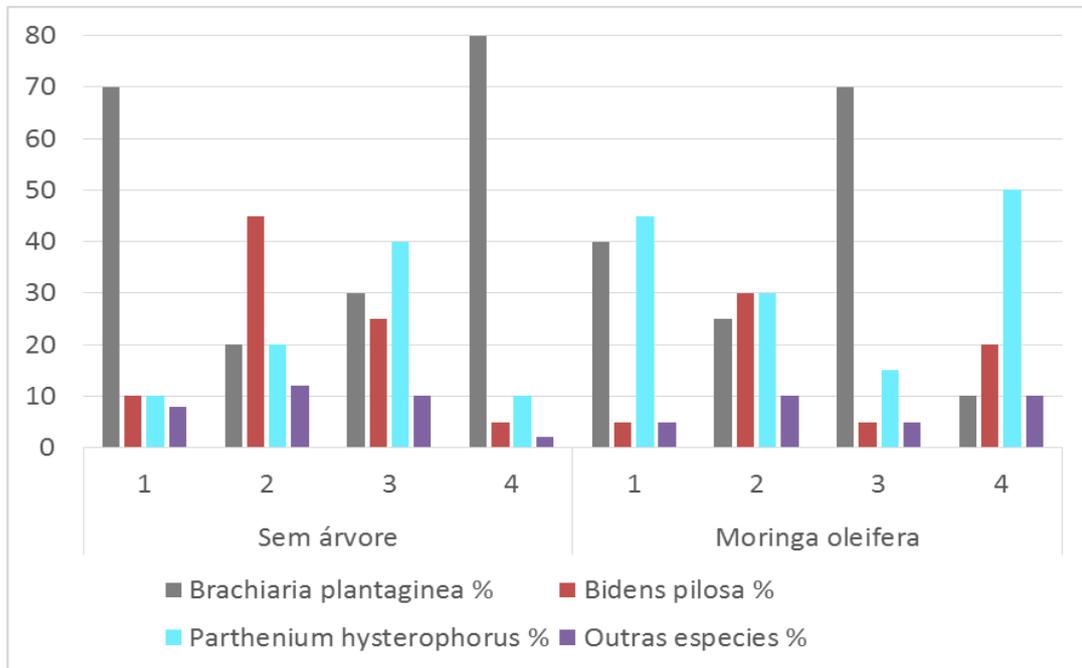


Gráfico 4: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 11/12/2014

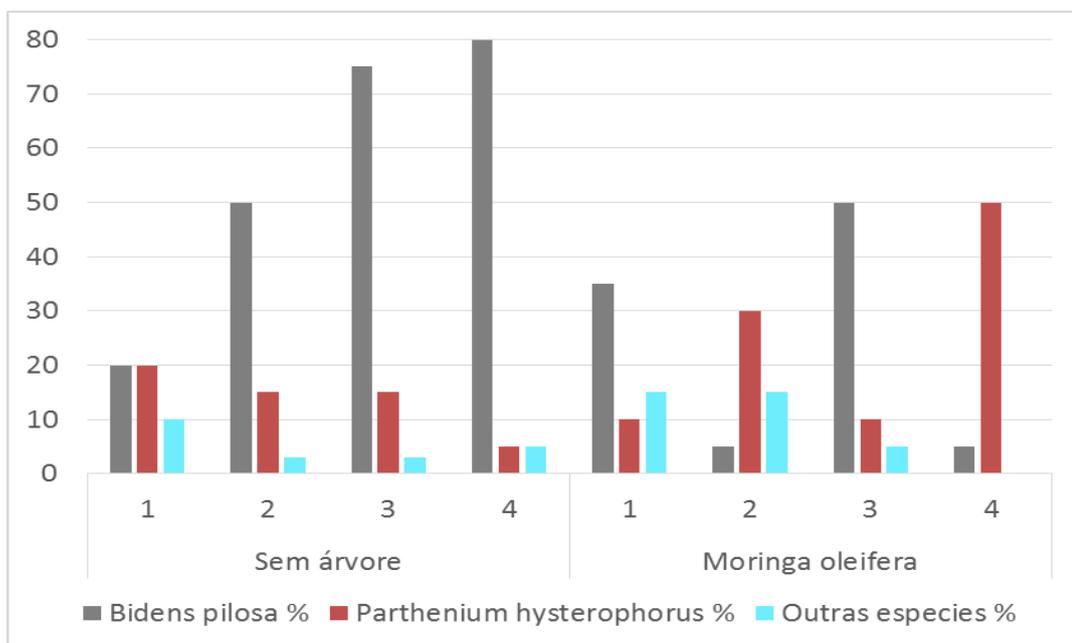


Gráfico 5: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 09/02/2015

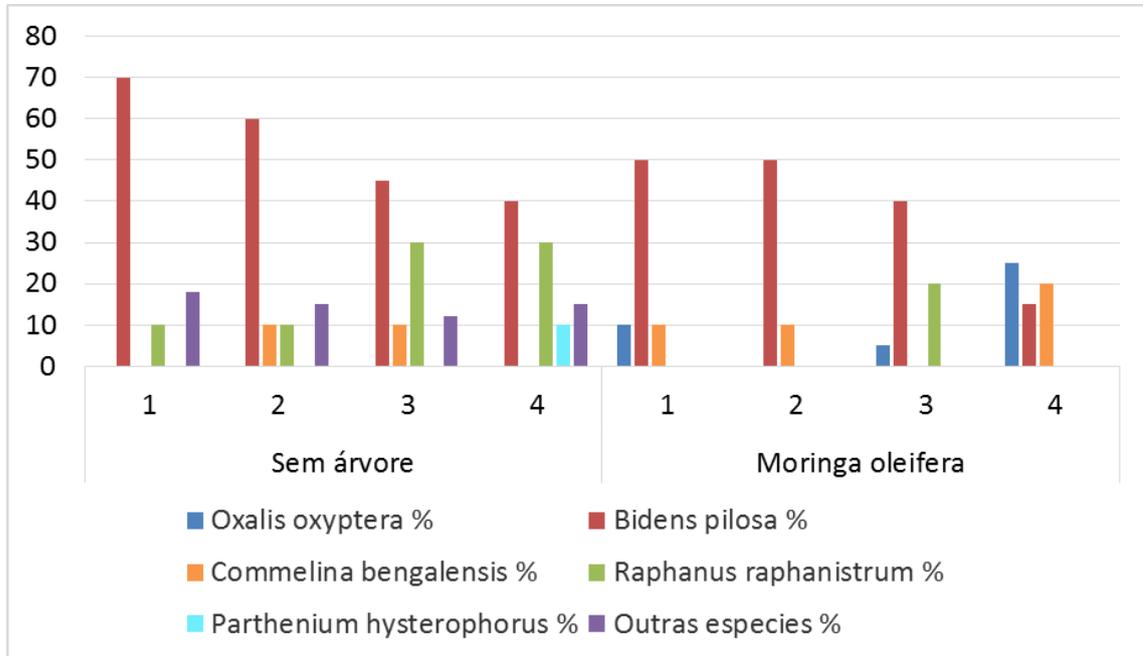


Gráfico 6: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 06/05/2015

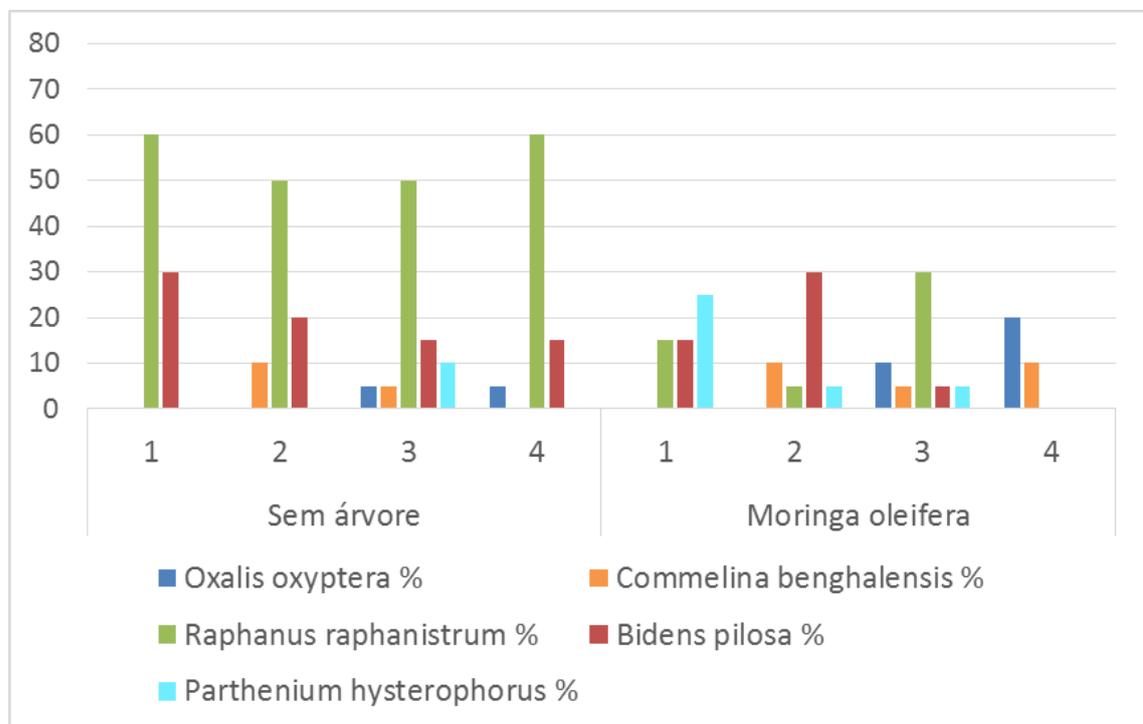


Gráfico 7: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 04/08/2015

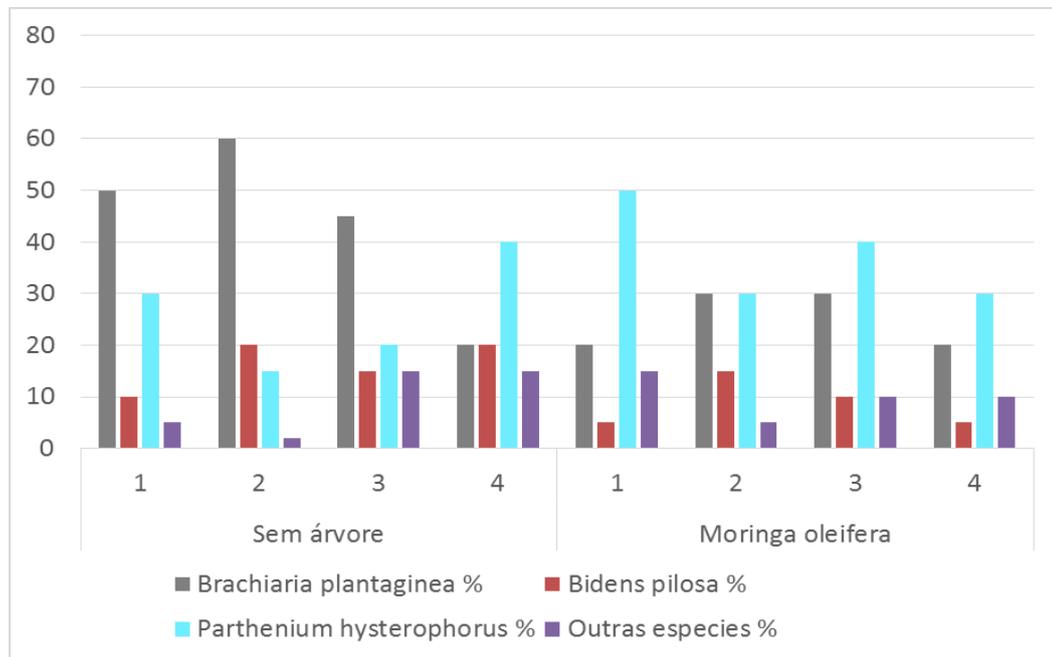


Gráfico 8: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 09/11/2015

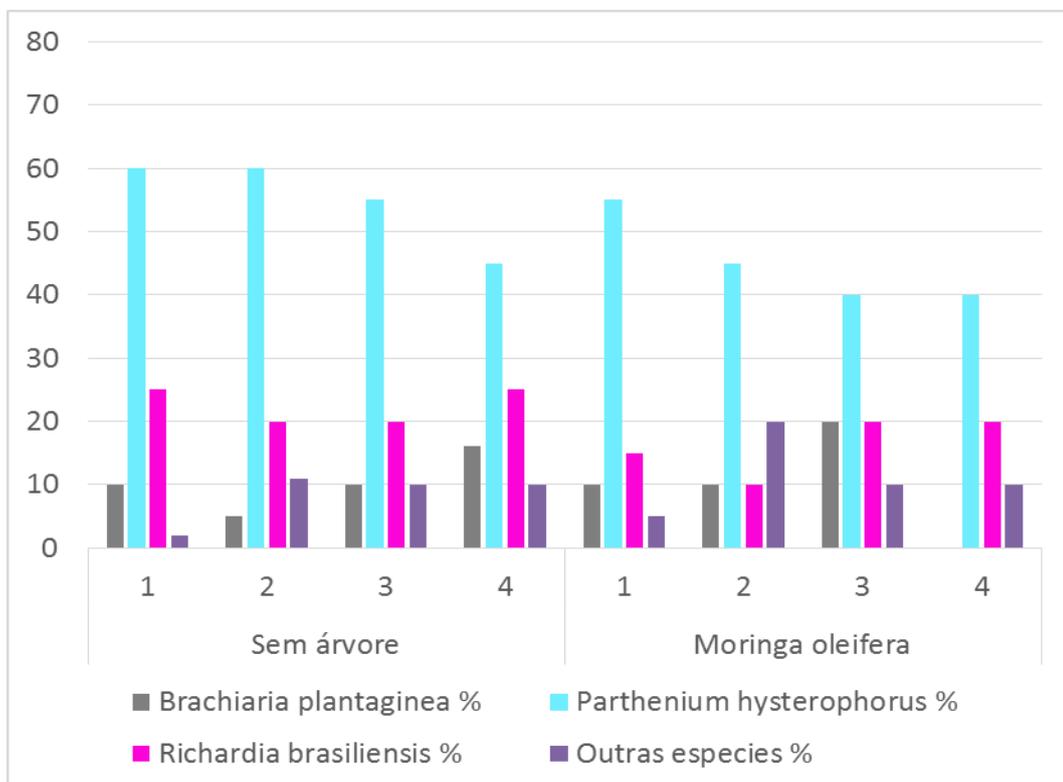


Gráfico 9: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 07/11/2016

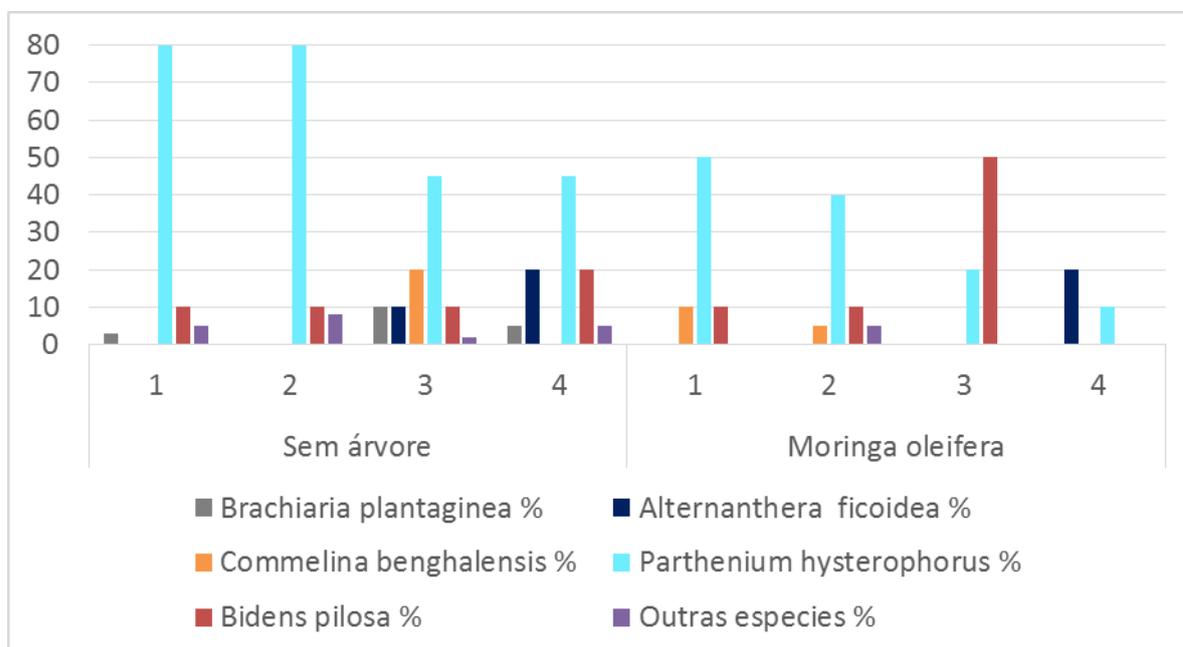


Gráfico 10: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 23/02/2017

Após analisar todos esses gráficos, podemos notar que há uma grande variação entre a mesma planta daninha encontrada durante vários períodos, e a mesma surge em outras épocas que não é propícia para seu aparecimento. Isso se deve ao fato de que além da planta se adaptar a outros ambientes, tem vários fatores que podem ocasionar e estimular o crescimento e desenvolvimento de plantas daninhas, além dos eventos agrometeorológicos, um passarinho, por exemplo, pode ser o causador desse aparecimento, afinal de contas ele pode levar sementes da planta de um lado para o outro, mesmo que não seja no período de desenvolvimento, as vezes ela pode ficar no solo até surgir a o ambiente perfeito para seu desenvolvimento.

5.1.2 Medidas de Posição e Dispersão

Além de gerar e analisar os gráficos, antes de utilizar os métodos de previsão para o cálculo da incidência das plantas daninhas, os dados fornecidos pelo IAPAR foram

analisados mais profundamente, utilizando as medidas de posição e dispersão, sendo elas: média aritmética, media, moda, variância, desvio-padrão, coeficiente de variação e amplitude. A priori, apesar dos dados reais do IAPAR apresentar 16 tipos distintos de tratamentos, as análises foram feitas sobre o tratamento Sem Árvore e com *Moringa oleífera*. Os dados reais coletados podem ser encontrados nas Tabelas do Anexo A, onde são apresentadas as porcentagens de incidência de cada planta daninha encontrada durante as coletas de dados, constando, também, a cobertura total de ervas e a data que a mesma foi realizada.

Os resultados, obtidos com essa análise, podem ser visualizados na Tabela 3, onde a primeira coluna retrata o período das coletas dos dados, a segunda explicita a planta daninha encontrada e as próximas colunas reportam os resultados obtidos com as análises das medidas de dispersão e posição, para as regiões Sem Árvore (S.A.) e *Moringa oleífera* (M.O.). Na coluna Média, para a coleta realizada em 05/14, a *Oxalis oxypetera* apresenta 20,3% na região Sem Árvore e 3,8% na de *Moringa oleífera*, a mediana é de 0,5% e 2,5%, a variância é de 1.586,9% e 22,9%, o desvio padrão é de 39,8% e 4,8%, o coeficiente de variação é de 196,7% e 127,7% e a amplitude 80% e 10%, respectivamente, para as regiões Sem Árvore e de *Moringa oleífera*; a leitura procede analogamente para as próximas datas (05/14, 08/14, 10/14, 12/14, 02/15, 05/15, 08/15, 11/15, 11/16 e 02/17).

Com relação à moda, a região Sem Árvore apresenta os seguintes resultados: *Raphanus raphanistrum*, Outras espécies, *Bidens pilosa*, *Brachiara plantaginea*, *Bidens pilosa*, *Bidens pilosa*, *Raphanus raphanistrum*, *Brachiara plantaginea*, *Parthenium hysterophorus* e *Parthenium hysterophus*. Na região de *Moringa oleífera*, temos os seguintes resultados: *Raphanus raphanistrum*, *Bidens pilosa*, Outras espécies, *Brachiara plantaginea*, *Parthenium hysterophus*, *Bidens pilosa*, *Raphanus raphanistrum* e *Bidens pilosa*, *Parthenium hysterophus*, *Parthenium hysterophorus* e *Parthenium hysterophus*. Referente aos períodos: 05/14, 08/14, 10/14, 12/14, 02/15, 05/15, 08/15, 11/15, 11/16 e 02/17, respectivamente.

| Data | Plantas Daninhas | Média | | Mediana | | Variância | | Desvio Padrão | | Coeficiente de Variação | | Amplitude | |
|-------|--------------------------|-------|------|---------|------|-----------|-------|---------------|------|-------------------------|-------|-----------|------|
| | | S.A. | M.O. | S.A. | M.O. | S.A. | M.O. | S.A. | M.O. | S.A. | M.O. | S.A. | M.O. |
| 05/14 | Oxalis oxypetra | 20,3 | 3,8 | 0,5 | 2,5 | 1.586,9 | 22,9 | 39,8 | 4,8 | 196,7 | 127,7 | 80,0 | 10,0 |
| | Bidens pilosa | 26,3 | 40,0 | 20,0 | 45,0 | 256,3 | 200,0 | 16,0 | 14,1 | 61,0 | 35,4 | 35,0 | 30,0 |
| | Raphanus raphanistrum | 45,0 | 32,5 | 55,0 | 30,0 | 1.100,0 | 491,7 | 33,2 | 22,2 | 73,7 | 68,2 | 70,0 | 50,0 |
| | Outras espécies | 3,8 | 8,8 | 4,5 | 10,0 | 6,9 | 39,6 | 2,6 | 6,3 | 70,1 | 71,9 | 6,0 | 15,0 |
| 08/14 | Oxalis oxypetra | 7,5 | 10,0 | 7,5 | 5,0 | 75,0 | 183,3 | 8,7 | 13,5 | 115,5 | 135,4 | 15,0 | 30,0 |
| | Bidens Pilosa | 56,3 | 45,0 | 57,5 | 50,0 | 72,9 | 300,0 | 8,5 | 17,3 | 15,2 | 38,5 | 20,0 | 40,0 |
| | Outras espécies | 11,3 | 13,8 | 10,0 | 12,5 | 6,3 | 22,9 | 2,5 | 4,8 | 22,2 | 34,8 | 5,0 | 10,0 |
| 10/14 | Brachiaria plantaginea | 12,5 | 10,0 | 15,0 | 5,0 | 91,7 | 183,3 | 9,6 | 13,5 | 76,6 | 135,4 | 20,0 | 30,0 |
| | Bidens pilosa | 38,8 | 20,0 | 35,0 | 20,0 | 239,6 | 66,7 | 15,5 | 8,2 | 40,0 | 40,8 | 35,0 | 20,0 |
| | Raphanus raphanistrum | 13,8 | 5,0 | 15,0 | 5,0 | 6,3 | 33,3 | 2,5 | 5,8 | 18,2 | 115,4 | 5,0 | 10,0 |
| | Outras espécies | 23,8 | 38,8 | 25,0 | 37,5 | 6,3 | 22,9 | 2,5 | 4,8 | 10,5 | 12,4 | 5,0 | 10,0 |
| 12/14 | Brachiaria plantaginea | 50,0 | 36,3 | 50,0 | 32,5 | 866,7 | 656,3 | 29,4 | 25,6 | 58,9 | 70,7 | 60,0 | 60,0 |
| | Bidens pilosa | 21,3 | 15,0 | 17,5 | 12,5 | 322,9 | 150,0 | 18,0 | 12,3 | 84,6 | 81,7 | 40,0 | 25,0 |
| | Parthenium hysterophorus | 20,0 | 35,0 | 15,0 | 37,5 | 200,0 | 250,0 | 14,1 | 15,8 | 70,7 | 45,2 | 30,0 | 35,0 |
| | Outras espécies | 8,0 | 7,5 | 9,0 | 7,5 | 18,7 | 8,3 | 4,3 | 2,9 | 54,0 | 38,5 | 10,0 | 5,0 |
| 02/15 | Brachiaria plantaginea | 21,3 | 16,3 | 17,5 | 15,0 | 389,6 | 56,3 | 19,7 | 7,5 | 92,9 | 46,2 | 40,0 | 15,0 |
| | Bidens pilosa | 56,3 | 23,8 | 62,5 | 20,0 | 756,3 | 506,3 | 27,5 | 22,5 | 48,9 | 94,7 | 60,0 | 45,0 |
| | Parthenium hysterophorus | 13,8 | 25,0 | 15,0 | 20,0 | 39,6 | 366,7 | 6,3 | 19,2 | 45,8 | 76,6 | 15,0 | 40,0 |
| | Outras espécies | 5,3 | 8,8 | 4,0 | 10,0 | 10,9 | 56,3 | 3,3 | 7,5 | 62,9 | 85,7 | 7,0 | 15,0 |
| 05/15 | Oxalis oxypetra | 0,0 | 10,0 | 0,0 | 7,5 | 0,0 | 116,7 | 0,0 | 10,8 | 0,0 | 108,0 | 0,0 | 25,0 |
| | Bidens pilosa | 53,8 | 38,8 | 52,5 | 45,0 | 189,6 | 272,9 | 13,8 | 16,5 | 25,6 | 42,6 | 30,0 | 35,0 |
| | Commelina bengalensis | 5,0 | 10,0 | 5,0 | 10,0 | 33,3 | 66,7 | 5,8 | 8,2 | 115,4 | 81,6 | 10,0 | 20,0 |
| | Raphanus raphanistrum | 20,0 | 5,0 | 20,0 | 0,0 | 133,3 | 100,0 | 11,6 | 10,0 | 57,8 | 200,0 | 20,0 | 20,0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--------------------------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|
| | Parthenium hysterophorus | 2,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 25,0 | 0,0 | 5,0 | 0,0 | 200,0 | 0,0 | 10,0 | 0,0 |
| | Outras espécies | 15,0 | 0,0 | 15,0 | 0,0 | 6,0 | 0,0 | 2,5 | 0,0 | 16,3 | 0,0 | 6,0 | 0,0 |
| 08/15 | Oxalis oxypetra | 2,5 | 7,5 | 2,5 | 5,0 | 8,3 | 91,7 | 2,9 | 9,6 | 115,6 | 127,6 | 5,0 | 20,0 |
| | Commelina benghalensis | 3,8 | 6,3 | 2,5 | 7,5 | 22,9 | 22,9 | 4,8 | 4,8 | 127,7 | 76,6 | 10,0 | 10,0 |
| | Raphanus raphanistrum | 55,0 | 12,5 | 55,0 | 10,0 | 33,3 | 175,0 | 5,8 | 13,2 | 10,5 | 105,8 | 10,0 | 30,0 |
| | Bidens pilosa | 20,0 | 12,5 | 17,5 | 10,0 | 50,0 | 175,0 | 7,1 | 13,2 | 35,4 | 105,8 | 15,0 | 30,0 |
| | Parthenium hysterophorus | 2,5 | 8,8 | 0,0 | 5,0 | 25,0 | 122,9 | 5,0 | 11,1 | 200,0 | 126,7 | 10,0 | 25,0 |
| 11/15 | Brachiaria plantaginea | 43,8 | 25,0 | 47,5 | 25,0 | 289,6 | 33,3 | 17,0 | 5,8 | 38,9 | 23,1 | 40,0 | 10,0 |
| | Bidens pilosa | 16,3 | 8,8 | 17,5 | 7,5 | 22,9 | 22,9 | 4,8 | 4,8 | 29,5 | 54,7 | 10,0 | 10,0 |
| | Parthenium hysterophorus | 26,3 | 37,5 | 25,0 | 35,0 | 122,9 | 91,7 | 11,1 | 9,6 | 42,3 | 25,5 | 25,0 | 20,0 |
| | Outras espécies | 9,3 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 45,6 | 16,7 | 6,8 | 4,1 | 73,0 | 40,8 | 13,0 | 10,0 |
| 11/16 | Brachiaria plantaginea | 10,3 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 20,3 | 66,7 | 4,5 | 8,2 | 43,9 | 81,6 | 11,0 | 20,0 |
| | Parthenium hysterophorus | 55,0 | 45,0 | 57,5 | 42,5 | 50,0 | 50,0 | 7,1 | 7,1 | 12,9 | 15,7 | 15,0 | 15,0 |
| | Richardia brasiliensis | 22,5 | 16,3 | 22,5 | 17,5 | 8,3 | 22,9 | 2,9 | 4,8 | 12,8 | 29,5 | 5,0 | 10,0 |
| | Outras espécies | 8,3 | 11,3 | 10,0 | 10,0 | 17,6 | 39,6 | 4,2 | 6,3 | 50,8 | 55,9 | 9,0 | 15,0 |
| 02/17 | Brachiaria plantaginea | 4,5 | 0,0 | 4,0 | 0,0 | 17,7 | 0,0 | 4,2 | 0,0 | 93,3 | 0,0 | 10,0 | 0,0 |
| | Alternanthera ficoidea | 7,5 | 5,0 | 5,0 | 0,0 | 91,7 | 100,0 | 9,6 | 10,0 | 127,6 | 200,0 | 20,0 | 20,0 |
| | Commelina benghalensis | 5,0 | 3,8 | 0,0 | 2,5 | 100,0 | 22,9 | 10,0 | 4,8 | 200,0 | 127,7 | 20,0 | 10,0 |
| | Parthenium hysterophorus | 62,5 | 30,0 | 62,5 | 30,0 | 408,3 | 333,3 | 20,2 | 18,3 | 32,3 | 60,9 | 35,0 | 40,0 |
| | Bidens pilosa | 12,5 | 17,5 | 10,0 | 10,0 | 25,0 | 491,7 | 5,0 | 22,2 | 40,0 | 126,7 | 10,0 | 50,0 |
| | Outras espécies | 5,0 | 1,3 | 5,0 | 0,0 | 6,0 | 6,3 | 2,5 | 2,5 | 49,0 | 200,0 | 6,0 | 5,0 |

Tabela 2: Análises feitas com bases nos dados coletados pelo IAPAR referentes ao tratamento Sem Árvore (S.A.) e com Moringa oleifera (M.O.)

Por meio destes resultados, pode-se concluir que a planta daninha *Bidens pilosa* aparece com uma maior frequência e, também, em maior quantidade em ambas as áreas, Sem Árvore e com *Moringa oleifera*. Isso (possivelmente) ocorre, pois, esta espécie de planta é uma das mais sérias infestantes de lavouras anuais, uma única planta chega a produzir 3.000 a 6.000 sementes, que germinam assim que atingem a maturação, o que garante de 3 a 4 gerações anuais. Além disto, podem resistir de 3 a 5 anos quando enterradas no solo (LORENZI, 1976).

5.2 APLICAÇÃO DOS MÉTODOS PROPOSTOS

Após feita todas essas análises, são utilizados métodos estatísticos para o cálculo da previsão de incidência de plantas daninhas em áreas agroflorestais e em pleno sol.

O primeiro método a ser testado foi a Média Móvel. Os cálculos de previsões para 2016 foram feitos com base nos dados da repetição 1 com relação as plantas daninhas dos tratamentos Sem Árvore e de *Moringa oleifera*.

Os resultados podem ser vistos no Gráfico 11 – áreas Sem Árvores - e no Gráfico 12 – áreas com *Moringa oleifera*. As datas para o cálculo da previsão foram designadas de acordo com os dados reais, ou seja, utilizando os mesmos meses (maio, agosto e novembro). Com essa resolução foi feita uma comparação com os dados reais coletados, podendo assim ser feita uma validação através dessa confrontação.

No Gráfico 11 pode-se verificar a variação, encontrada nas áreas expostas ao sol (Sem Árvore), entre a previsão para o mês de novembro de 2016 e o dado real da mesma data.

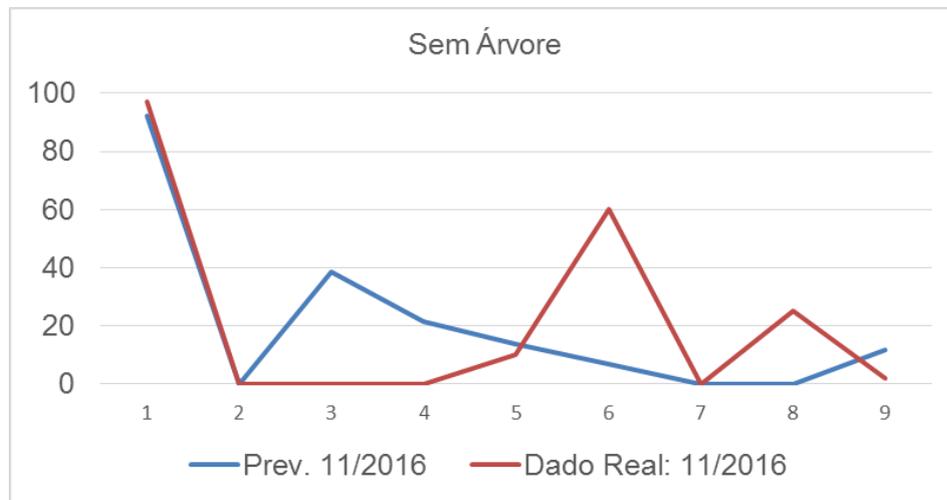


Gráfico 11: Comparação entre os dados previstos e os dados reais coletados, em relação ao tratamento Sem Árvore

E, por sua vez, no Gráfico 12 pode-se verificar a variação, encontrada em uma das áreas agroflorestais, coberta pela *Moringa oleifera*, entre a previsão para o mês de novembro de 2016, e o dado real da mesma data.

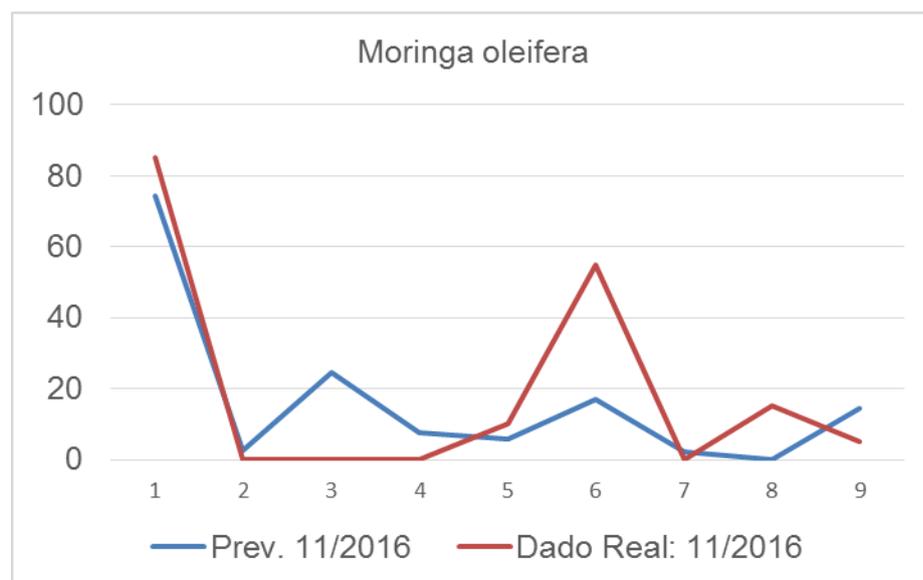


Gráfico 12: Comparação entre os dados previstos e os dados reais coletados, em relação ao tratamento *Moringa oleifera*

A discrepância entre os dados previstos e os reais é bastante elevada, o erro absoluto é eminente, os valores do mesmo podem ser vistos na Tabela 3, onde na primeira coluna destaca-se as plantas daninhas, na segunda coluna o tratamento que a planta foi exposto (Sem Árvore ou *Moringa oleífera*) e na terceira coluna o erro obtido. E, no Gráfico 13, pode-se analisar de forma mais detalhada esses resultados.

| Plantas Daninhas | Tratamento | Erro |
|--|-------------------------|-------------|
| Cobertura de Ervas | Sem Árvore | 5 |
| | <i>Moringa oleífera</i> | 11 |
| <i>Oxalis oxyptera</i> | Sem Árvore | 0 |
| | <i>Moringa oleífera</i> | 3 |
| <i>Bidens pilosa</i> | Sem Árvore | 39 |
| | <i>Moringa oleífera</i> | 25 |
| <i>Raphanus raphanistrum</i> | Sem Árvore | 21 |
| | <i>Moringa oleífera</i> | 8 |
| <i>Brachiaria plantaginea</i> | Sem Árvore | 4 |
| | <i>Moringa oleífera</i> | 4 |
| <i>Parthenium hysterophorus</i> | Sem Árvore | 53 |
| | <i>Moringa oleífera</i> | 38 |
| <i>Commelina bengalensis</i> | Sem Árvore | 0 |
| | <i>Moringa oleífera</i> | 2 |
| <i>Richardia brasiliensis</i> | Sem Árvore | 25 |
| | <i>Moringa oleífera</i> | 15 |
| Outras Espécies | Sem Árvore | 10 |
| | <i>Moringa oleífera</i> | 10 |

Tabela 3: Erro absoluto entre as previsões dos dados para 2016 e dado real de novembro de 2016 referentes a repetição 1 com o tratamento Sem Árvore e *Moringa oleífera*

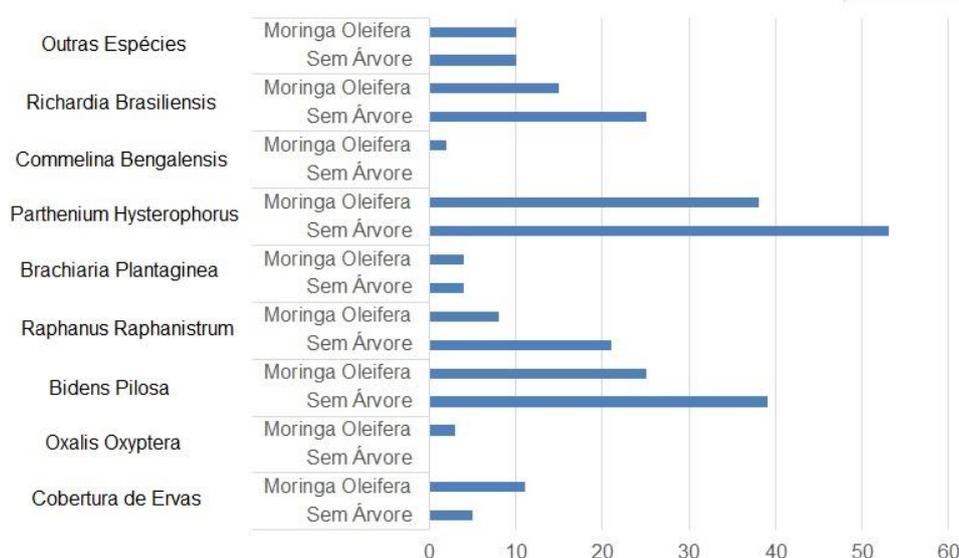


Gráfico 13: Erro encontrado entre os dados reais e a previsão feitas para novembro de 2016 em relação a áreas Sem Árvore e com cobertura da *Moringa oleifera*

O resultado dessa análise utilizando média móvel para prever a incidência de plantas daninhas em sistemas agroflorestais e de pleno sol utilizado no cultivo de café não se mostrou eficaz, principalmente, por não considerar os dados agrometeorológicos durante o cálculo da previsão, obtendo conclusões não tão interessantes devido ao alto valor do erro absoluto.

Visto que o método anterior, média móvel, não foi eficaz, para a continuação do desenvolvimento deste trabalho, foram estudados outros métodos para que pudesse ser calculada essa incidência.

Entre os métodos estudados, temos a Suavização Exponencial que não se mostrou eficaz devido à dificuldade em realizar previsões a longo prazo, e no problema a ser resolvido, como as coletas são feitas com um intervalo médio de 2 meses, esse prazo é essencial. Já os métodos de Projeção de Tendências e Box-Jenkins (ARIMA) apresentam o mesmo problema da Média Móvel, não fazem a análise agrometeorológica dos dados, tornando-se assim inoperante. Por sua vez, o método de Decomposição também foi inviável, visto que para seu desenvolvimento é utilizada a Média Móvel como parte de seu cálculo, e em estudos anteriores foi

verificado que essa aplicação não obtém resultados satisfatórios para o nosso problema.

Como conseguinte, foram estudados os métodos de Regressão, porém como a Regressão Simples não aceita várias variáveis, fomos direto para o método de Regressão Múltipla, já que o mesmo consegue analisar várias variáveis simultâneas para assim gerar o resultado desejado.

Deste modo, foram feitas previsões da incidência de plantas daninhas na cultura do café para novembro de 2016, essa data foi escolhida por termos os dados reais coletados pelo IAPAR deste período, dado que usaremos para a validação do método utilizado.

A seguir tem-se os resultados desses cálculos, onde pode-se analisar a incidência das seguintes plantas daninhas: *Brachiaria plantaginea*, *Parthenium hysterophorus* e *Richardia brasiliensis*, bem como a Cobertura Total de Ervas nos tratamentos Sem Árvore e de *Moringa oleifera*. Apesar de estar demonstrado apenas os resultados de dois tratamentos, todos os outros podem ser submetidos ao mesmo processo para cálculo da incidência; a escolha desses dois foi feita para analisar a diferença do comportamento das plantas daninhas em sistemas agroflorestais (*Moringa oleifera*) e em sistemas em pleno sol (Sem Árvore).

Primeiramente foram calculados os dados referentes a Cobertura de Ervas sobre o Tratamento Sem Árvore:

Na Tabela 5 são representados os dados da incidência de plantas daninhas, coletadas nas regiões de 1 à 4, e os dados agrometeorológicos (precipitação – pc, temperatura média – tmed e umidade relativa - ur) fornecidos pelo IAPAR durante os anos de 2014 e 2015.

| | r1 | r2 | r3 | r4 | pc | tmed | ur |
|-------|----|----|----|----|-------|-------|-------|
| 05/14 | 96 | 95 | 95 | 95 | 4,39 | 23,00 | 75,60 |
| 08/14 | 75 | 70 | 70 | 85 | 2,70 | 18,20 | 70,23 |
| 10/14 | 90 | 90 | 90 | 85 | 3,68 | 22,82 | 60,24 |
| 12/14 | 98 | 97 | 95 | 97 | 5,66 | 24,57 | 69,00 |
| 02/15 | 95 | 98 | 98 | 95 | 5,17 | 25,44 | 7,93 |
| 05/15 | 98 | 95 | 97 | 95 | 3,50 | 22,57 | 72,67 |
| 08/15 | 90 | 80 | 85 | 80 | 9,88 | 18,57 | 77,97 |
| 11/15 | 95 | 97 | 95 | 95 | 10,23 | 24,03 | 75,47 |

Tabela 4: Dados Cobertura de Ervas no tratamento Sem Árvore

Como os dados que analisados durante os cálculos é para novembro de 2016, utilizaremos uma média dados agrometeorológicos referentes a esse mês e o mês anterior, cujos resultados de suas médias aritméticas são: $pc = 3,825$, $tmed = 22,66$ e $ur = 62,36$.

Para facilitar o cálculo dos resultados, foi utilizada a linguagem R, que é um ambiente de desenvolvimento integrado para cálculos estatísticos e gráficos. Um exemplo de como são feitos os cálculos pode ser visto no *script*¹⁵ apresentado em vermelho na Figura 26. Onde, são digitadas nossas variáveis para análise (pc , tm , ur , área que deseja calcular – $r1$, $r2$, $r3$, $r4$), a fórmula da Regressão Múltipla (reg) e o comando para exibir os resultados na tela (*summary*).

¹⁵ *Script*: conjunto de instruções para que uma função seja executada em um determinado aplicativo (Fonte: Dicionário inFormal).

```

> #r1 - cobertura de ervas - sem árvore
> pc<-c(4.39,2.70,3.68,5.66,5.17,3.50,9.88,10.23)
> tm<-c(23,18.2,22.82,24.57,25.44,22.57,18.57,24.03)
> ur<-c(75.6,70.23,60.24,69,7.93,72.67,77.97,75.47)
> r1<-c(96,75,90,98,95,98,90,95)
> reg<-lm(r1~pc+tm+ur)
> summary(reg)

Call:
lm(formula = r1 ~ pc + tm + ur)

Residuals:
    1     2     3     4     5     6     7     8 
1.7225 -5.2200 -1.8727 -0.3915  0.7958  5.6107  4.3303 -4.9751

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  23.7373    23.0101   1.032   0.361
pc           0.5134     0.7076   0.726   0.508
tm           2.6338     0.8630   3.052   0.038 *
ur           0.1020     0.1011   1.008   0.370
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 5.232 on 4 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7282,    Adjusted R-squared:  0.5244 
F-statistic: 3.573 on 3 and 4 DF,  p-value: 0.1252

```

Figura 26: Cálculos da Cobertura de Ervas no Tratamento Sem Árvore da Região 1 utilizando a Linguagem R

A parte em azul da Figura 26 apresenta os resultados obtidos do *script* utilizado na Linguagem R. O “*Call*” mostra a fórmula utilizada, que, no caso, é a de regressão múltipla, os “*Residuals*” são os erros encontrados (mas não utilizaremos esses resultados), já os “*Coefficients*”, é a parte que vamos realmente utilizar para dar continuidade aos cálculos, demonstra as variáveis e as estimativas. Outro ponto de destaque do *script*, é o dado relacionado ao “*Multiple R-squared*”, o mesmo mostra a taxa de aceitação dos resultados, ou seja, o quão consistente o mesmo é, neste caso o resultado exposto é 0,7282, aproximadamente 73%.

Para todas as outras áreas são feitos os mesmos procedimentos, o único dado que vai mudar no nosso *script* é o referente a área no caso o r1, onde colocaremos os dados do r2 para calcular o r2, do r3 para o r3 e do r4 para o r4.

A próxima etapa é fazer um apanhado desses resultados e montar nossas equações. A equação é dada através do seguinte formato: $f(x) = \beta_0 + \beta_1x_1 + \dots + \beta_nx_n$, como explicado na Seção 3.2.1.7, atualizando a fórmula com as nossas variáveis, temos que $y = \beta_0 + \beta_1.pc + \beta_2.t.med + \beta_3.ur$. Os β são todos retirados da parte de “Coefficients” do nosso *script*, na Figura 27, podemos ver onde fica cada valor.

| Coefficients: | | | | | |
|---------------|----------|------------|---------|----------|-----------|
| | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t) | |
| (Intercept) | 23.7373 | 23.0101 | 1.032 | 0.361 | β_0 |
| pc | 0.5134 | 0.7076 | 0.726 | 0.508 | β_1 |
| tm | 2.6338 | 0.8630 | 3.052 | 0.038 | β_2 |
| ur | 0.1020 | 0.1011 | 1.008 | 0.370 | β_3 |

Figura 27: Valores para o cálculo de Regressão Múltipla da Cobertura de Ervas no Tratamento Sem Árvore da Região 1

Passando esses valores para a fórmula e arredondando os valores para duas casas após a vírgula, temos $y = 23,74 + 0,51pc + 2,63tmed + 0,10ur$. O mesmo processo é feita com os dados das outras regiões, cujas fórmulas geradas são:

- Região 2: $y = -5,19 + 0,33pc + 3,94tmed + 0,084ur$
- Região 3: $y = 10,44 + 0,51pc + 3,29tmed + 0,06ur$
- Região 4: $y = 34,86 - 0,39pc + 2,37tmed + 0,08ur$

O próximo passo é substituir os valores das variáveis *pc*, *tmed* e *ur*, que foram calculados previamente com os dados agrometeorológicos coletados em novembro de 2016, $pc = 3,825$, $tmed = 22,66$ e $ur = 62,36$, com esse cálculo encontraremos o valor previsto, que são respectivamente:

- Região 1: $y = 91,52$
- Região 2: $y = 90,59$
- Região 3: $y = 90,68$
- Região 4: $y = 92,06$

Para calcular o erro absoluto gerado, basta calcular a diferença entre os dados previstos e os dados reais, e para encontrar a porcentagem do erro é só dividir o erro absoluto pelo valor real. Resultados desses cálculos:

- Região 1: Erro Absoluto = 5,48 e Porcentagem de Erro = 6%
- Região 2: Erro Absoluto = 5,41 e Porcentagem de Erro = 6%
- Região 3: Erro Absoluto = 4,32 e Porcentagem de Erro = 5%
- Região 4: Erro Absoluto = 3,94 e Porcentagem de Erro = 4%

Os mesmos cálculos são feitos para a Cobertura de Árvores na *Moringa oleífera* e para as plantas daninhas (*Brachiaria plantaginea*, *Parthenium hysterophorus* e *Richardia brasiliensis*) em ambos tratamentos (Sem Árvore e *Moringa oleífera*).

Os resultados finais obtidos de todos os cálculos realizados utilizando a Regressão Múltipla podem ser visualizados da Tabela 6 até a Tabela 11. A mesma mostra as fórmulas geradas, os dados previstos, reais, erro absoluto e porcentagem de erro para cada região de cada cobertura de ervas e plantas daninhas nos diferentes tratamentos.

| COBERTURA DE ERVAS - SEM ÁRVORE | | | | | | | |
|-----------------------------------|------|---------------|--------|----------------------------------|------|---------------|--------|
| r1 | | | | r3 | | | |
| $y=23,74+0,51pc+2,63tmed+0,10ur$ | | | | $y=10,44+0,51pc+3,29tmed+0,06ur$ | | | |
| Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % | Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % |
| 91,52 | 97 | 5,48 | 6% | 90,68 | 95 | 4,32 | 5% |
| r2 | | | | r4 | | | |
| $y=-5,19+0,33pc+3,94tmed+0,084ur$ | | | | $y=34,86-0,39pc+2,37tmed+0,08ur$ | | | |
| Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % | Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % |
| 90,59 | 96 | 5,41 | 6% | 92,06 | 96 | 3,94 | 4% |

Tabela 5: Resultados Cobertura de Ervas no Tratamento Sem Árvore

| COBERTURA DE ERVAS - MORINGA OLEIFERA | | | | | | | |
|---------------------------------------|------|---------------|--------|------------------------------------|------|---------------|--------|
| r1 | | | | r3 | | | |
| $y=-23,92-0,94pc+4,43tmed+0,16ur$ | | | | $y=-59,99-0,25pc+5,26tmed+0,31ur$ | | | |
| Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % | Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % |
| 82,85 | 97 | 14,15 | 15% | 77,58 | 95 | 17,42 | 18% |
| r2 | | | | r4 | | | |
| $y=-33,02-1,31pc+4,31tmed+0,27ur$ | | | | $y=-58,50-3,076pc+5,34tmed+0,32ur$ | | | |
| Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % | Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % |
| 76,47 | 96 | 19,53 | 20% | 70,73 | 96 | 25,27 | 26% |

Tabela 6: Resultados Cobertura de Ervas no Tratamento de *Moringa oleifera*

Os resultados obtidos durante os cálculos de previsão são comparados com os dados reais, com relação à Cobertura de Ervas, no Gráfico 14 – áreas Sem Árvores - e no Gráfico 15 – áreas com *Moringa oleifera*.

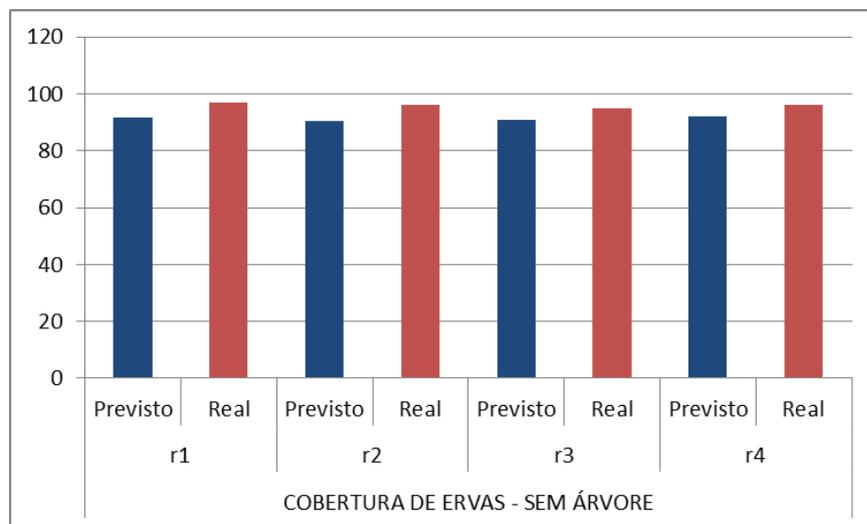


Gráfico 14: Comparação entre os dados previstos e os dados reais coletados, em relação ao a Cobertura de Ervas do tratamento Sem Árvore

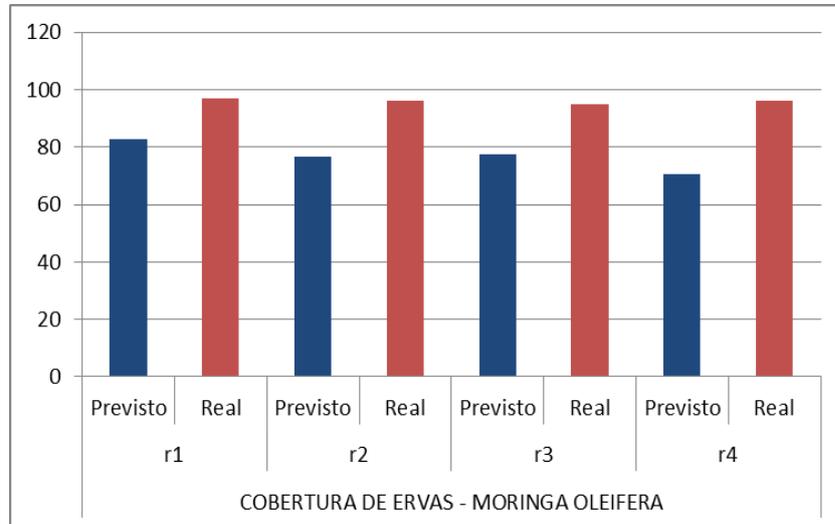


Gráfico 15: Comparação entre os dados previstos e os dados reais coletados, em relação ao a Cobertura de Ervas do tratamento *Moringa oleifera*

Os resultados obtidos durante os cálculos de erro são comparados com os dados reais, com relação à Cobertura de Ervas, no Gráfico 16 – áreas Sem Árvores - e no Gráfico 17 – áreas com *Moringa oleifera*.

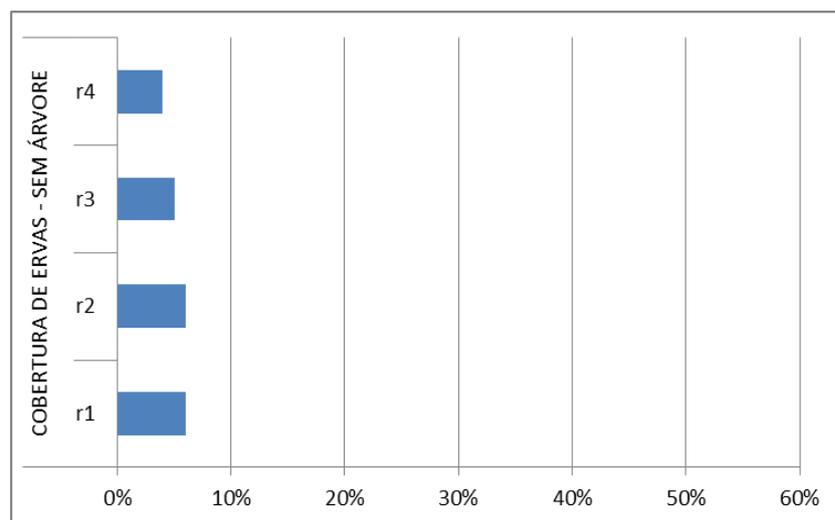


Gráfico 16: Erros encontrados com relação à Cobertura de Ervas no Tratamento Sem Árvore

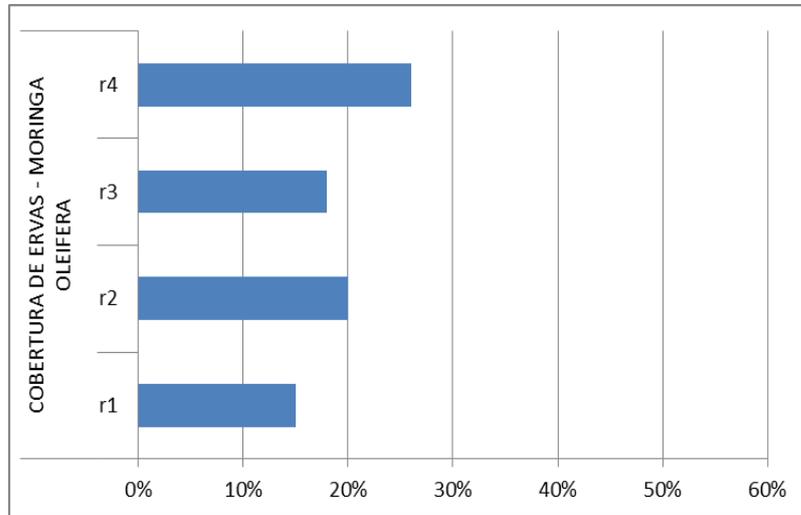


Gráfico 17: Erros encontrados com relação à Cobertura de Ervas no Tratamento *Moringa oleifera*

Ao analisar esses resultados, podemos supor que o erro gerado em cada observação é aceitável, por ser menos de 30%. Implicando que o método utilizado foi eficaz por obter um valor próximo ao real.

| BRACHIARIA PLANTAGINEA - SEM ÁRVORE | | | | | | | |
|--|------|---------------|--------|--|------|---------------|--------|
| r1 | | | | r3 | | | |
| $y = -150,47 + 3,38pc + 7,12tmed - 0,10ur$ | | | | $y = -120,38 + 2,35pc + 4,51tmed + 0,29ur$ | | | |
| Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % | Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % |
| 17,56 | 10 | 7,56 | 76% | 8,89 | 10 | 1,11 | 11% |
| r2 | | | | r4 | | | |
| $y = -100,5 + 4,65pc + 4,22tmed - 0,1ur$ | | | | $y = -162,64 + 0,91pc + 6,63tmed + 0,46ur$ | | | |
| Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % | Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % |
| 6,68 | 5 | 1,68 | 34% | 19,76 | 16 | 3,76 | 24% |

Tabela 7: Resultados *Brachiaria plantaginea* no Tratamento Sem Árvore

| BRACHIARIA PLANTAGINEA - MORINGA OLEIFERA | | | | | | | |
|---|------|---------------|--------|------------------------------------|------|---------------|--------|
| r1 | | | | r3 | | | |
| $y=-72,35+1,33pc+3,63tmed-0,08ur$ | | | | $y=-156,57+0,64pc+6,54tmed+0,37ur$ | | | |
| Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % | Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % |
| 10 | 10 | 0 | 0% | 17,15 | 20 | -2,85 | 14% |
| r2 | | | | r4 | | | |
| $y=-69,67+2,1pc+3,15tmed-0,04ur$ | | | | $y=-39,13+1,52pc+1,63tmed-0,02ur$ | | | |
| Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % | Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % |
| 7,25 | 10 | 2,75 | 28% | 2,37 | 0 | 2,37 | 0% |

Tabela 8: Resultados *Brachiaria plantaginea* no Tratamento de *Moringa oleifera*

Os resultados obtidos durante os cálculos de previsão são comparados com os dados reais, com relação à *Brachiaria plantaginea*, no Gráfico 18 – áreas Sem Árvores - e no Gráfico 19 – áreas com *Moringa oleifera*.

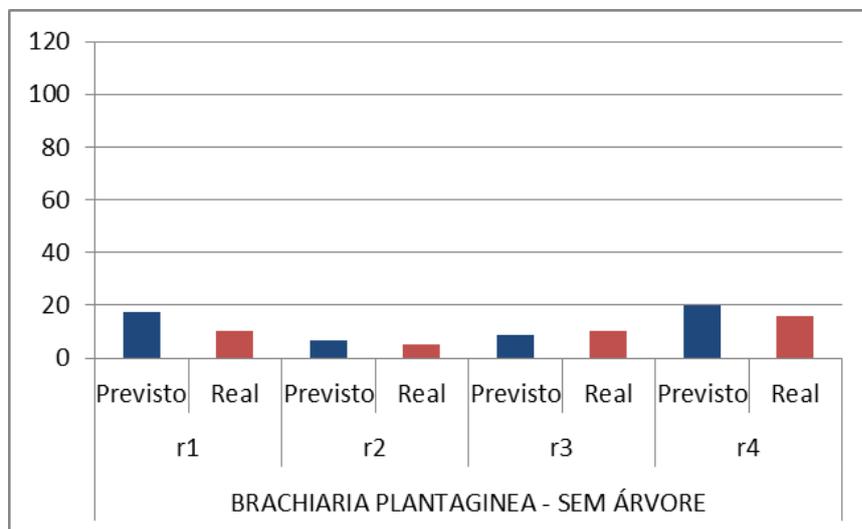


Gráfico 18: Comparação entre os dados previstos e os dados reais coletados, em relação ao a *Brachiaria plantaginea* do tratamento Sem Árvore

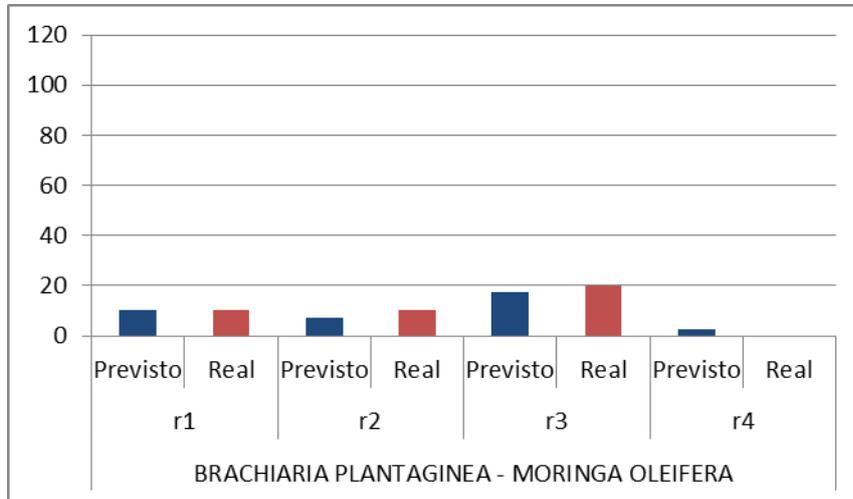


Gráfico 19: Comparação entre os dados previstos e os dados reais coletados, em relação ao a *Brachiaria plantaginea* do tratamento *Moringa oleifera*

Os resultados obtidos durante os cálculos de erro são comparados com os dados reais, com relação à *Brachiaria plantaginea*, no Gráfico 20 – áreas Sem Árvores - e no Gráfico 21 – áreas com *Moringa oleifera*.

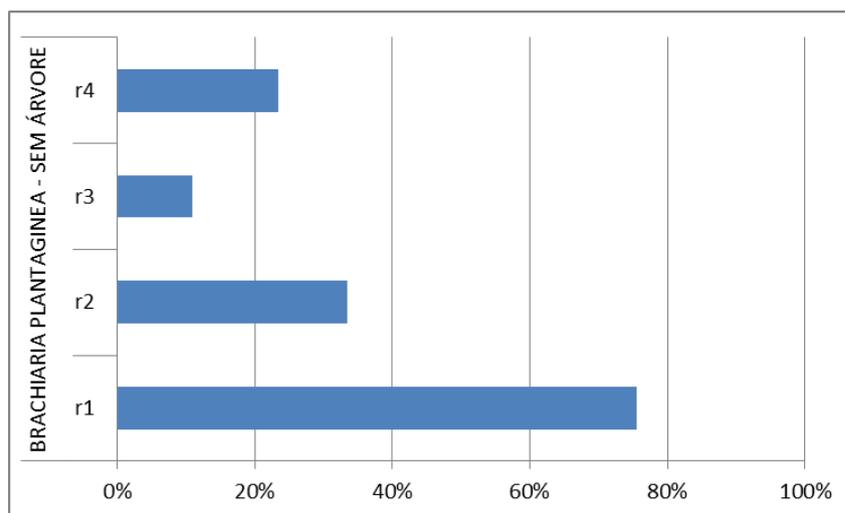


Gráfico 20: Erros encontrados com relação à *Brachiaria plantaginea* no Tratamento Sem Árvore

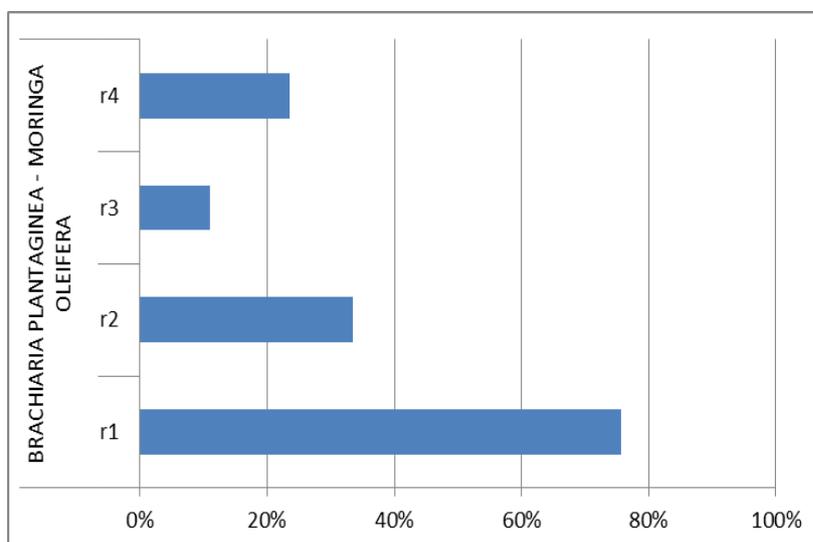


Gráfico 21: Erros encontrados com relação à *Brachiaria plantaginea* no Tratamento *Moringa oleifera*

Com relação a planta daninha *Brachiaria plantaginea*, os resultados também foram satisfatórios, mesmo que em uma das análises um dos erros foi de 76%, é justamente por isso que são coletados dados de várias áreas em um mesmo tratamento, assim temos uma métrica maior para investigar. Este problema pode ocorrer por conta de algum erro de quem fez a coleta dos dados ou por algum passarinho que tenha levado sementes da planta para essa área, causando assim um maior desenvolvimento nesta região.

| PARTHENIUM HYSTEROPHORUS - SEM ÁRVORE | | | | | | | |
|---|------|---------------|--------|---|------|---------------|--------|
| r1 | | | | r3 | | | |
| $y = -44,47 + 2,41pc + 2,08tmed - 0,13ur$ | | | | $y = -64,31 + 2,12pc + 2,71tmed + 0,04ur$ | | | |
| Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % | Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % |
| 3,77 | 60 | 56,23 | 94% | 7,70 | 55 | 47,30 | 86% |
| r2 | | | | r4 | | | |
| $y = -41,80 + 1,15pc + 2,02tmed - 0,06ur$ | | | | $y = -66,8 + 2,51pc + 2,25tmed + 0,14ur$ | | | |
| Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % | Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % |
| 4,63 | 60 | 55,67 | 92% | 4,42 | 45 | 40,58 | 90% |

Tabela 9: Resultados *Parthenium hysterophorus* no Tratamento Sem Árvore

| PARTHENIUM HYSTEROPHORUS - MORINGA OLEIFERA | | | | | | | |
|---|------|---------------|--------|-----------------------------------|------|---------------|--------|
| r1 | | | | r3 | | | |
| $y=-99,63+5,33pc+3,21tmed+0,22ur$ | | | | $y=-71,51+3,31pc+2,52tmed+0,08ur$ | | | |
| Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % | Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % |
| 7,21 | 55 | 47,78 | 87% | 3,24 | 40 | 36,76 | 92% |
| r2 | | | | r4 | | | |
| $y=-56,83+2,79pc+2,91tmed-0,19ur$ | | | | $y=-77,38+2,56pc+4,61tmed-0,38ur$ | | | |
| Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % | Previsto | Real | Erro Absoluto | Erro % |
| 7,93 | 45 | 37,07 | 82% | 13,18 | 40 | 26,82 | 67% |

Tabela 10: Resultados *Parthenium hysterophorus* no Tratamento de *Moringa oleifera*

Os resultados obtidos durante os cálculos de previsão são comparados com os dados reais, com relação à *Parthenium hysterophorus*, no Gráfico 22 – áreas Sem Árvores - e no Gráfico 23 – áreas com *Moringa oleifera*.

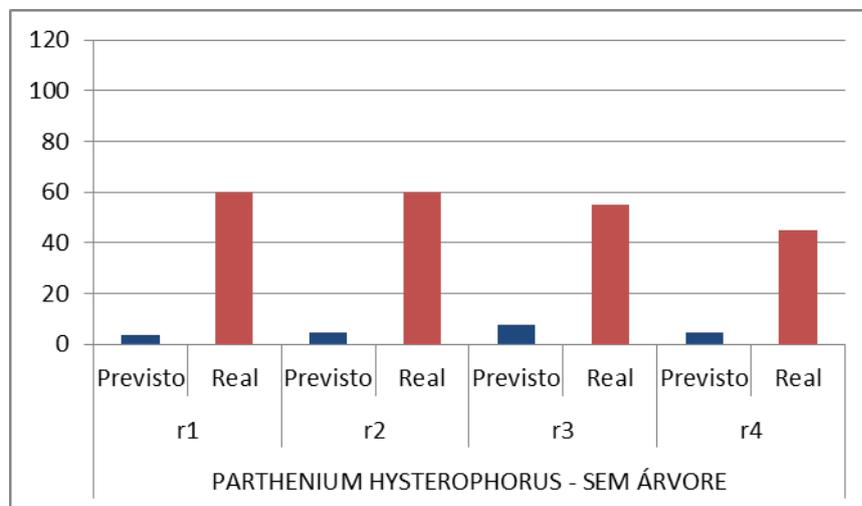


Gráfico 22: Comparação entre os dados previstos e os dados reais coletados, em relação ao a *Parthenium hysterophorus* do tratamento Sem Árvore

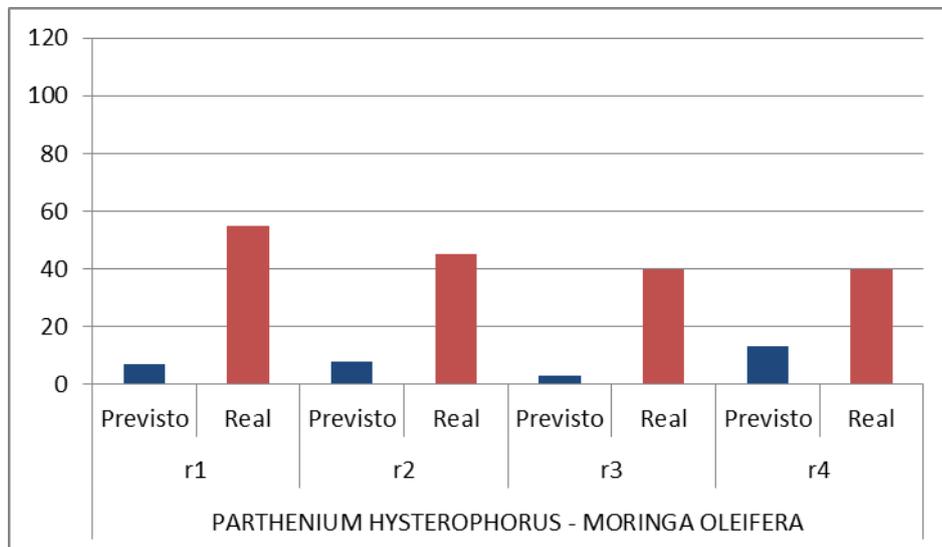


Gráfico 23: Comparação entre os dados previstos e os dados reais coletados, em relação ao a *Parthenium hysterophorus* do tratamento *Moringa oleifera*

Os resultados obtidos durante os cálculos de erro são comparados com os dados reais, com relação à *Parthenium hysterophorus*, no Gráfico 24 – áreas Sem Árvores - e no Gráfico 25 – áreas com *Moringa oleifera*.

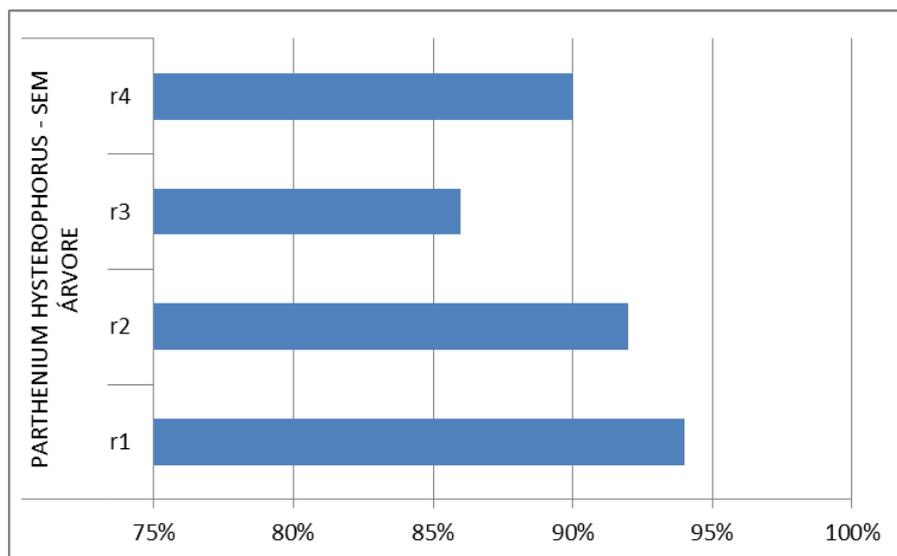


Gráfico 24: Erros encontrados com relação à *Parthenium hysterophorus* no Tratamento Sem Árvore

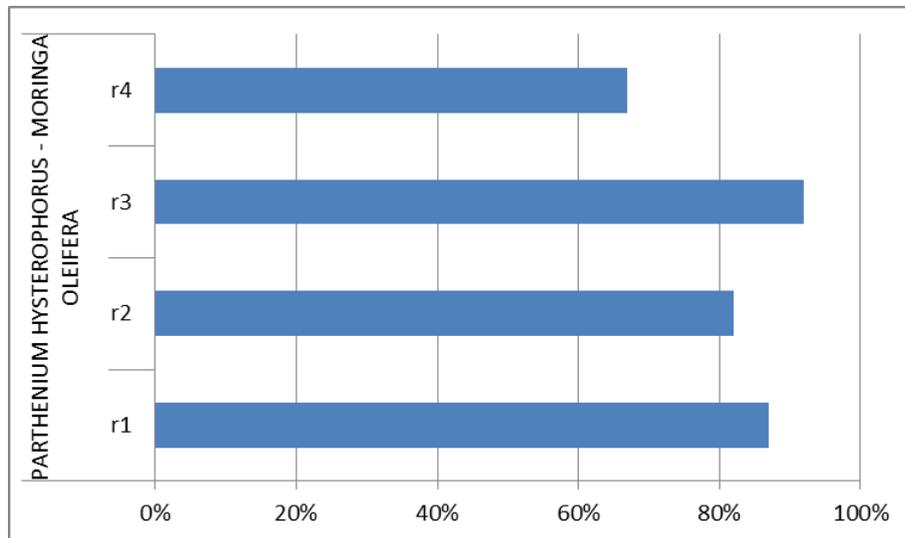


Gráfico 25: Erros encontrados com relação à *Parthenium hysterophorus* no Tratamento *Moringa oleifera*

A alta taxa de erros encontrados durante os cálculos de previsão da planta daninha *Parthenium hysterophorus*, deve-se ao fato de não termos dados suficientes para fazer uma análise aprofundada, visto que a mesma em vários meses são colocadas na parte de “outras espécies”, durante as coletas do IAPAR.

A taxa de incidência não pode ser calculada com relação a planta *Richardia brasiliensis*, visto que não são apresentados dados dos anos 2014 e 2015 da mesma nas coletas feitas pelo IAPAR, sendo sempre exibida nas “outras espécies”, sendo assim, nada pode ser calculado. Se for tentar calcular a equação gerada é $y = 0 + 0pc + 0tmed + 0ur$, nos resultando 0 de incidência e 100% de erro, cujo sabemos que está errado.

Outro método listado na Fundamentação Teórica é o Método Econométrico, este também não é aplicável no problema proposto neste trabalho, visto que é utilizado na análise de conjuntos de dados econômicos.

A tabela 11 denota uma síntese com todos os métodos utilizados, de forma que, na primeira coluna é citado o método, na segunda sua eficácia e na terceira a explicação da funcionalidade.

| Método | Eficácia | Explicação |
|------------------------|-----------------|--|
| Médias Móveis | Não Eficaz | Não considera os dados agrometeorológicos e apresenta alta taxa de erros |
| Suavização Exponencial | Não Eficaz | Dificuldade em realizar previsões em longo prazo |
| Projeção de Tendências | Não Eficaz | Não considera os dados agrometeorológicos |
| Decomposição | Não Eficaz | Utiliza a Média Móvel em seus cálculos |
| Box-Jekins (ARIMA) | Não Eficaz | Não considera os dados agrometeorológicos |
| Regressão Simples | Não Eficaz | Não aceita várias variáveis |
| Regressão Múltipla | Eficaz | Os resultados dos cálculos de previsão são similares ao coletado |
| Métodos Econométricos | Não Eficaz | Utilizado para análise de dados econômicos |

Tabela 11: Síntese dos Métodos Utilizados

6. PROTÓTIPO DA VISUALIZAÇÃO

Neste Capítulo é apresentado um protótipo de visualização para o projeto, como ocorrerá a interação do usuário com o sistema e as ferramentas utilizadas para seu desenvolvimento.

O primeiro passo foi criar um diagrama de casos de uso para especificar e descrever os requisitos funcionais do sistema. O diagrama pode ser visualizado na Figura 30, os casos de uso são representados por uma elipse contendo internamente o seu nome, e o ator, usuário do sistema é demonstrado por um boneco de palito; os <<extend>> implicam que o caso de uso pode ser acrescentado para descrever o comportamento do outro caso interligado, ou seja é apenas utilizado quando necessário (não é essencial).

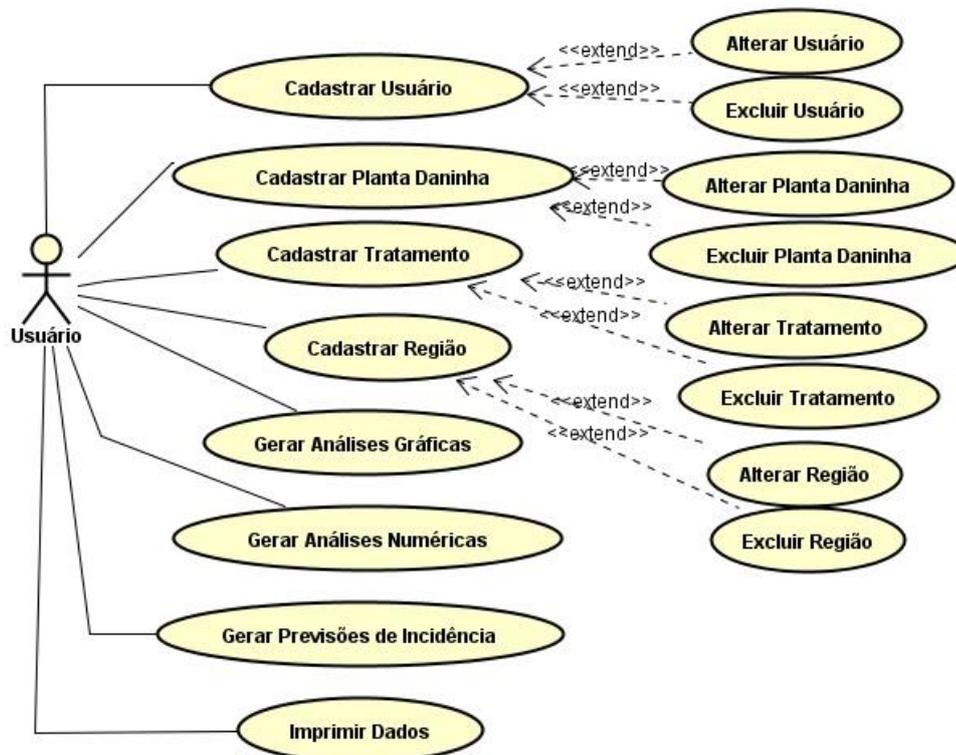


Figura 28: Casos de Uso do Protótipo

O apelo visual dessa ferramenta permite literalmente desenhar o processo de execução do negócio e visualizar a responsabilidade de cada participante, quando ele entrará em cena, qual será sua interação, a amplitude e a sequência em que o seu trabalho precisa ser realizado em relação às responsabilidades e tarefas dos demais integrantes do processo (NOVATEC, 2015).

O projeto é para plataforma Web, portanto para o desenvolvimento é utilizada a linguagem de estruturação e apresentação HTML (HyperText Markup Language), que atualmente encontra-se na versão 5, a mesma é escolhida por ser facilmente legível por humanos e compreendida por navegadores, é a base para criar páginas da internet e aplicações híbridas.

Para formatação de todos os aspectos de *design* do *layout*, dados a serem exibidos para o usuário (fontes, cores, bordas, tabelas, imagens, etc.), serão feitos a partir do uso do CSS (*Cascading Style Sheets*), que atualmente encontra-se na versão 3.

Na Figura 31 e na Figura 32 representa respectivamente a tela inicial do sistema e a tela que aparece após o usuário entrar no mesmo, que é feita através da validação do e-mail e senha previamente cadastradas no sistema.



Figura 29: Tela Inicial do Sistema



Figura 30: Tela após entrar do Sistema

Para entrar no sistema o usuário deve, primeiramente, ter uma conta, que pode ser criada na página inicial do sistema, onde são solicitados seu nome, sobrenome, e-mail e senha. O *login*¹⁶ é dado a partir da validação do e-mail e senha. Após ter sua entrada validada, o usuário pode adicionar, editar, remover ou imprimir os dados das coletas cadastradas no sistema, que mostram Plantas Daninhas, Tratamentos, Regiões e Datas das Coletas.

O sistema tem como funcionalidades analisar graficamente e numericamente as coletas solicitadas e cadastradas pelo usuário e calcular a previsão de incidência de plantas daninhas.

O resultado é dado de forma que, quando solicitado a análise gráfica, o sistema abrirá uma nova página, onde será exibido o gráfico de análise de incidência daninha, assim como é mostrado na Seção 5.1.1 deste trabalho, já para a análise numérica, será exibido uma tabela com os resultados da aplicação das medidas de posição e dispersão (média aritmética, media, moda, variância, desvio-padrão,

¹⁶ Login: processo para acessar um sistema informático restrito (Fonte: Dicionário inFormal).

coeficiente de variação e amplitude), assim como é representado na Tabela 3 da seção 5.1.2. E a exibição dos resultados da previsão de incidência daninha será similar as Tabelas da seção 5.2, onde trazem o valor previsto, o real, o erro absoluto e a porcentagem de erro.

7. CONCLUSÃO

Estudos relacionados a incidência de plantas daninhas é bastante recorrente na agronomia, principalmente, na cultura cafeeira; porém, estudos relacionados a previsão de sua incidência vem despertando interesse da literatura, sendo, então, o foco deste trabalho de pesquisa.

O primeiro passo para o desenvolvimento dessa pesquisa, foi analisar os dados disponibilizados pelo IAPAR utilizando gráficos e medidas de posição e dispersão. Com essas análises, pode-se concluir que a planta daninha *Bidens pilosa* aparece com uma maior frequência e, também, em maior quantidade em ambas as áreas analisadas, isso (possivelmente) ocorre, pois, esta espécie de planta é uma das mais sérias infestantes de lavouras anuais, uma única planta chega a produzir 3.000 a 6.000 sementes, que germinam assim que atingem a maturação, o que garante de 3 a 4 gerações anuais. Além disto, podem resistir de 3 a 5 anos quando enterradas no solo (LORENZI, 1976).

Após analisar e entender estes dados, alguns métodos para calcular a incidência de plantas daninhas em sistemas agroflorestais e em pleno sol da produção de café foram estudados e testados. O primeiro método utilizado foi o de média móvel que, embora não tenha obtido bons resultados, é importante em uma fase inicial deste estudo de caso para entendimento e análise dos dados, sua falha é não levar em consideração os dados agrometeorológicos, informações e influenciam diretamente no crescimento e desenvolvimento das plantas.

Por conseguinte, outros métodos foram explorados, porém a aplicação destes também não foram satisfatórias devido ao fato de não abranger todas as variáveis necessárias para a análise do problema exposto. Entre eles estão os métodos de Suavização Exponencial, que não foi eficaz devido à dificuldade em realizar previsões em longo prazo, Projeção de Tendências e Box-Jekins (ARIMA), não analisa agrometeorologicamente os dados, Decomposição, para seu desenvolvimento é necessário utilizar o método de Média Móvel (o mesmo é

insatisfatório), Regressão Simples, não analisa todas as variáveis necessárias, e os Métodos Econométricos, utilizados para análises econômicas.

O método que difundiu este trabalho foi o método de Regressão Múltipla. A escolha final do método utilizado deu-se por conta de abranger e analisar todas as variáveis necessárias, incidência de plantas daninhas e agrometeorológicos.

Após todas as análises pode-se concluir que as plantas daninhas vêm aumentando sua propagação cada vez mais, isso devido a fatores externos, como, animais carregando sementes, e sua adaptabilidade em outros ambientes, cada espécie de planta daninha tem suas próprias características, mas conseguem se acomodar em outros meios (SAAD, 1978).

Por fim, foi gerado um protótipo para visualização desses dados, cujo o objetivo principal é mostrar todos os resultados da previsão de incidências de plantas daninhas, além de ter uma interatividade com o usuário da ferramenta.

O objetivo do IAPAR, com a conclusão deste projeto, foi analisar qual a importância das áreas com sombras no meio da lavoura do café e qual a sua respectiva influência no crescimento das plantas daninhas. Estas análises foram realizadas utilizando medidas de posição e dispersão e, ainda, feitas conjuntamente com os dados agrometeorológicos. Por meio de resultados parciais da aplicação do método de regressão múltipla, pode-se comprovar a influência destes na incidência de plantas daninhas, independente da região e/ou área de tratamento. Entretanto, por não ser o foco central desta pesquisa, estes resultados estão sendo organizados em um relatório distinto que será entregue ao IAPAR.

Como propostas de trabalhos futuros, pode-se realizar a implementação da ferramenta que foi proposta na Seção 6. Na qual, a mesma auxiliaria os agrônomos a analisar e efetuar a previsão do crescimento de plantas daninhas nas suas plantações de café, sendo executado de forma simples e intuitiva, juntamente com a interação do usuário. O principal propósito do sistema a ser desenvolvido é demonstrar de maneira simplificada as análises feitas através de gráficos de ocorrência e comparação, além de dar a previsão em porcentagem da incidência de plantas daninhas em cada área. O usuário do sistema apenas teria que colocar as informações da sua cultura no site (Plantas Daninhas, Tratamentos, Regiões e Datas

de cada coleta) e clicar para fazer o tipo de análise desejada (Análises Gráficas, Análises Numéricas ou Previsões de Incidência).

É de grande relevância obter todas essas previsões de incidência, isso facilitaria a vida dos agrônomos, visto que em vez de esperar as plantas daninhas aparecerem na cultura para tomar alguma providência (arranca-las ou utilizar agrotóxico), o terreno poderá ser preparado previamente de acordo com o resultado da análise e previsão gerada.

REFERÊNCIAS

AAKER, David. Administração Estratégica de Mercado. Porto Alegre, 2001.

AGRICULTURA, P. e. A. Ministério da. Cafeicultura Brasileira. 2017.
<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>.
Último acesso em Maio/2017.

AGROLINK – O portal do Conteúdo Agropecuário. <https://www.agrolink.com.br/>.
Último acesso em Setembro/2017.

AGROMETEOROLOGIA – Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR).
<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1828>. Último acesso em Setembro/2017.

ARAÚJO. M. J. Fundamentos de Agronegócios. São Paulo: Atlas, 2003.

ÁRVORES DO BRASIL. <http://www.arvores.brasil.nom.br/new/lista.htm>. Último acesso em Setembro/2017.

BARROS, I. Produção das variedades Caturra e Mundo Novo de café em função do espaçamento, número de plantas por cova e condução das plantas. Piracicaba, 1997.

BATTISTI I. D. E.; BATTISTI G. Métodos Estatísticos. Ijuí-RS, 2008.

BIORGUIA, B. Manejo agroecológico do café. 2013.
<http://www.fundesyram.info/biblioteca/displayFicha.php?fichaID=2555>. Último acesso em Maio/2017.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M.; REINSEL, G. C. Time Series Analysis: Forecasting and Control. Prentice Hall, Englewood Cliff, 1994.

CAMARGO, A. P. O clima e a cafeicultura no Brasil. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 1985.

CAMARGO, M. B. P. Influência do clima na produtividade de grãos e na qualidade da bebida do café. Campinas, 2007.

CARAMORI, P. H. et al. Efeitos do vento sobre mudas de cafeeiro Mundo Novo e Catuaí Vermelho. Brasília, 1986.

CARVALHO, L. B. Plantas Daninhas. Lages, 2013.

CHRISTOFFOLETI, P.J. Dinâmica de populações de plantas daninhas e manejo de herbicidas para a cultura da soja. 1998.

CHAGAS, S. J. R.; LEITE, I. P. Alguns aspectos a serem observados na colheita para garantir a produção de um café de melhor qualidade. Lavras, MG: EPAMIG, 1998.

CLICK MUDAS. <https://www.clickmudas.com.br/>. Último acesso em Setembro/2017.

DAMATTA, F. M. Ecophysiological constrains on the production of shaded and unshaded coffee. Amsterdam, 2004.

DAVIS, M.; AQUILANO, N.; CHASE, R. Fundamentos da Administração da Produção. Porto Alegre, 2001.

DEUBER, R. Controle de plantas daninhas na cultura da soja. 1986.

DEUBER, R. Ciência das plantas infestantes: fundamentos. Jaboticabal, 2006.

DICIONÁRIO DO AURÉLIO. <https://dicionariodoaurelio.com/>. Último acesso em Novembro/2017.

DICIONÁRIO INFORMAL. <http://www.dicionarioinformal.com.br/>. Último acesso em Novembro/2017.

EMBRAPA. Café é a segunda bebida mais consumida no Brasil. 2015. <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2574254/cafe-e-a-segunda-bebida-mais-consumida-no-brasil>. Último acesso em Abril/2017.

FAZUOLI, L. C.; THOMAZIELLO, R. A.; CAMARGO, M. B. P. Aquecimento global, mudanças climáticas e a cafeicultura paulista. Campinas, 2007.

FONSECA, João José Saraiva da. Metodologia da Pesquisa Científica. Fortaleza: UEC, 2002.

FONTES J. R. A.; SHIRATSUCHI, L. S.; NEVES, J. L.; JÚLIO, L.; FILHO, J. S. Manejo Integrado de Plantas Daninhas. Planaltina-DF, 2003).

GAZZIERO, D. L. P. *et al.* Manual de Identificação de Plantas Daninhas da Cultura da Soja. Embrapa. Londrina, 2015.

GODET, M.; ROUBELAT, F. Creating the future: The use and misuse of scenarios. Long Range Planning. 1996

HAYASHI, F. Econometrics. Princeton University Press, 2000.

HEIJ, C.; BOER, P.; FRANSES, P. H.; KLOEK, T.; DIJK, H. K. V. Econometric Methods with Applications in Business and Economics. OXFORD, 2004.

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

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). <http://www.iapar.br/>. Último acesso em Julho/2017.

KALEKAR, P. S. Time series Forecasting using Holt-Winters Exponential Smoothing, KanwalRekhi School of Information Tecnology. 2004.

KISSMANN, K.G., Plantas Infestantes e Nocivas. BASF Brasileira S.A. São Paulo, 1997.

LEMES, L. N. et al. Weed interference on coffee fruit production during a four-year investigation after planting. 2010.

LORENZI, H. J. Principais Ervas Daninhas do Estado do Paraná. Fundação Instituto Agrônômico do Paraná. Londrina, 1976.

LORENZI, H. J. Plantas Daninhas do Brasil, terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda. Nova Odessa, 1991.

LORENZI, H. Plantas daninhas no Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. Nova Odessa. 2000.

LORENZI, H. J. Manual de Identificação e Controle de Plantas Daninhas, plantio direto e convencional. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda. Nova Odessa, 2014.

MALA INQUIETA. <http://www.malainquieta.com.br/rota-do-cafe-fazenda-palmeira-santa-mariana-parana/>. Último acesso em Julho/2017.

MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S.; HYNDMAN, R. Forecasting: Methods and Applications. New York, 1998.

MASSAÚD, C. Gestão estratégica e prospecção de cenários. São Paulo, 2011.

MATIELLO, J. B. et al. Cultura do café no Brasil: novo manual de recomendações. Rio de Janeiro, 2005.

MATTOS A. D. Engenharia de Custos: Tendência e Projeção. 2014.

MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P.; VIEIRA, L. L. Uso da terra e a qualidade microbiana de agregados de um Latossolo Vermelho Amarelo. R. Bras, 2013.

MEU CANTINHO VERDE. <http://www.meucantinhoverde.com>. Último acesso em Setembro/2017.

MONTEIRO, J. E. B. A. Agrometeorologia dos Cultivos – O Fator Meteorológico na Produção Agrícola. Brasília, 2009.

MORABITO R.; MIGUEL P. A. C.; FLEURY A.; MELLO C. H. P.; NAKANO D. N.; LIMA E. P.; TURRIONI J. B.; HO L. L.; MARTINS R. A.; SOUSA R.; COSTA S. E. G.; PUREZA V. Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. Elsevier, 2ª edição. Rio de Janeiro, 2012.

MORAIMA, G. S.; CANIZARES, A.; SALCEDO, F.; GUILLEN, L. A contribution to determine critical levels of weed interference in coffee crops of Monagas state. Venezuela, 2000.

MUZIK, T. J. Weed Biology and Control. McGraw-Hill Book Company. New York, 1970.

NETER, J., KUTNER, M. H., NACHTSHEIM, C. J., & WASSERMAN, W. Applied linear statistical models. Chicago: Irwin, 1996.

NOVATEC. Definindo Escopo em Projetos de Software. São Paulo, 2015.

OSPINA, D. Y. L. O Café: Caracterização da Cadeia Produtiva e Modelos de Programação Matemática para o Processo de Torrefação. Tese (Doutorado) — Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2014.

OSPINA, D. Y.; CARRAVILLA, M. A.; OLIVEIRA, J. F. A MIP model for production planning in the roasting coffee industry. In: . Computational Management Science: State of the Art 2014. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 157–163. ISBN 978-3-319-20430-7. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-20430-7_20>.

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

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. Informe Agropecuário, 1985.

RALSTON, A.; RABINOWITZ, P. A First Course in Numerical Analysis. McGraw-Hill and Dover, 2001.

ROJO, C. A. Simulação de Cenários e a Estratégia dos Negócios. CAP Accounting and Management, 2006.

RONCHI, C. P.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Manejo de plantas daninhas em lavouras de café. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitopatologia, 2001.

ROTA DO CAFÉ. <http://www.rotadocafe.tur.br>. Último acesso em Julho/2017.

RUEDELL, J. Plantio direto na região de Cruz Alta. Cruz Alta, 1995.

SAAD, O. A vez dos herbicidas. 2a Ed., São Paulo, Editora Nobel S.A., 1978.

SANTOS, H. G. et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006.

VERNETTI, F. J. Soja. Campinas, Fundação Cargil, 1983. FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A. Seleção participativa de variedades de mandioca na agricultura familiar. Embrapa Cerrados. 2011.

VICTORIA FILHO, R. Manejo integrado de doenças, pragas e plantas daninhas. Viçosa, 2000.

WANKE, P.; JULIANELLI, L. Previsão de Vendas. São Paulo, 2006.

ANEXO A – DADOS PLANTAS DANINHAS (IAPAR)

A disponibilização dos dados nas tabelas a seguir é exposta de forma que, na primeira coluna estão os tratamentos, na segunda coluna temos as repetições, na terceira coluna é mostrando o percentual total de solo coberto por plantas daninhas e nas demais colunas é mostrado o percentual do solo coberto por cada espécie, onde as espécies mudam a cada avaliação, e por fim, na última coluna é dada quantidade de massa seca (MS), em gramas, das plantas em 1m² de área.

Tabela 1: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 13/05/2014

| Tratamento | Repetição | Cobertura ervas % | Oxalis oxyptera % | Bidens pilosa % | Raphanus raphanistrum % | Outras espécies % * | MS g |
|------------------|-----------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------------|---------------------|------|
| Sem árvore | 1 | 96 | 0 | 20 | 70 | 6 | 904 |
| Sem árvore | 2 | 95 | 0 | 20 | 70 | 5 | 704 |
| Sem árvore | 3 | 95 | 1 | 50 | 40 | 4 | 720 |
| Sem árvore | 4 | 95 | 80 | 15 | 0 | 0 | 1280 |
| Moringa oleifera | 1 | 90 | 0 | 20 | 60 | 10 | 712 |
| Moringa oleifera | 2 | 80 | 0 | 50 | 20 | 10 | 964 |
| Moringa oleifera | 3 | 90 | 10 | 40 | 40 | 0 | 800 |
| Moringa oleifera | 4 | 80 | 5 | 50 | 10 | 15 | 1000 |

*Outras Espécies: *Commelina benghalensis*, *Amaranthus* spp. e *Alternanthera ficoidea*.

Tabela 2: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 07/08/2014

| Tratamento | Repetição | Cobertura ervas % | Oxalis oxyptera % | Bidens pilosa % | Outras espécies %* | MS g |
|------------------|-----------|-------------------|-------------------|-----------------|--------------------|------|
| Sem árvore | 1 | 75 | 0 | 65 | 10 | 316 |
| Sem árvore | 2 | 70 | 0 | 55 | 15 | 184 |
| Sem árvore | 3 | 70 | 15 | 45 | 10 | 72 |
| Sem árvore | 4 | 85 | 15 | 60 | 10 | 164 |
| Moringa oleifera | 1 | 75 | 5 | 60 | 10 | 156 |
| Moringa oleifera | 2 | 70 | 0 | 50 | 20 | 100 |
| Moringa oleifera | 3 | 65 | 5 | 50 | 10 | 176 |
| Moringa oleifera | 4 | 65 | 30 | 20 | 15 | 36 |

*Outras Espécies: *Raphanus raphanistrum*, *Commelina benghalensis*, *Alternanthera ficoidea*, *Phyllanthus corcovadensis*, *Richardia brasiliensis*, *Solanum americanum*, *Talinum patens* e *Parthenium hysterophorus*.

Tabela 3: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 20/10/2014

| Tratamento | Repetição | Cobertura ervas % | Brachiaria plantaginea % | Bidens pilosa % | Raphanus raphanistrum % | Outras espécies %* | MS g |
|------------------|-----------|-------------------|--------------------------|-----------------|-------------------------|--------------------|------|
| Sem árvore | 1 | 90 | 10 | 40 | 15 | 25 | 544 |
| Sem árvore | 2 | 90 | 0 | 60 | 10 | 20 | 448 |
| Sem árvore | 3 | 90 | 20 | 30 | 15 | 25 | 520 |
| Sem árvore | 4 | 85 | 20 | 25 | 15 | 25 | 468 |
| Moringa oleifera | 1 | 80 | 5 | 20 | 10 | 45 | 456 |
| Moringa oleifera | 2 | 80 | 5 | 30 | 10 | 35 | 376 |
| Moringa oleifera | 3 | 75 | 30 | 10 | 0 | 35 | 404 |
| Moringa oleifera | 4 | 60 | 0 | 20 | 0 | 40 | 432 |

*Outras Espécies: Parthenium hysterophorus, Euphobia heterophylla, Richardia Bbasiliensis e Erigeron bonariensis.

Tabela 4: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 11/12/2014

| Tratamento | Repetição | Cobertura ervas % | Brachiaria plantaginea % | Bidens pilosa % | Parthenium hysterophorus % | Outras espécies %* | MS g |
|------------------|-----------|-------------------|--------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------|------|
| Sem árvore | 1 | 98 | 70 | 10 | 10 | 8 | 1028 |
| Sem árvore | 2 | 97 | 20 | 45 | 20 | 12 | 1144 |
| Sem árvore | 3 | 95 | 30 | 25 | 40 | 10 | 1080 |
| Sem árvore | 4 | 97 | 80 | 5 | 10 | 2 | 996 |
| Moringa oleifera | 1 | 95 | 40 | 5 | 45 | 5 | 660 |
| Moringa oleifera | 2 | 95 | 25 | 30 | 30 | 10 | 688 |
| Moringa oleifera | 3 | 95 | 70 | 5 | 15 | 5 | 720 |
| Moringa oleifera | 4 | 90 | 10 | 20 | 50 | 10 | 504 |

*Outras Espécies: Richardia brasiliensis, Euphobia heterophylla, Raphanus raphanistrum, Oxalis Ooyptera e Sida spp.

Tabela 5: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 09/02/2015

| Tratamento | Repetição | Cobertura ervas % | Brachiaria plantaginea % | Bidens pilosa % | Parthenium hysterophorus % | Outras espécies %* | MS g |
|------------------|-----------|-------------------|--------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------|------|
| Sem árvore | 1 | 95 | 45 | 20 | 20 | 10 | 560 |
| Sem árvore | 2 | 98 | 30 | 50 | 15 | 3 | 464 |
| Sem árvore | 3 | 98 | 5 | 75 | 15 | 3 | 528 |
| Sem árvore | 4 | 95 | 5 | 80 | 5 | 5 | 476 |
| Moringa oleifera | 1 | 85 | 25 | 35 | 10 | 15 | 356 |
| Moringa oleifera | 2 | 70 | 20 | 5 | 30 | 15 | 336 |
| Moringa oleifera | 3 | 75 | 10 | 50 | 10 | 5 | 304 |
| Moringa oleifera | 4 | 65 | 10 | 5 | 50 | 0 | 364 |

*Outras Espécies: Euphobia heterophylla, Amaranthus spp., Raphanus raphanistrum, Digitaria horizontalis e Richardia brasiliensis.

Tabela 6: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 06/05/2015

| Tratamento | Repetição | Cobertura ervas % | Oxalis oxypetra % | Bidens pilosa % | Commelina bengalensis % | Raphanus raphanistrum % | Parthenium hysterophorus % | Outras espécies %* | MS g |
|------------------|-----------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|------|
| Sem árvore | 1 | 98 | 0 | 70 | 0 | 10 | 0 | 18 | 552 |
| Sem árvore | 2 | 95 | 0 | 60 | 10 | 10 | 0 | 15 | 668 |
| Sem árvore | 3 | 97 | 0 | 45 | 10 | 30 | 0 | 12 | 656 |
| Sem árvore | 4 | 95 | 0 | 40 | 0 | 30 | 10 | 15 | 440 |
| Moringa oleifera | 1 | 70 | 10 | 50 | 10 | 0 | 0 | 0 | 204 |
| Moringa oleifera | 2 | 60 | 0 | 50 | 10 | 0 | 0 | 0 | 168 |
| Moringa oleifera | 3 | 65 | 5 | 40 | 0 | 20 | 0 | 0 | 156 |
| Moringa oleifera | 4 | 60 | 25 | 15 | 20 | 0 | 0 | 0 | 108 |

*Outras Espécies: Amaranthus spp. e Euphobia heterophylla.

Tabela 7: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 04/08/2015

| Tratamento | Repetição | Cobertura ervas % | Oxalis oxyptera % | Commelina benghalensis % | Raphanus raphanistrum % | Bidens pilosa % | Parthenium hysterophorus % | MS g |
|------------------|-----------|-------------------|-------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|----------------------------|------|
| Sem árvore | 1 | 90 | 0 | 0 | 60 | 30 | 0 | 736 |
| Sem árvore | 2 | 80 | 0 | 10 | 50 | 20 | 0 | 692 |
| Sem árvore | 3 | 85 | 5 | 5 | 50 | 15 | 10 | 496 |
| Sem árvore | 4 | 80 | 5 | 0 | 60 | 15 | 0 | 752 |
| Moringa oleifera | 1 | 55 | 0 | 0 | 15 | 15 | 25 | 368 |
| Moringa oleifera | 2 | 50 | 0 | 10 | 5 | 30 | 5 | 268 |
| Moringa oleifera | 3 | 55 | 10 | 5 | 30 | 5 | 5 | 200 |
| Moringa oleifera | 4 | 30 | 20 | 10 | 0 | 0 | 0 | 288 |

Tabela 8: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 09/11/2015

| Tratamento | Repetição | Cobertura ervas % | Brachiaria plantaginea % | Bidens pilosa % | Parthenium hysterophorus % | Outras espécies %* | MS g |
|------------------|-----------|-------------------|--------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------|------|
| Sem árvore | 1 | 95 | 50 | 10 | 30 | 5 | 840 |
| Sem árvore | 2 | 97 | 60 | 20 | 15 | 2 | 960 |
| Sem árvore | 3 | 95 | 45 | 15 | 20 | 15 | 696 |
| Sem árvore | 4 | 95 | 20 | 20 | 40 | 15 | 764 |
| Moringa oleifera | 1 | 90 | 20 | 5 | 50 | 15 | 524 |
| Moringa oleifera | 2 | 80 | 30 | 15 | 30 | 5 | 668 |
| Moringa oleifera | 3 | 90 | 30 | 10 | 40 | 10 | 608 |
| Moringa oleifera | 4 | 65 | 20 | 5 | 30 | 10 | 684 |

*Outras Espécies: Richardia brasiliensis, Euphobia heterophylla, Commelina benghalensis e Raphanus raphanistrum.

Tabela 9: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 07/11/2016

| Tratamento | Repetição | Cobertura ervas % | Brachiaria plantaginea % | Parthenium hysterophorus % | Richardia brasiliensis % | Outras espécies %* | MS g |
|------------------|-----------|-------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|------|
| Sem árvore | 1 | 97 | 10 | 60 | 25 | 2 | 155 |
| Sem árvore | 2 | 96 | 5 | 60 | 20 | 11 | 173 |
| Sem árvore | 3 | 95 | 10 | 55 | 20 | 10 | 252 |
| Sem árvore | 4 | 96 | 16 | 45 | 25 | 10 | 150 |
| Moringa oleifera | 1 | 85 | 10 | 55 | 15 | 5 | 61 |
| Moringa oleifera | 2 | 85 | 10 | 45 | 10 | 20 | 78 |
| Moringa oleifera | 3 | 90 | 20 | 40 | 20 | 10 | 67 |
| Moringa oleifera | 4 | 70 | 0 | 40 | 20 | 10 | 5 |

*Outras Espécies: Bidens pilosa, Talium patens, Solanum americanun e Raphanus raphanistrum.

Tabela 10: Ocorrência de Plantas Daninhas, informações coletadas em 23/02/2017

| Tratamento | Repetição | Cobertura ervas % | Brachiaria plantaginea % | Alternanthera ficoidea % | Commelina benghalensis % | Parthenium hysterophorus % | Bidens pilosa % | Outras espécies %* | MS g |
|------------------|-----------|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------|--------------------|------|
| Sem árvore | 1 | 98 | 3 | 0 | 0 | 80 | 10 | 5 | 282 |
| Sem árvore | 2 | 98 | 0 | 0 | 0 | 80 | 10 | 8 | 407 |
| Sem árvore | 3 | 97 | 10 | 10 | 20 | 45 | 10 | 2 | 314 |
| Sem árvore | 4 | 95 | 5 | 20 | 0 | 45 | 20 | 5 | 278 |
| Moringa oleifera | 1 | 70 | 0 | 0 | 10 | 50 | 10 | 0 | 90 |
| Moringa oleifera | 2 | 60 | 0 | 0 | 5 | 40 | 10 | 5 | 88 |
| Moringa oleifera | 3 | 70 | 0 | 0 | 0 | 20 | 50 | 0 | 110 |
| Moringa oleifera | 4 | 30 | 0 | 20 | 0 | 10 | 0 | 0 | 6 |

*Outras Espécies: Oxalis Oxyptera, Digitaria Horizontalis, Amaranthus spp. e Raphanus Raphanistrum.

ANEXO B – DADOS AGROMETEOROLÓGICOS (IAPAR)

A disponibilização dos dados nas Tabelas 1 a 10, extraídas do próprio site do IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná), a seguir é exposta de forma que, na primeira coluna está o dia em que foi feita a análise, na segunda coluna temos a temperatura máxima do dia analisado, na terceira coluna é mostrada a temperatura mínima do dia analisado, na quarta coluna tem-se a precipitação do dia anterior ao analisado e, por fim, na última coluna é dada a umidade relativa do ar referente das 9 horas do dia anterior até as 9 horas do dia analisado. Os dados preenchidos nas tabelas vão do mês anterior até a data da medição, ou seja, se aferição foi feita no dia 13/05/2014 os dados da tabela vão do dia 01/04/2014 até o dia 13/05/2014.

Tabela 1: Dados Agrometeorológicos coletados em Abril e Maio de 2014

| Abril/Maio 2014 | | | | |
|-----------------|---------|---------|---------|--------|
| Dia | tmáx °C | tmin °C | prec mm | u.r. % |
| 1 | 27,6 | 19,6 | 24,2 | 82 |
| 2 | 29,8 | 19,8 | 6,6 | 70 |
| 3 | 30 | 17,1 | 0 | 77 |
| 4 | 29,8 | 20,6 | 0 | 67 |
| 5 | 30,2 | 19,3 | 0 | 64 |
| 6 | 30,5 | 18,7 | 0 | 62 |
| 7 | 31,6 | 19,2 | 0 | 65 |
| 8 | 31,6 | 19,8 | 0 | 71 |
| 9 | 28,2 | 20,6 | 0 | 88 |
| 10 | 28,2 | 17,4 | 30,8 | 74 |
| 11 | 29 | 20 | 0 | 73 |
| 12 | 30,4 | 21,3 | 0,2 | 85 |
| 13 | 24,2 | 19,9 | 29,4 | 87 |
| 14 | 24,2 | 17,6 | 0 | 80 |
| 15 | 19,8 | 17,2 | 0,3 | 94 |
| 16 | 24,8 | 16,6 | 9,6 | 82 |
| 17 | 29 | 17,2 | 0 | 72 |
| 18 | 27,6 | 18,8 | 0 | 79 |

| | | | | |
|----|------|------|------|----|
| 19 | 29 | 19,2 | 0 | 87 |
| 20 | 27,5 | 16,3 | 27,6 | 79 |
| 21 | 27,8 | 18,4 | 0 | 76 |
| 22 | 24 | 18,3 | 28 | 89 |
| 23 | 27 | 16,4 | 0 | 81 |
| 24 | 25,6 | 18,2 | 5,1 | 84 |
| 25 | 26,4 | 17 | 0,2 | 71 |
| 26 | 25,4 | 15,2 | 0 | 67 |
| 27 | 24,1 | 13,7 | 0 | 64 |
| 28 | 24,8 | 13,4 | 0 | 68 |
| 29 | 24,6 | 12,2 | 0 | 67 |
| 30 | 26,8 | 14,6 | 0 | 62 |
| 1 | 30,6 | 16,4 | 0,6 | 60 |
| 2 | 31,4 | 17,8 | 0 | 72 |
| 3 | 28,2 | 20,2 | 0,6 | 73 |
| 4 | 30 | 20,5 | 0 | 86 |
| 5 | 27,4 | 20,4 | 8,8 | 87 |
| 6 | 30,4 | 20,4 | 0,2 | 79 |
| 7 | 23,6 | 19,4 | 1 | 87 |
| 8 | 29,3 | 16,3 | 6 | 73 |

| | | | | |
|----|------|------|-----|----|
| 9 | 30,4 | 17,5 | 0,3 | 57 |
| 10 | 32,4 | 17,8 | 0 | 65 |
| 11 | 30,8 | 19,9 | 0,9 | 70 |
| 12 | 24,2 | 21 | 4,4 | 89 |
| 13 | 29,2 | 20 | 4 | 86 |

Tabela 2: Dados Agrometeorológicos coletados em Julho e Agosto de 2014

| Julho/Agosto 2014 | | | | |
|-------------------|---------|---------|---------|--------|
| Dia | tmáx °C | tmin °C | prec mm | u.r. % |
| 1 | 22,2 | 4,6 | 0 | 55 |
| 2 | 26,6 | 9,8 | 0 | 67 |
| 3 | 28 | 14,8 | 0 | 71 |
| 4 | 29 | 15,8 | 0 | 69 |
| 5 | 27,8 | 15,1 | 0 | 61 |
| 6 | 25,5 | 13,2 | 0 | 65 |
| 7 | 25,4 | 15,2 | 2,4 | 75 |
| 8 | 23,2 | 15,2 | 14,5 | 81 |
| 9 | 18,8 | 14,2 | 0 | 92 |
| 10 | 21,8 | 12 | 14,4 | 83 |
| 11 | 21,8 | 11,2 | 0 | 75 |
| 12 | 22 | 10,2 | 0 | 85 |
| 13 | 23,8 | 11,8 | 0 | 73 |
| 14 | 23,5 | 12 | 0 | 75 |
| 15 | 24,4 | 12,8 | 0 | 69 |
| 16 | 23,6 | 12,8 | 0 | 76 |
| 17 | 27,8 | 13,4 | 0 | 67 |
| 18 | 20,8 | 14,8 | 20,5 | 81 |
| 19 | 19,3 | 7,5 | 0 | 59 |
| 20 | 21,4 | 6,8 | 0 | 58 |
| 21 | 23 | 8 | 0 | 63 |
| 22 | 26,5 | 9,8 | 0 | 67 |
| 23 | 26,8 | 13,6 | 0 | 72 |
| 24 | 18,4 | 16,8 | 16 | 83 |
| 25 | 18,8 | 8,2 | 35 | 76 |
| 26 | 20 | 7,5 | 0 | 71 |
| 27 | 19,2 | 11,8 | 0 | 81 |
| 28 | 21,6 | 12 | 0 | 78 |
| 29 | 23,8 | 13 | 0 | 73 |
| 30 | 26,3 | 11,6 | 0 | 77 |

| | | | | |
|----|------|------|---|----|
| 31 | 26,3 | 13,8 | 0 | 77 |
| 1 | 28,2 | 13,8 | 0 | 61 |
| 2 | 28,3 | 12,8 | 0 | 65 |
| 3 | 29,6 | 13,6 | 0 | 53 |
| 4 | 30,2 | 13,2 | 0 | 54 |
| 5 | 24,4 | 15,8 | 0 | 53 |
| 6 | 24,2 | 10,6 | 0 | 61 |
| 7 | 28,6 | 13,4 | 0 | 67 |

Tabela 3: Dados Agrometeorológicos coletados em Setembro e Outubro de 2014

| Setembro/Outubro 2014 | | | | |
|-----------------------|---------|---------|---------|--------|
| Dia | tmáx °C | tmin °C | prec mm | u.r. % |
| 1 | 29 | 14,6 | 14,6 | 71 |
| 2 | 31,8 | 17,6 | 0 | 55 |
| 3 | 29 | 17,8 | 13,8 | 78 |
| 4 | 25,4 | 16,6 | 0 | 61 |
| 5 | 26,4 | 13,6 | 0 | 59 |
| 6 | 27,2 | 12,5 | 0 | 57 |
| 7 | 22,6 | 17,3 | 0,4 | 86 |
| 8 | 29,6 | 14,2 | 3 | 57 |
| 9 | 30,6 | 15,8 | 0 | 39 |
| 10 | 33 | 15 | 0 | 38 |
| 11 | 33,6 | 16,2 | 0 | 39 |
| 12 | 32,4 | 18,6 | 0 | 44 |
| 13 | 30,8 | 16,8 | 0 | 47 |
| 14 | 32,5 | 15 | 0 | 34 |
| 15 | 27 | 18,2 | 0 | 72 |
| 16 | 28,8 | 11,2 | 0 | 49 |
| 17 | 28,4 | 14 | 0 | 55 |
| 18 | 27,2 | 15,4 | 0 | 63 |
| 19 | 21,8 | 17,2 | 2,3 | 82 |
| 20 | 22,2 | 16,8 | 19,4 | 93 |
| 21 | 27,2 | 16,1 | 10,8 | 57 |
| 22 | 26,2 | 14,6 | 0 | 49 |
| 23 | 30 | 11,8 | 0 | 51 |
| 24 | 23,8 | 18 | 0 | 86 |
| 25 | 23 | 16,6 | 21 | 94 |
| 26 | 20,2 | 19 | 37,8 | 97 |

| | | | | |
|----|------|------|------|----|
| 27 | 22,8 | 17,2 | 42,5 | 87 |
| 28 | 23,2 | 17,2 | 0 | 88 |
| 29 | 31 | 17 | 0,5 | 83 |
| 30 | 31,5 | 17,4 | 10,2 | 68 |
| 1 | 23,2 | 19,2 | 0,3 | 82 |
| 2 | 26,2 | 17,6 | 3 | 56 |
| 3 | 25,4 | 13,4 | 0 | 65 |
| 4 | 24,4 | 12 | 0 | 55 |
| 5 | 25,6 | 12,1 | 0 | 53 |
| 6 | 26,6 | 11,2 | 0 | 55 |
| 7 | 28,4 | 16,2 | 0 | 47 |
| 8 | 30,8 | 14,2 | 0 | 42 |
| 9 | 32,8 | 16 | 0 | 34 |
| 10 | 35,4 | 17,4 | 0 | 38 |
| 11 | 36,7 | 18,3 | 0 | 37 |
| 12 | 36,6 | 19,3 | 0 | 34 |
| 13 | 36,6 | 19,2 | 0 | 55 |
| 14 | 38,3 | 20 | 0 | 43 |
| 15 | 34,4 | 22,4 | 0 | 67 |
| 16 | 36,2 | 18,6 | 0 | 49 |
| 17 | 36,6 | 22,2 | 0 | 48 |
| 18 | 34,5 | 20,2 | 0 | 58 |
| 19 | 36 | 20,7 | 0 | 67 |
| 20 | 21,9 | 18 | 4,6 | 88 |

Tabela 4: Dados Agrometeorológicos coletados em Novembro e Dezembro de 2014

| Novembro/Dezembro 2014 | | | | |
|------------------------|---------|---------|---------|--------|
| Dia | tmáx °C | tmin °C | prec mm | u.r. % |
| 1 | 33 | 21,3 | 0 | 68 |
| 2 | 32,6 | 21,5 | 0 | 73 |
| 3 | 29,2 | 20,2 | 1,4 | 72 |
| 4 | 29,4 | 19,9 | 0 | 89 |
| 5 | 30,8 | 17,8 | 23,5 | 76 |
| 6 | 32,8 | 18 | 0 | 58 |
| 7 | 29,6 | 22,2 | 0 | 78 |
| 8 | 26 | 18 | 10,8 | 82 |
| 9 | 31,3 | 19,3 | 0 | 58 |
| 10 | 32,4 | 18 | 0 | 42 |

| | | | | |
|----|------|------|------|----|
| 11 | 32,9 | 17 | 0 | 31 |
| 12 | 29,2 | 19,2 | 0,5 | 67 |
| 13 | 32,4 | 19 | 0 | 53 |
| 14 | 27,6 | 19 | 0 | 68 |
| 15 | 29,2 | 14,2 | 0 | 48 |
| 16 | 29,8 | 14,7 | 0 | 41 |
| 17 | 30,8 | 15,6 | 0 | 27 |
| 18 | 31,6 | 15 | 0 | 43 |
| 19 | 33 | 19 | 0 | 66 |
| 20 | 30 | 19,3 | 19,5 | 82 |
| 21 | 30 | 19,6 | 28,2 | 70 |
| 22 | 24,1 | 18,8 | 29,6 | 97 |
| 23 | 28,8 | 18,5 | 0 | 74 |
| 24 | 28,8 | 19,6 | 0 | 78 |
| 25 | 27,3 | 21 | 1,3 | 94 |
| 26 | 28,2 | 19,6 | 29,6 | 79 |
| 27 | 29 | 21,2 | 4 | 75 |
| 28 | 30,1 | 20,6 | 0 | 67 |
| 29 | 29,8 | 19,2 | 0 | 71 |
| 30 | 30,8 | 20,6 | 0 | 71 |
| 1 | 30,8 | 21,2 | 1,7 | 69 |
| 2 | 31 | 22,2 | 0 | 75 |
| 3 | 28,5 | 21,9 | 0 | 81 |
| 4 | 31,6 | 22,2 | 0 | 79 |
| 5 | 28,6 | 18 | 19,8 | 63 |
| 6 | 29,4 | 16,3 | 0 | 65 |
| 7 | 31,4 | 18,7 | 0 | 58 |
| 8 | 29,6 | 21 | 1 | 82 |
| 9 | 27 | 19,6 | 13,1 | 92 |
| 10 | 27,4 | 20,4 | 6,5 | 89 |
| 11 | 28,4 | 21,8 | 0,8 | 78 |

Tabela 5: Dados Agrometeorológicos coletados em Janeiro e Fevereiro de 2015

| Janeiro/Fevereiro 2015 | | | | |
|------------------------|---------|---------|---------|--------|
| Dia | tmáx °C | tmin °C | prec mm | u.r. % |
| 1 | 31,5 | 20,3 | 4,4 | 78 |
| 2 | 32,2 | 20,2 | 0 | 73 |
| 3 | 31,2 | 20,7 | 0 | 80 |
| 4 | 24,2 | 21,3 | 4,6 | 96 |

| | | | | |
|----|------|------|------|----|
| 5 | 30,1 | 19 | 50 | 73 |
| 6 | 28 | 20,3 | 6,2 | 73 |
| 7 | 31,8 | 20,8 | 0 | 77 |
| 8 | 30,4 | 20,2 | 0 | 81 |
| 9 | 31,6 | 20,8 | 5,6 | 77 |
| 10 | 32 | 20,5 | 7,6 | 78 |
| 11 | 34,2 | 20,3 | 0 | 65 |
| 12 | 34 | 20,7 | 1,2 | 64 |
| 13 | 33,2 | 21 | 0 | 60 |
| 14 | 27,2 | 19,3 | 5,6 | 76 |
| 15 | 33,1 | 19,5 | 1,8 | 61 |
| 16 | 33,6 | 20,7 | 0 | 71 |
| 17 | 34,6 | 22,6 | 0 | 59 |
| 18 | 34,6 | 21,8 | 0 | 70 |
| 19 | 34 | 20,4 | 0 | 61 |
| 20 | 35 | 21 | 2,2 | 67 |
| 21 | 32,8 | 19 | 2,6 | 72 |
| 22 | 29,4 | 20,4 | 0 | 65 |
| 23 | 30 | 16,4 | 0 | 65 |
| 24 | 31,6 | 19,3 | 0 | 65 |
| 25 | 31,6 | 20,4 | 0,8 | 71 |
| 26 | 29,4 | 19,7 | 16,4 | 85 |
| 27 | 27 | 20,2 | 9,6 | 85 |
| 28 | 29,4 | 20,5 | 33,4 | 89 |
| 29 | 28,2 | 20,2 | 30,2 | 90 |
| 30 | 28,4 | 20 | 5,2 | 83 |
| 31 | 29,2 | 18,9 | 13,8 | 76 |
| 1 | 29,9 | 19,3 | 0 | 76 |
| 2 | 30,4 | 20 | 0 | 81 |
| 3 | 31,8 | 18,7 | 0 | 75 |
| 4 | 28,4 | 20 | 3,6 | 85 |
| 5 | 30,4 | 21 | 2 | 79 |
| 6 | 29 | 18,2 | 0 | 71 |
| 7 | 29,2 | 17,4 | 0 | 66 |
| 8 | 31,2 | 18 | 0 | 63 |
| 9 | 31 | 21,4 | 0 | 75 |

Tabela 6: Dados Agrometeorológicos coletados em Abril e Maio de 2015

| Abril/Maio 2015 | | | | |
|-----------------|---------|---------|---------|--------|
| Dia | tmáx °C | tmin °C | prec mm | u.r. % |
| 1 | 31,6 | 18 | 0 | 62 |
| 2 | 30,2 | 17,8 | 0 | 67 |
| 3 | 29,6 | 17,2 | 0 | 91 |
| 4 | 28,3 | 17,9 | 0 | 64 |
| 5 | 28 | 19,2 | 11,2 | 85 |
| 6 | 26,8 | 17,8 | 0,3 | 71 |
| 7 | 24,8 | 16,2 | 0 | 65 |
| 8 | 26,6 | 14,2 | 0 | 64 |
| 9 | 28,2 | 16 | 0 | 66 |
| 10 | 29,4 | 17 | 0 | 61 |
| 11 | 30 | 16,9 | 0 | 64 |
| 12 | 30,8 | 18,3 | 0 | 62 |
| 13 | 29,8 | 18 | 0 | 58 |
| 14 | 28,6 | 18,4 | 0 | 67 |
| 15 | 29,6 | 19,4 | 2,8 | 76 |
| 16 | 29,6 | 21,2 | 0 | 88 |
| 17 | 29 | 18,4 | 6,5 | 68 |
| 18 | 25,8 | 19,9 | 0 | 87 |
| 19 | 29,8 | 19,6 | 0,2 | 81 |
| 20 | 31,8 | 20,2 | 0 | 73 |
| 21 | 28,8 | 21 | 0 | 85 |
| 22 | 23,4 | 19,6 | 37,4 | 94 |
| 23 | 28,8 | 19,8 | 6,6 | 78 |
| 24 | 29,6 | 18,4 | 0 | 75 |
| 25 | 28,4 | 17,4 | 0 | 68 |
| 26 | 26,5 | 14,6 | 0 | 66 |
| 27 | 28 | 14,9 | 0 | 65 |
| 28 | 27,8 | 14,3 | 0 | 67 |
| 29 | 26,4 | 15,8 | 0 | 66 |
| 30 | 25,2 | 13,6 | 0 | 68 |
| 1 | 26,3 | 13,2 | 0 | 67 |
| 2 | 26,6 | 13,8 | 0 | 68 |
| 3 | 28,2 | 15,2 | 0 | 82 |
| 4 | 24,8 | 16,2 | 61 | 85 |
| 5 | 23 | 15,4 | 0 | 85 |
| 6 | 25 | 15,4 | 0 | 77 |

Tabela 7: Dados Agrometeorológicos coletados em Julho e Agosto de 2015

| Julho/Agosto 2015 | | | | |
|-------------------|---------|---------|---------|--------|
| Dia | tmáx °C | tmin °C | prec mm | u.r. % |
| 1 | 19 | 16,2 | 15,8 | 92 |
| 2 | 17 | 13,4 | 1,6 | 99 |
| 3 | 16,8 | 15 | 91,8 | 100 |
| 4 | 19,2 | 15,5 | 86,2 | 86 |
| 5 | 16,7 | 10,2 | 0 | 82 |
| 6 | 21 | 10,4 | 0 | 89 |
| 7 | 19,4 | 16,6 | 9,9 | 97 |
| 8 | 19,6 | 15,2 | 45,6 | 94 |
| 9 | 21 | 13 | 0 | 80 |
| 10 | 24,2 | 11,2 | 0 | 87 |
| 11 | 18,5 | 14,6 | 59,2 | 96 |
| 12 | 20,8 | 14,6 | 1,2 | 89 |
| 13 | 28,2 | 14,4 | 0 | 60 |
| 14 | 28,2 | 17,4 | 0 | 70 |
| 15 | 21,4 | 17 | 10,5 | 92 |
| 16 | 22,2 | 16,6 | 0,3 | 86 |
| 17 | 20,6 | 14,9 | 2,2 | 91 |
| 18 | 27,2 | 14 | 20,4 | 73 |
| 19 | 26,4 | 14 | 0 | 66 |
| 20 | 26,2 | 13,6 | 0 | 67 |
| 21 | 23,4 | 17,2 | 1,2 | 72 |
| 22 | 21,4 | 13,4 | 0 | 76 |
| 23 | 20,8 | 12,4 | 0 | 84 |
| 24 | 23 | 13,6 | 0 | 90 |
| 25 | 23,2 | 14 | 0 | 73 |
| 26 | 22,2 | 10,3 | 0 | 77 |
| 27 | 24,8 | 9 | 0 | 74 |
| 28 | 25,8 | 9,6 | 0 | 71 |
| 29 | 27,4 | 13 | 0 | 68 |
| 30 | 27 | 12,6 | 0 | 63 |
| 31 | 27,4 | 12,8 | 0 | 63 |
| 1 | 27,6 | 15,9 | 0 | 58 |
| 2 | 28,4 | 13,3 | 0 | 57 |
| 3 | 29,6 | 13,4 | 0 | 58 |
| 4 | 30 | 16 | 0 | 49 |

Tabela 8: Dados Agrometeorológicos coletados em Outubro de Novembro de 2015

| Outubro/Novembro 2015 | | | | |
|-----------------------|---------|---------|---------|--------|
| Dia | tmáx °C | tmin °C | prec mm | u.r. % |
| 1 | 29,3 | 15 | 7,8 | 75 |
| 2 | 32,6 | 18,2 | 0 | 70 |
| 3 | 23,7 | 18,6 | 58,4 | 93 |
| 4 | 28,7 | 18,6 | 0,8 | 71 |
| 5 | 29 | 18,8 | 0 | 67 |
| 6 | 29,8 | 15,3 | 0 | 59 |
| 7 | 33,4 | 16,3 | 0 | 57 |
| 8 | 35,4 | 21,4 | 0 | 52 |
| 9 | 30,2 | 19,8 | 31,2 | 96 |
| 10 | 24,9 | 19 | 72,4 | 88 |
| 11 | 21,6 | 19,1 | 5 | 97 |
| 12 | 18,8 | 17,3 | 23,4 | 98 |
| 13 | 24,6 | 14,2 | 13,8 | 82 |
| 14 | 32,8 | 17,8 | 0 | 61 |
| 15 | 35,8 | 21 | 0 | 57 |
| 16 | 37,4 | 22 | 0 | 46 |
| 17 | 32,8 | 21,7 | 0 | 77 |
| 18 | 27,8 | 17,6 | 0 | 63 |
| 19 | 31 | 14,8 | 0 | 62 |
| 20 | 37,2 | 20,2 | 0 | 51 |
| 21 | 36,4 | 23,2 | 0 | 50 |
| 22 | 36,5 | 22,8 | 0 | 72 |
| 23 | 25,6 | 16,8 | 35 | 82 |
| 24 | 28,5 | 18,8 | 0,2 | 70 |
| 25 | 28,2 | 16,7 | 0 | 78 |
| 26 | 28,6 | 18 | 0,3 | 81 |
| 27 | 27,8 | 19,6 | 3,2 | 92 |
| 28 | 30,4 | 20,2 | 0,6 | 76 |
| 29 | 29,4 | 18,2 | 0 | 59 |
| 30 | 31 | 17,8 | 0 | 64 |
| 31 | 26,2 | 21,1 | 4,4 | 96 |
| 1 | 23,8 | 21 | 8 | 93 |
| 2 | 23,2 | 18,5 | 2,6 | 90 |
| 3 | 27 | 20 | 2,2 | 93 |
| 4 | 26,8 | 21 | 28,8 | 96 |

| | | | | |
|---|------|------|------|----|
| 5 | 26,4 | 18,4 | 18,1 | 93 |
| 6 | 29,2 | 20,2 | 0,6 | 86 |
| 7 | 28,6 | 17,3 | 50 | 67 |
| 8 | 28,8 | 18,3 | 0 | 83 |
| 9 | 29,6 | 19,4 | 42,5 | 78 |

Tabela 9: Dados Agrometeorológicos coletados em Outubro de Novembro de 2016

| | | | | |
|----|------|------|-----|----|
| 30 | 28,6 | 14,1 | 0 | 58 |
| 31 | 31,2 | 15,4 | 0 | 58 |
| 1 | 31,8 | 19 | 0,0 | 55 |
| 2 | 28,8 | 17,6 | 0,0 | 79 |
| 3 | 27,8 | 16,8 | 9 | 68 |
| 4 | 29,0 | 17,4 | 0,0 | 59 |
| 5 | 30 | 16,0 | 0,0 | 55 |
| 6 | 31 | 16 | 0 | 50 |
| 7 | 32,1 | 19 | 0 | 63 |

| Outubro/Novembro 2016 | | | | |
|-----------------------|---------|---------|---------|--------|
| Dia | tmáx °C | tmin °C | prec mm | u.r. % |
| 1 | 27,8 | 13,9 | 0 | 58 |
| 2 | 29,3 | 14,5 | 0 | 55 |
| 3 | 20,8 | 15 | 0,3 | 93 |
| 4 | 24 | 15,2 | 4,4 | 73 |
| 5 | 25,4 | 14,8 | 0 | 63 |
| 6 | 21,4 | 13,9 | 0 | 65 |
| 7 | 25,4 | 11 | 0 | 51 |
| 8 | 29,9 | 12,8 | 0 | 41 |
| 9 | 30,8 | 15,8 | 0 | 42 |
| 10 | 30,1 | 15,4 | 0 | 47 |
| 11 | 25,1 | 15,4 | 0 | 73 |
| 12 | 32,2 | 14,9 | 2,8 | 56 |
| 13 | 27,0 | 18,9 | 12,5 | 97 |
| 14 | 23,4 | 17,2 | 44,6 | 91 |
| 15 | 28,4 | 19,4 | 0,0 | 72 |
| 16 | 34,2 | 20,2 | 0,0 | 52 |
| 17 | 36,2 | 21,0 | 0,0 | 53 |
| 18 | 35,8 | 22,0 | 0 | 53 |
| 19 | 37 | 22,9 | 0 | 52 |
| 20 | 36,2 | 23,2 | 0 | 77 |
| 21 | 29,4 | 20 | 61,5 | 84 |
| 22 | 28,6 | 19,0 | 0,0 | 69 |
| 23 | 31,8 | 17,2 | 0 | 61 |
| 24 | 32,8 | 20,4 | 0 | 77 |
| 25 | 23,6 | 19,0 | 33,5 | 97 |
| 26 | 22,6 | 19,0 | 15,8 | 95 |
| 27 | 24,2 | 17,4 | 12,4 | 73 |
| 28 | 24,0 | 11 | 0,0 | 48 |
| 29 | 26,8 | 12,3 | 0 | 47 |

Tabela 10: Dados Agrometeorológicos coletados em Janeiro e Fevereiro de 2017

| Janeiro/Fevereiro 2017 | | | | |
|------------------------|---------|---------|---------|--------|
| Dia | tmáx °C | tmin °C | prec mm | u.r. % |
| 1 | 30,4 | 20,7 | 51,2 | 86 |
| 2 | 29,1 | 20 | 44,8 | 86 |
| 3 | 31,4 | 20,5 | 6,8 | 77 |
| 4 | 27,6 | 21,0 | 0,6 | 88 |
| 5 | 30,0 | 20,4 | 4,8 | 75 |
| 6 | 30,4 | 20,8 | 0,0 | 79 |
| 7 | 30,2 | 19,8 | 0,4 | 75 |
| 8 | 33,0 | 20,3 | 0,0 | 69 |
| 9 | 33,2 | 23,3 | 0,0 | 76 |
| 10 | 30,8 | 21,3 | 0,4 | 75 |
| 11 | 31,2 | 21,5 | 0,0 | 77 |
| 12 | 31,2 | 21,2 | 0,0 | 74 |
| 13 | 29,1 | 19,3 | 0,3 | 68 |
| 14 | 30,1 | 20,6 | 0,0 | 73 |
| 15 | 31 | 20,9 | 0,0 | 72 |
| 16 | 28,2 | 21,5 | 0,0 | 84 |
| 17 | 28,8 | 20,4 | 59,6 | 89 |
| 18 | 28,4 | 21,0 | 6,4 | 80 |
| 19 | 29,2 | 20,1 | 0,0 | 84 |
| 20 | 28,1 | 19,3 | 19,6 | 77 |
| 21 | 28,8 | 20,3 | 0,0 | 75 |
| 22 | 27,8 | 18,5 | 1,4 | 85 |
| 23 | 27,2 | 18,2 | 0,6 | 83 |
| 24 | 29,6 | 19,0 | 32,2 | 80 |
| 25 | 25,0 | 20,0 | 12,2 | 89 |

| | | | | |
|----|------|------|------|----|
| 26 | 27,1 | 20,0 | 3,6 | 79 |
| 27 | 29,4 | 18,0 | 0,0 | 76 |
| 28 | 24,0 | 20,2 | 0,0 | 94 |
| 29 | 24,4 | 18,4 | 11,6 | 90 |
| 30 | 29,1 | 19,8 | 1,8 | 83 |
| 31 | 23,8 | 19,4 | 6,2 | 81 |
| 1 | 26,4 | 20 | 4,6 | 86 |
| 2 | 29,2 | 18,4 | 0,9 | 83 |
| 3 | 29,4 | 20,6 | 19,6 | 83 |
| 4 | 31,4 | 20 | 6,3 | 79 |
| 5 | 32,8 | 22 | 3,3 | 76 |
| 6 | 32,8 | 20,4 | 3,5 | 62 |
| 7 | 32 | 20 | 0 | 69 |

| | | | | |
|----|------|------|------|----|
| 8 | 32,6 | 21,4 | 0 | 70 |
| 9 | 30,8 | 21 | 0 | 68 |
| 10 | 29,8 | 19,8 | 0 | 71 |
| 11 | 31,6 | 20,9 | 0 | 71 |
| 12 | 30,6 | 21,2 | 1,8 | 89 |
| 13 | 24,6 | 20,6 | 21,6 | 96 |
| 14 | 29,9 | 20,4 | 34,8 | 74 |
| 15 | 32,6 | 20 | 0 | 57 |
| 16 | 33,3 | 21 | 0 | 68 |
| 17 | 32,4 | 22 | 0 | 86 |
| 18 | 33 | 20 | 0 | 61 |
| 19 | 34,1 | 21 | 0 | 59 |
| 20 | 34,4 | 21,9 | 0 | 58 |

ANEXO C – AUTORIZAÇÃO DO USO DE DADOS (IAPAR)



À Professora Tamara Angélica Baldo,

Centro de Ciências Tecnológicas da UENP.

Venho, por meio deste, autorizar a utilização de dados parciais coletados em experimento desenvolvido no IAPAR no trabalho de conclusão de curso da aluna Cristiane Fabrício Machado.

Os dados são referentes às avaliações de incidência de plantas daninhas em experimento de café consorciado com espécies arbóreas, nos tratamentos: café consorciado com *Moringa oleífera* e café a pleno sol.

Coloco-me à disposição.

Patricia Santoro

Pesquisadora - Fitotecnia

APÊNDICE A – VISITAS TÉCNICAS

Para se obter uma maior familiaridade com o estudo, o problema e elencar informações, sobre cada fase do processo da produção do café, como, por exemplo, os fatores climáticos e plantas daninhas interferem no desenvolvimento da cultura, foram realizadas algumas visitas técnicas. Sendo elas na Fazenda Palmeira e no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR).

Com o entendimento obtido, foi identificado os gargalos envolvidos durante os procedimentos, podendo-se assim eleger o crescimento de plantas daninhas, um dos agravantes no cultivo de café, então sendo eleito como o foco do presente trabalho.

1. FAZENDA PALMEIRA

A Fazenda Palmeira é um empreendimento rural localizado na cidade de Santa Mariana-PR, 30 quilômetros de Bandeirantes, onde está a Universidade Estadual do Norte do Paraná. Seu maior enfoque é na produção de café, porém também é produtora de outros grãos, como milho, soja e trigo, e cria gado de corte nelore. A tradição na produção café é mantida desde 1942, quando a fazenda foi adquirida por um imigrante suíço. A mesma recebe turistas da Rota do Café (contribuidora para o desenvolvimento do turismo e o resgate histórico-cultural do café na região do norte do Paraná). Sua extensão é de aproximadamente 1200 hectares, sendo 20% de reserva legal.

Atualmente os administradores e proprietários são a senhora Cornélia Margot Gamerschlag e seu esposo Norbert Gamerschlag. A fazenda também conta com as certificações UTZ, Fairtrade e 4C. A mesma apresenta uma produção sustentável, com a adoção de boas práticas agronômicas, rastreabilidade e segurança alimentar.



Figura 1: Placa de Identificação da Fazenda Palmeira

Os trabalhadores da fazenda são compreendidos por cerca de 30 famílias que moram na fazenda, em uma colônia com biblioteca e capela.

A especialidade da Palmeira é a produção de cafés especiais, para os consumidores mais exigentes. No decorrer deste relatório serão descritos os estágios da colheita do café (cultivo, colheita e estocagem dos grãos), o maquinário e as instalações da fazenda.

1.1 Produções

Além da produção de café, que apresenta maior destaque na Fazenda Palmeira, a mesma é provedora de outros grãos: milho, soja e trigo. Ao diversificar uma propriedade agrícola você tem vários benefícios como:

- Escapar de eventos climáticos (um bom exemplo é o vento, onde as plantações de trigo e eucalipto fazem a barragem dos ventos para não danificar a lavoura de café)
- Garantir a produção e faturamento no final do ciclo da cultura (forma de obter um lucro também com outras culturas)

1.2 Café

O café é a produção de maior destaque na Fazenda Palmeira, a mesma é cultivada desde 1942. A propriedade possui cerca de 9 tipos de grãos de café, entre eles estão o *catuaí* e o *cramer*.



Figura 2: Representação de uma Rama do cafeeiro da Fazenda Palmeira

1.2.1 Cultivo

Os pés de café são plantados em “corredores” (demonstrado na Figura 3) com uma média de 1 metro de largura cada, onde fica-se um espaço para passar a máquina de colheita entre eles, isso ocorre ao decorrer de 240 hectares, ou seja 20% da área da fazenda.



Figura 3: Plantação de Café

Esses “corredores” nem sempre são lineares, dependendo do terreno os mesmos são cultivados em formato específico para melhorar a estruturação da cultura e evitar a erosão. Na figura 4 podemos verificar a plantação de trigo acompanhando as curvas de nível, onde o “corredor” fica em formato não linear.



Figura 4: Plantação em Formato Específico

1.2.2 Colheita

Cada “corredor” de café dura em média 15 anos e provém colheitas todo ano. A colheita é feita a partir do mês de abril e vai até dezembro, com o passar dos meses as maturações vão mudando, variando de verde, maduro (cereja, a mais desejada) e seco).



Figura 5: Diferentes maturações do Café

A primeira e a segunda colheita do pé são feitas manualmente pelos trabalhadores da fazenda, somente a partir da terceira que o processo se torna mecanizado. Está é uma forma de aumentar a durabilidade da planta.



Figura 6: Colhedeira de Café em funcionamento



Figura 7: Colhedeira de Café vista de frente

A colhedeira passa em média duas vezes em cada “corredor” de café para ter um melhor aproveitamento, colhendo tudo que o pé produziu, e segue sempre o

mesmo sentido para não estragar a cultura. Uma máquina desse porte substitui o trabalho de 80 pessoas.

Após esse processo, a colhedeira descarrega o café colhido em um trator (demonstrado na Figura 8) para assim poder ser levado ao galpão de tratamentos e posteriormente ser estocado.



Figura 8: Descarregamento da colhedeira de Café

1.2.3 Tratamentos

Após a colheita o café passa por uma série de tratamentos, os quais serão explicados no decorrer desse subcapítulo.

O primeiro processo a ser feito é a separação dos frutos do cafeeiro por maturação, visto que as mesmas estão misturadas e para seguir com os demais passos é necessário essa ação.

Na Fazenda Palmeira, existe toda uma estrutura para efetuar a separação chamada via úmida, a mesma pode ser visualizada nas imagens a baixo (Figura 9 e 10):



Figura 9: Via Úmida (vista frontal)



Figura 10: Via Úmida (vista lateral)

Passos para separar os frutos:

- 1- Os frutos, que foram despejados no trator (Figura 8), são colocados em uma espécie de caixa de cimento (Figura 11) onde posteriormente são sugados por um cano e levados até a via úmida para separar os cafés.



Figura 11: Caixa de cimento com café

- 2- Os frutos são submetidos a uma espécie de piscina, onde o café seco boia e os demais (maduro e verde afundam) (Figura 12).



Figura 12: Via Úmida (vista de cima)

- 3- Outro mecanismo faz com que ambos tipos de cafés vão para uma roda giratória (Figura 13) para escorrer a água do mesmo.



Figura 13: Roda para escorrer a água (Parte da Via Úmida)

- 4- É feito o despulpamento do café, onde as casca são despejadas em uma carruola e as sementes em outras, mantendo as maturações separadas, exemplo na Figura 14. Todo o processo é feito automaticamente pela Via Úmida.



Figura 14: Carruola de café verde

Obs: As cascas não são descartadas, são utilizadas na adubagem da plantação.

- 5- O café passa pelo processo de secagem, seja pelo sol, como no caso do terreiro (a semente do café é colocada no chão em forma de fileiras para secar) (Figura 15), ou com a utilização de Secadores (Figura 16) (o café é colocado em uma centrífuga para que possa expelir toda a água presente da semente), a Fazenda Palmeira possui 3 secadores de tamanhos diferentes.



Figura 15: Terreiro de Café



Figura 16: Secador de Café

1.2.4 Estocagem

A Fazenda Palmeira conta com 20 tulhas para a estocagem do café. A tulha (ilustrado na Figura 17) é um local de feito de madeira para não juntar umidade e é um local escuro, as lâmpadas lá presente são “encapadas” com garrafas PET para caso haja algum incidente o café não seja contaminado, mas as mesmas só são acesas em casos de visitas.



Figura 17: Ilustração de representação das Tulhas de Café

O café normalmente é estocado por um tempo até que os preços melhorem, final do ano, mas o mesmo tem a validade de até 2 anos quando armazenado corretamente.

2. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR)

O Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) é o órgão de pesquisa que dá embasamento tecnológico às políticas de desenvolvimento rural do Estado do Paraná. Sua missão é promover soluções inovadoras para o meio rural e o agronegócio do Paraná. O IAPAR é vinculado à Secretaria da Agricultura e do Abastecimento (SEAB).

As tecnologias do IAPAR se distinguem pelo rigor científico e um profundo respeito à realidade dos agricultores e ao ambiente, sem perder de vista as exigências dos consumidores e necessidades da agroindústria.

2.1 Café

Um dos principais grãos estudados no instituto é o café. Isso deve-se ao fato do Brasil ser o maior produtores de café do mundo, apresentando assim grande influência mundial.

Nas imagens a seguir, podemos observar algumas formas que podemos encontrar o café.



Figura 18: Representação de alguns tipos de cafés



Figura 19: Representação de alguns tipos de cafés (parte 2)

O café também pode ser torrado em diferentes formatos, isso vai depender do tipo de semente a ser utilizada, juntamente com o tipo de café desejado. Na Figura 20 podemos observar três tipos de torra: média, forte e em excesso.



Figura 20: Representação das torras do café

Todas essas imagens são de amostras encontradas no IAPAR.

2.2 Análise de Grãos

A análise de grãos é feita por um profissional da área, no qual o mesmo separa os grãos defeituosos dos bons, colocando cada tipo de defeito encontrado em um recipiente diferente (representação na Figura 21).



Figura 21: Separação de grãos defeituosos

Esse processo é feito com o intuito de observar os problemas presentes na plantação do café, e também defeitos genéticos da própria semente.

2.3 Torrefação

No próprio Instituto também é feita a torrefação do café, uma das salas é totalmente dedicada a esse processo (Figura 22).



Figura 22: Sala de Torrefação do IAPAR

O tempo de torra varia de acordo com a pesquisa a ser feita e o tipo de grão utilizado. Todas as amostras são sempre muito bem identificadas, obtendo-se assim um maior controle durante todos os processos.



Figura 23: Amostras de Cafés Torrados

O IAPAR têm dois tipos de torradores, sendo eles, à gás e elétrico. Os mesmos podem ser visualizados nas imagens a baixo (Figuras 24 e 25).



Figura 24: Torrador de Café à gás



Figura 25: Torrador de café elétrico

Ambos torradores apresentam a capacidade de torrar 500 gramas de café por vez.

2.4 Moagem

No próprio instituto também podemos encontrar um moedor elétrico de café (Figura 26). O mesmo é utilizado na preparação do café para posteriormente fazer os testes de qualidade.



Figura 26: Moedor Elétrico

Seu funcionamento é bem simples, basta colocar os grãos na parte superior da máquina, enquanto a mesma estiver devidamente ligada, que o café moído vai por uma válvula na parte frontal.

Uma das formas de análise é colocar os cafés moídos em uma bancada, identificando as variedades (Figura 27).

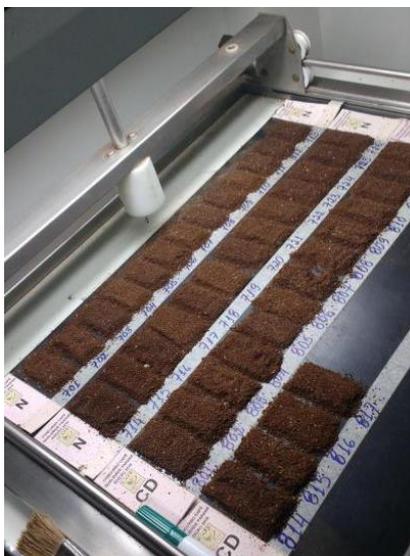


Figura 27: Amostra de Cafés Moídos

2.5 Degustação

A degustação é uma fase de extrema importância na avaliação de um produto, e, com o café não é diferente. Antes de ir para o mercado o produto passa por uma série de provas onde serão qualificados pelo olfato e paladar.



Figura 28: Sala de Degustação do IAPAR

Para o processo de degustação, é utilizada uma mesa própria que gira em torno do seu próprio eixo, facilitando assim a prova.

Nesta mesa, são colocadas uma amostra de cada café para cada um dos degustadores, nesse caso 3. Porém com os cafés orgânicos são colocadas amostras extras, visto que o mesmo possui mais chances de sofrer interferências.

Algumas xícaras são colocadas na mesa, com água fervente, para “lavar” a colher de degustação a cada uso, isso é feito para que o café não seja contaminado.



Figura 29: Mesa de Degustação de Café

Passos a serem seguidos durante o processo da Degustação:

1- Cheirar o café moído



Figura 30: Processo Olfativo do Café Moído

2- Colocar água fervente no café



Figura 31: Processo de Colocar a água Fervente no Café

3- Cheirar o café com a água



Figura 32: Processo Olfativo do Café com Água

4- Remover o colosso gerado na parte superior da xícara



Figura 33: Processo de Remoção do Colosso

5- Experimentar o sabor do café



Figura 34: Processo de Experimentação do Café

6- Comentar o que achou de cada amostra



Figura 35: Processo de Avaliação Oral dos Cafés Degustados