



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM PROCESSO DE  
REVEGETAÇÃO COM ESPÉCIES ARBÓREAS E ADUBOS VERDES**

**EVA DE MELO FERREIRA**

Orientador:  
**Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro**

Fevereiro – 2015

EVA DE MELO FERREIRA

**ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM PROCESSO DE  
REVEGETAÇÃO COM ESPÉCIES ARBÓREAS E ADUBOS VERDES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Agronomia, área de concentração: Solo e Água.

Orientador:

**Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro**

Goiânia, GO – Brasil  
2015

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR  
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES  
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o(a) autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico:     Dissertação     Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Nome completo do(a) autor(a): Eva de Melo Ferreira

Título do trabalho: Área de preservação permanente em processo de revegetação com espécies arbóreas e adubos verdes

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento  SIM     NÃO<sup>1</sup>

Independente da concordância com a disponibilização eletrônica, é imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

*Eva de Melo Ferreira*

Assinatura do(a) autor(a)<sup>2</sup>

Data: 26 / 05 / 2021

<sup>1</sup> Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a); b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

<sup>2</sup> As assinaturas devem ser originais sendo assinadas no próprio documento. Imagens coladas não serão aceitas.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Ferreira, Eva de Melo  
ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM PROCESSO DE REVEGETAÇÃO COM ESPÉCIES ARBÓREAS E ADUBOS VERDES [manuscrito] / Eva de Melo Ferreira. - 2015.  
xci, 91 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia (EA), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Goiânia, 2015.

Bibliografia.

Inclui gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Sistemas ambientais degradados. 2. impacto ambiental. 3. monitoramento de sistemas abióticos. I. Leandro, Wilson Mozena, orient. II. Título.

CDU 631/635

# **EVA DE MELO FERREIRA**

## **ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM PROCESSO DE REVEGETAÇÃO COM ESPÉCIES ARBÓREAS E ADUBOS VERDES**

Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 02 de fevereiro de 2015, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vladia Correchel

UFG/EA

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Francine Neves Calil

UFG/EA

---

Prof. Dr. Juarez Patrício de Oliveira Jr.

UFG/EA

---

Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro

Orientador – UFG/EA

Goiânia, Goiás

Brasil

*A minha mãe, Luciene de Melo Ferreira. A mulher mais guerreira que  
já conheci*

*Meu porto seguro, sempre*

*Minha patrocinadora em tudo e de tudo*

*Do irmão mais completo que existe, Svaldo Ferreira de Melo Junior.*

*Agradável, esforçado, amigo*

*A todos os outros que de alguma forma são parte dessa vitória  
Perseverança e força de vontade... Sem isso eu não conseguiria...*

*Dedico...*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, pela oportunidade de viver que me proporcionou. Pelas inúmeras dádivas que me deu durante minha trajetória, me levando sempre a acreditar cada vez mais em um futuro sonhado a cada manhã.

A minha mãe, pela vida, auxílio e incentivo na prática do estudo. Por ter me educado, pelo amor, respeito e cuidado. Você é muito especial para mim.

À Universidade Federal de Goiás (UFG) e à Escola de Agronomia (EA), pela oportunidade de me qualificar profissionalmente. Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), pelos ensinamentos transmitidos, dedicação, apoio e atenção.

Ao Prof. Wilson, pelas orientações.

À sociedade brasileira, por sempre ter custeado minha educação. A toda esta nação minha admiração, respeito e gratidão.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), pela bolsa de estudos concedida durante a realização do Curso de Mestrado.

A todos que direta ou indiretamente estiveram comigo em mais essa etapa da vida, meus sinceros agradecimentos.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	09
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	11
<b>RESUMO</b> .....	12
<b>ABSTRACT</b> .....	13
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
2.1 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS.....	16
2.2 ADUBOS VERDES.....	19
2.3 CERRADO.....	23
2.4 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	25
<b>3 ACOMPANHAMENTO DAS ARBÓREAS</b> .....	29
RESUMO.....	29
ABSTRACT.....	29
3.1 INTRODUÇÃO.....	29
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
3.4 CONCLUSÕES.....	43
3.5 REFERÊNCIAS.....	43
<b>4 ATRIBUTOS DO SOLO</b> .....	47
RESUMO.....	47
ABSTRACT.....	47
4.1 INTRODUÇÃO.....	48
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	49
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
4.4 CONCLUSÕES.....	61
4.5 REFERÊNCIAS.....	62
<b>5 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA</b> .....	65
RESUMO.....	65
ABSTRACT.....	65
5.1 INTRODUÇÃO.....	66
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	68
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	70
5.4 CONCLUSÕES.....	73
5.5 REFERÊNCIAS.....	74
<b>6 CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	77
<b>7 REFERÊNCIAS</b> .....	78

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 3.1.** Médias da evolução da altura de plantas (cm) de baru (*Dipteryx alata*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação..... 35
- Tabela 3.2.** Médias da evolução do diâmetro de plantas (cm) de baru (*Dipteryx alata*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação..... 35
- Tabela 3.3.** Médias da evolução da altura de plantas (cm) de pequi (*Caryocar brasiliense*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação..... 35
- Tabela 3.4.** Médias da evolução do diâmetro de plantas (cm) de pequi (*Caryocar brasiliense*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação..... 36
- Tabela 3.5.** Médias da evolução da altura de plantas (cm) de mutamba (*Guazuma ulmifolia*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação..... 36
- Tabela 3.6.** Médias da evolução do diâmetro de plantas (cm) de mutamba (*Guazuma ulmifolia*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação..... 36
- Tabela 3.7.** Médias da evolução da altura de plantas (cm) de murici (*Byrsonima crassifolia*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação..... 37
- Tabela 3.8.** Médias da evolução do diâmetro de plantas (cm) de murici (*Byrsonima crassifolia*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação..... 37
- Tabela 3.9.** Médias da evolução da altura de plantas (cm) de nó de porco (*Physocalymma scaberrimum*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação..... 37
- Tabela 3.10.** Médias da evolução do diâmetro de plantas (cm) de nó de porco (*Physocalymma scaberrimum*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação..... 38
- Tabela 3.11.** Médias da evolução da altura de plantas (cm) de apeiba (*Apeiba albiflora*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação..... 41
- Tabela 3.12.** Médias da evolução do diâmetro de plantas (cm) de apeiba (*Apeiba albiflora*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação..... 41
- Tabela 4.1.** Composição granulométrica encontrada nos blocos, de acordo com o método preconizado por Embrapa (1997)..... 52

<b>Tabela 4.2.</b> Caracterização química do solo sob cultivo de baru ( <i>Dipteryx alata</i> ) solteiro e consorciado com adubos verdes.....	53
<b>Tabela 4.3.</b> Caracterização química do solo sob cultivo de pequi ( <i>Caryocar brasiliense</i> ) solteiro e consorciado com adubos verdes.....	54
<b>Tabela 4.4.</b> Caracterização química do solo sob cultivo de mutamba ( <i>Guazuma ulmifolia</i> ) solteiro e consorciado com adubos verdes.....	55
<b>Tabela 4.5.</b> Caracterização química do solo sob cultivo de murici ( <i>Byrsonima crassifolia</i> ) solteiro e consorciado com adubos verdes.....	56
<b>Tabela 4.6.</b> Caracterização química do solo sob cultivo de nó de porco ( <i>Physocalymma scaberrimum</i> ) solteiro e consorciado com adubos verdes.....	57
<b>Tabela 4.7.</b> Caracterização química do solo sob cultivo de apeiba ( <i>Apeiba albiflora</i> ) solteiro e consorciado com adubos verdes.....	58
<b>Tabela 4.8.</b> Propriedades físicas de solo sob dois tratamentos diferentes, utilizando a média de quatro repetições por planta.....	61
<b>Tabela 5.1.</b> Resultados para os parâmetros analisados durante os doze meses de estudos em 14 pontos amostrais.....	72
<b>Tabela 5.2.</b> Valores encontrados para OD, DBO, cor aparente e turbidez em julho.....	72
<b>Tabela 5.3.</b> Valores encontrados para OD, DBO, cor aparente e turbidez em dezembro.	73

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 3.1.</b>	Represa da EA/UFG e adjacências com localização da área de estudo. Goiânia, julho de 2014. Fonte: Google Earth (2014).....	32
<b>Figura 3.2.</b>	Apeiba tibourbou circundada por crotalária na projeção do coroamento. Fonte: Autora (2014).....	33
<b>Figura 3.3.</b>	a) material utilizado na medição da evolução do diâmetro das espécies. b) Trena utilizada na medição da altura das árvores, utilizando como referência a última folha da planta. Fonte: Autora (2014).....	34
<b>Figura 3.4.</b>	Evolução da altura das espécies arbóreas no período de estudo.....	42
<b>Figura 3.5.</b>	Evolução do diâmetro das espécies arbóreas no período de estudo.....	42
<b>Figura 4.1.</b>	Desenho esquemático com a representação da área em estudo. Fonte: Autora (2014).....	50
<b>Figura 4.2.</b>	Resistência à penetração no solo do primeiro e quinto blocos, sendo um com adubo verde e outro sem adubo verde.....	60
<b>Figura 5.1.</b>	Amostragem de água superficial para análise laboratorial de parâmetros tais como pH. Fonte: Autora (2014).....	69
<b>Figura 5.2.</b>	Frasco Winkler utilizado nas coletas de amostras para análises de OD e DBO. Além de outros fatores, esses não permitem trocas gasosas entre as amostras e o meio externo. Fonte: Autora (2014).....	69
<b>Figura 5.3.</b>	Alterações visíveis nas propriedades da água superficial. A) Época de cheia. B) Época de seca. Fonte: Autora (2014).....	70
<b>Figura 5.4.</b>	Afloramento de macrófitas na água da represa em estudo. Fonte: Autora (2014).....	71

## RESUMO

FERREIRA, E. M. **Área de Preservação Permanente em processo de revegetação com espécies arbóreas e adubos verdes**. 2015. 91f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solo e Água) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.<sup>1</sup>

O presente trabalho foi realizado na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, onde existe uma represa cuja água utilizada para fins de abastecimento industrial, humano e para a criação de peixes exóticos, não pertencentes a fauna do Cerrado. Em 2011 foi iniciado um processo de revegetação da área com espécies arbóreas nativas, entre essas: baru (*Dipteryx alata*), pequi (*Caryocar brasiliense*), mutamba (*Guazuma ulmifolia*), murici (*Byrsonima crassifolia*), nó-de-porco (*Physocalymma scaberrimum*) e apeiba (*Apeiba albiflora*). Antes o solo era ocupado com o cultivo de hortaliças, culturas anuais e forrageiras. Em consórcio com algumas espécies arbóreas foram utilizados adubos verdes, que entre outros benefícios promovem a descompactação do solo e ciclagem de nutrientes por meio das raízes. O objetivo principal do presente trabalho foi diagnosticar a situação da área em estudo, incluindo o corpo hídrico que é abastecido pelo Córrego Samambaia. Foram realizadas medições de altura e diâmetro das espécies arbóreas, durante doze meses. Além disso ocorreram coletas de amostras da água da represa, onde analisou-se os parâmetros pH, condutividade, P total e metais pesados. Nos meses de julho de 2014 e dezembro do mesmo ano, foram realizadas análises de turbidez, cor, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e oxigênio dissolvido (OD). Os parâmetros foram avaliados de acordo com o preconizado no *Standard Methods For Examination of Water & Wastewater* (APHA, 2012) e foram realizadas no Laboratório de Análises de Solos, Substrato e Nutrição de Plantas (Lassnut) na Escola de Agronomia (EA), além do uso do Laboratório de Saneamento da Escola de Engenharia Civil, ambos pertencentes à Universidade Federal de Goiás. Foram também realizadas análises físico-químicas do solo. Essas foram realizadas no Lassnut e no Laboratório de Física do Solo da EA-UFG. No monitoramento realizado de setembro de 2013 à agosto de 2014, algumas plantas tiveram boa resposta em relação ao uso dos adubos verdes, porém outras tiveram alta mortalidade durante o estudo, como foi o caso do pequi. A competição entre espécies exóticas e as nativas foi reduzida, o que aumentou em geral a sobrevivência. Elementos tais como Mn não apresentaram diferença significativa em todos os tratamentos nos períodos de avaliação. A reposição das espécies leguminosas onde houve morte de plantas é uma das alternativas para a redução dos níveis de compactação. Os valores de macro e micro poros foram parecidos, porém para textura a área apresentou diferenças. Para os testes de resistência a penetração (RP) feitos em área com adubo verde e outra sem as espécies leguminosas, os maiores valores de RP foram encontrados na área sem adubos verdes. O corpo hídrico recebe o despejo de esgotos de residências ocupadas irregularmente. Parâmetros tais como condutividade elétrica da água, apresentaram-se estáveis durante os 12 meses de estudo. Os resultados para OD e DBO estão fora do preconizado pela resolução de N° 357 do Conama.

*Palavras-chave:* Sistemas ambientais degradados, impacto ambiental, monitoramento de sistemas abióticos.

---

<sup>1</sup>Orientador: Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro. EA-UFG.

## ABSTRACT

FERREIRA, E. M. **Permanent Preservation Area in revegetation with tree species and green manures**. 2015. 91s. Dissertation (Master in Agronomy: Soil and Water)-Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.<sup>1</sup>

This work was carried out Agronomy School of the Federal University of Goiás, where there is a dam that has its water used for the purpose of industrial supply, human and for the creation of exotic fish, not belonging to the Cerrado fauna. In 2011 the revegetation was initiated with native tree species, among these: baru (*Dipteryx alata*), pequi (*Caryocar brasiliense*), mutamba (*Guazuma ulmifolia*), murici (*Byrsonima crassifolia*), nó-de-porco (*Physocalymma scaberrimum*), and apeiba (*Apeiba albiflora*). Before the land was occupied with the cultivation of vegetables, annual crops, and forages. In association with some tree species were used green manures, which among other things promote soil unpacking and nutrient cycling through the roots. The main objective of this study was to diagnose the situation of the study area, including water body that is fueled by Córrego Samambaia. Measurements were made of height and diameter of tree species for twelve months. In addition, there collecting dam water samples were analyzed parameters pH, conductivity, total P and heavy metals. In July of 2014 and December of that year, analyzes were made of turbidity, color, biochemical oxygen demand (BOD) and dissolved oxygen (DO). The parameters were evaluated according to the recommendations in the Standard Methods For Examination of Water & Wastewater (APHA, 2012) and these were performed in the Soil Analysis Laboratory, Substrate and Plant Nutrition (Lassnut) in the Agronomy School, and the use of Sanitation Laboratory of the School of Civil Engineering, both from the Federal University of Goiás. It also carried out physic-chemical analysis of soil. These were performed at Lassnut and at the Soil Physics Laboratory EA-UFG. Monitoring carried out in September 2013 to August 2014, some plants had good response in relation to the use of green manures, but others had high mortality during the study, as the case of the pequi. The competition between alien and native was reduced, which increased overall survival. Elements such as Mn showed no significant difference in all treatments during evaluation's period. The replacement of leguminous plants where there has been death is one of the alternatives to reduce compression levels. Macro and micro pores values were similar, but for texture area showed differences. For penetration resistance tests (PR) made in an area with green manure and one without legumes species, the largest PR values were found in the area without green manure. The water body receives the discharge of sewage illegally occupied homes. Parameters such as electric conductivity, were stable during the twelve months of study. The results for DO and BOD are outside the recommended by CONAMA's determination, N° 357.

*Key words:* Degraded environmental systems, environmental impact, monitoring of abiotic systems.

---

<sup>1</sup>Adviser: Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro. EA-UFG.

## 1 INTRODUÇÃO

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) são importantes sistemas naturais, onde o dever de preservação desses, está presente na lei de Nº 12.651. Entre suas funções está a conservação: dos recursos hídricos, da paisagem local, da estabilidade geológica e da biodiversidade, do fluxo gênico entre os animais e plantas que utilizam a área, da proteção do solo e pôr fim a garantia do bem-estar das populações humanas direta ou indiretamente afetadas pelas alterações na APP (Brasil, 2012). Sua existência é assegurada independente da presença de vegetação.

Em lagos que servem para a captação de água, onde a utilização ocorrerá no abastecimento humano ou em indústrias, as APPs são essenciais na manutenção dos padrões de potabilidade, evitando, por exemplo, que ocorra o carreamento de nutrientes tais como fósforo (P) e nitrogênio (N). Quando em quantidades além do limite estabelecido, o P e N causam a eutrofização da água, que é a proliferação de cianobactérias.

Em ambientes aquáticos as cianobactérias podem florescer a uma taxa exacerbada de crescimento populacional o que representa um desvio para o equilíbrio natural de comunidades planctônicas (Moreira et al., 2014). Uma das consequências da eutrofização é a presença de cianotoxinas. Quando existe vegetação na APP, o solo também fica menos propenso a ser carregado pelas chuvas, reduzindo os riscos de corrida de massa em áreas com declividade acentuada.

A expansão agrícola e o uso irregular do solo em áreas urbanas são os principais causadores de mau uso das APPs. Após esses usos surgem problemas relacionados as enchentes, perdas nas lavouras, alagamentos e redução da disponibilidade hídrica em épocas de estiagem.

Na existência de um uso inadequado, onde a vegetação natural foi suprimida, técnicas conservacionistas podem ser aplicadas para o reestabelecimento do equilíbrio natural da área, sendo essas técnicas classificadas em edáficas, vegetativas ou mecânicas. O reflorestamento e a revegetação de áreas degradadas são exemplos de técnicas vegetativas que podem fazer o uso da restauração, onde poderão estar inseridas práticas mecânicas e edáficas. A diferenciação entre as técnicas vegetativas a serem aplicadas é algo fundamental

na eficácia da melhoria do processo regenerativo, pois cada uma é utilizada de acordo com objetivos específicos (Guillozet et al., 2014).

Na revegetação de áreas degradadas, principalmente em APPs, é importante a avaliação de quais são as espécies originais, sendo que dessa forma a possibilidade de recuperação passará a ser maior, onde nesse último nível, o ressurgimento da fauna anteriormente existente, será algo possível. Em estudo realizado no Estado do Paraná, Brasil, os levantamentos florístico e fitossociológico foram essenciais para a análise da diversidade de espécies em cada área e para avaliar o potencial da tecnologia ambiental a ser utilizada na aceleração do processo de sucessão florestal (Araujo et al., 2014). É necessário que as espécies utilizadas sejam monitoradas durante o processo de restauração, sendo feito em alguns casos a substituição de plantas.

A proteção ao solo fornecida pelas árvores, em função da deposição de serapilheira e ciclagem de nutrientes, constitui um dos processos naturais que ocorrem durante a recuperação de áreas (Silva et al., 2012). O uso de espécies da flora nativa do cerrado em consórcio com adubos verdes está em estudo e experimentação. Algo conhecido é que no processo de recuperação do solo, a adição de matéria orgânica é fundamental. Uma das formas viáveis de promovê-la são os ciclos biogeoquímicos que ocorrem, por exemplo, nas raízes dos adubos verdes e no solo depois da deposição de folhas (Miranda et al., 2011a).

Para a boa manutenção dessas plantas na área, o consórcio entre vegetais é algo cada vez mais utilizado. Algumas plantas são altamente dependentes de N para a obtenção de um bom desenvolvimento, sendo o processo conhecido como fixação, umas das principais formas de entrada desse elemento no sistema vegetal (Carter et al., 2014).

A adubação verde consiste no uso das leguminosas que têm maior capacidade de captar nitrogênio, favorecendo os ciclos biogeoquímicos (Inpa, 2013). As arbóreas quando consorciadas com espécies leguminosas passam a desenvolver-se mais protegidas, devido a menor competição com plantas invasoras, além do bom crescimento resultante do uso da fixação de nutrientes pelos adubos verdes, onde a aplicação de adubos químicos em alguns casos passa a ser dispensada. Espécies tais como o girassol foram estudadas no enriquecimento do solo utilizado na produção de trigo, por exemplo (Aghili et al., 2014). Outros exemplos de adubos verdes são: crotalária (*Crotalaria juncea*), estilozantes (*Stilosante capitata*-80 %) e feijão guandú (*Cajanus cajan*). Como objetivo geral para a realização do presente trabalho, tem-se o monitoramento ambiental de uma APP em processo de recuperação.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

A busca por novas terras a serem utilizadas para fins agrícolas, é um fenômeno presenciado por vários países. Estudiosos explicam isso em razão da demanda por alimentos, agroenergias e matérias-primas, estando o assunto presente na grande imprensa e tendo sido fruto de debates acadêmicos internacionais (Sauer & Leite, 2012).

Devido a essa expansão da fronteira agrícola, alguns problemas passaram a surgir. Nos Estados Unidos da América (um dos maiores produtores de grãos), por exemplo, ecólogos têm levantado a necessidade de pensar sobre as perdas de pastagens e “zonas de humidade”, devido as mudanças provocadas pelas práticas agrícolas (Johnston, 2014).

Um dos ecossistemas mais afetados por essas alterações, são os tropicais. Com a magnitude do problema, acredita-se em uma bomba agrícola (ou *agricultural bomb*), cuja ânsia por detonação, criar desafios profundos para o bem-estar humano e para a conservação ambiental (Laurance et al., 2014).

A proximidade de corpos hídricos, uma possível maior fertilidade do solo e o desejo da parte do produtor rural por não perder área, faz com que as APPs sejam alguns dos principais alvos desses cultivos em grande escala. Quando isso ocorre, uma série de desastres naturais são desencadeados. Após a supressão da vegetação existente na área, o solo é o primeiro a ser afetado, perdendo, por exemplo, as camadas orgânicas devido a maior exposição.

As erosões são um dos resultados da explosão da bomba agrícola. No Estado de Goiás, uma das erosões mais conhecidas é a Chitolina. Na área onde hoje se encontra o problema, o cultivo da soja foi iniciado em 1981 com a utilização de curvas de contenção destinadas a eliminar o escoamento superficial e a erosão. A vegetação inicial era o Cerrado, com predominância de gramíneas, sendo que no período de introdução da agropecuária, ocorreram poucas mudanças no ecossistema, particularmente no que se refere à pastagem, pois o cerrado era utilizado como pasto (Gomes et al., 2011).

As erosões ocorrem naturalmente ou de forma induzida, acelerada pela ação

antrópica (Marioti et al., 2013). Em bacias hidrográficas, o aumento das pressões sobre os recursos terra e água leva a tensão não só sobre os recursos naturais, mas também sobre as populações humanas e sobre as indústrias que terão o abastecimento afetado (Hunink et al., 2012). As taxas de desgaste do solo vêm assumindo proporções espantosas, com enormes implicações de ordem física, financeira e social (Oliveira et al., 2010).

As modificações negativas em ecossistemas naturais causam degradação ambiental intensa em diferentes áreas abrangidas. Em estágios avançados, alguns dos principais problemas são o transporte de sedimentos, a remoção de nutrientes, de carbono orgânico e o arraste de agroquímicos para fora dos sistemas agrícolas. Além dos impactos ambientais anteriormente citados, isso resulta no decréscimo de produtividade (Avanzi et al., 2013). As ravinas e sucros são outros integrantes dos processos erosivos, ocorrendo a diminuição da qualidade da estrutura do solo, podendo ser caracterizada como superficial, com o aparecimento de finas crostas, ou em subsuperfície, com o surgimento de camadas compactadas, resultando em menores taxas de infiltração de água e maiores de escoamento superficial e de erosão, o que irá acelerar mais ainda o processo de degradação do solo (Portela et al., 2010).

A erosão do solo é um risco tradicionalmente associado com a agricultura, tendo efeitos a médio e longo prazo sobre a produtividade do solo e agricultura sustentável. Outro dano ambiental causado pela erosão é a poluição de cursos hídricos com pesticidas presentes no solo e o aumento de inundações (Shi et al., 2012).

Em se tratando de pastagens e de outras coberturas vegetais, a conservação do solo é um dos serviços ambientais mais importantes prestados por essas culturas (Lu et al., 2013). Além do desmatamento, entre as práticas de manejo que diretamente influenciam o processo erosivo causado pela água da chuva, estão as operações de preparo do solo e semeadura das culturas. Essas determinam as condições físicas de superfície e subsuperfície (Volk & Cogo, 2014).

O preparo reduzido, o uso de plantas de cobertura e de faixas de proteção com grama, são práticas que provaram ser bem sucedidas para o controle da erosão do solo, o que traz melhorias na qualidade ambiental (Wauters et al., 2010). Em APPs, as arbóreas com todo seu sistema (raiz, tipo de folha, ângulo de inserção das folhas no colmo, quantidade e espessura das hastes e o hábito de crescimento) interrompem a erosão hídrica, interceptando as gotas de chuva que caem (Bertol et al., 2013). Em áreas que sofreram impactos negativos sobre suas características naturais, algumas técnicas devem ser aplicadas com o objetivo de

acelerar os processos de regeneração.

No controle de erosões as práticas mecânicas mais comuns são os terraços, onde pequenas barragens de terra são construídas com o fim de conter o carreamento de solo, sendo utilizado para isso os maquinários. Nessas obras de engenharia, é necessário o conhecimento das características climáticas da área, do tipo de solo, da topografia do terreno e do maquinário ideal a ser utilizado (Miranda et al., 2012).

Em APPs as técnicas conservacionistas vegetativas possuem como foco principal a restauração vegetal. Um dos estágios iniciais desse trabalho, são os levantamentos das espécies anteriormente presente no ambiente. Junto ao entendimento das formas de uso e estágio de conservação. A realização de levantamentos florísticos e, ou, fitossociológicos é imprescindível para subsidiar tais ações, sendo que esses visam a obtenção do conhecimento prévio da composição das formações vegetacionais, fornecendo subsídios para estudos mais detalhados e dados básicos (Ferreira et al., 2011a).

Na recuperação de áreas degradadas, algumas das principais funções das espécies arbóreas são: reabilitação do solo, contenção de erosões, atração de polinizadores, recarga do lençol freático por meio das raízes, atração de fauna local e restabelecimento da beleza cênica. Na escolha das espécies deve-se, preferencialmente, utilizar mudas iguais ou de comportamento similar as arbóreas anteriormente presentes na área.

De acordo com Daronco et al. (2013) a autossustentabilidade de ecossistemas florestais depende da manutenção dos processos de regeneração natural das espécies vegetais, especialmente arbóreas, que formam a estrutura que abriga todas as outras espécies e cria condições ambientais para o desencadeamento dos processos ecológicos. Uma das opções para o conhecimento das influências das espécies arbóreas em área de reflorestamento, é a estimativa de biomassa. Em plantios de restauração, são poucos os estudos envolvendo modelagem da biomassa e do carbono, deixando assim uma lacuna de informações a respeito do potencial dessas florestas como sumidouros de carbono (Miranda et al., 2011b).

Espécies arbóreas possuem seu sistema influenciado pela precipitação, temperatura, relevo e tipo de solo. Em estudo realizado por Bauer (et al., 2012) com espécies de floresta secundária semidecídua no Sul do Brasil, foi mostrada a relação entre o desenvolvimento das árvores e fatores tais como temperatura e o fotoperíodo.

Similar a árvores de outros biomas, espécies do cerrado (um dos biomas mais influenciados pelas mudanças antrópicas) dependem dos serviços ambientais prestados pela fauna, porém as rápidas modificações provocadas pelo homem ameaçam essas espécies

(Aguiar et al., 2014). A sucessão vegetacional é um dos fenômenos mais importantes para a manutenção da cobertura verde. A morte de árvores mais velhas ou a queda de árvores por vento ou outras causas quaisquer, a abertura de clareiras e seus processos associados, são alguns dos fenômenos que fazem parte disso (Venturoli et al., 2011). Segundo Assunção et al. (2011) os mecanismos de dispersão, essenciais na distribuição natural das espécies, requer interações entre as plantas e seus dispersores e podem variar conforme os hábitos de crescimento.

Um exemplo de espécie com bom potencial para utilização em áreas em recuperação, é o baru (*Dipteryx alata*). Essa é uma planta arbórea que ocorre principalmente em áreas cujos solos apresentam média fertilidade, sendo útil para diversos fins (Ajalla et al., 2012). O pequi é outra espécie de grande potencial para utilização em processos de revegetação. Em grande escala, um dos obstáculos para a produção é o fato de que a germinação de sementes de pequi é baixa e irregular (Leão et al., 2012).

A mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) também é uma espécie frutífera nativa do Cerrado brasileiro, onde sua propagação ocorre de forma sexuada dependendo de um substrato adequado, pois esse interfere no processo germinativo e no estabelecimento da muda (Silva et al., 2011a).

## 2.2 ADUBOS VERDES

Os adubos verdes são plantas com características que possibilitam a melhoria em médio e longo prazo de propriedades físico-químicas do solo, redução na competição entre espécies, além do cultivo para fins comerciais. Em regiões semiáridas, os adubos são cultivados para utilização como cobertura morta em áreas com histórico de manejo inadequado do solo e baixa precipitação. Alguns exemplos de adubos verdes são feijão guandu (*Cajanus cajan*), crotalária (*Crotalaria juncea*) e estilozantes (*Stylosanthe multilinea*). Em APPs em processos de revegetação, essas espécies podem ser utilizadas em consórcios com arbóreas.

Em estudo realizado com o objetivo de conhecer o comportamento dos adubos verdes em regiões secas, foram observadas a emergência das plântulas; taxa de cobertura do solo; promoção da retenção de umidade e conservação da temperatura do solo; capacidade de inibição da vegetação espontânea; potencial de deposição de folhas e de aporte de macronutrientes pela senescência de folhas; produção total de fitomassa seca e acúmulo de macronutrientes na parte aérea (Teodoro et al., 2011). Em sistemas de plantio direto (SPD),

os adubos podem ser utilizados como cultura pré-safra. Espécies leguminosas têm sido utilizadas como adubos verdes, assumindo importante papel para o aumento da quantidade e da qualidade da matéria orgânica do solo (Lima et al., 2012).

Algumas espécies de adubos verdes apresentam um bom desempenho para fins específicos e outras são adaptáveis a diferentes condições. O feijão-de-porco, vegetal resistente a adversidades climáticas, é adaptável a condições ambientais que o fazem suportar desde o clima árido e seco das regiões semiáridas até o de regiões com florestas tropicais (Teodoro et al., 2011).

Utilizando o feijão-de-porco, foram realizados estudos com o objetivo de levantar qual a comunidade de plantas daninhas no cultivo de milho em monocultivo e em consórcio, com diferentes *Fabaceae*, cultivado sob diferentes manejos, além de verificar seus efeitos nas plantas daninhas e na altura e no peso do milho. No estudo, o monocultivo apresentou maior diversidade de plantas daninhas em relação ao consórcio e resultando em maior peso da matéria seca de plantas daninhas de folhas estreitas e plantas daninhas mais altas. O monocultivo e a capina apresentam plantas de milho com maior altura e peso de matéria seca (Oliveira et al., 2014).

A fitorremediação de agrotóxicos é outra aplicação dos adubos verdes. Em estudo realizado com o objetivo de selecionar espécies de adubos verdes tolerantes ao diclosulam e com potencial de redução do efeito fitotóxico desse herbicida na cultura do girassol, a espécie *C. cajan* foi eficiente na remediação de solos contaminados com diclosulam, sendo esse um herbicida do grupo químico triazolo pirimidina sulfonilidas, indicado para controle de dicotiledôneas em pré-semeadura incorporada ou em pré-emergência na cultura de soja (Monquero et al., 2013).

Em uma investigação onde o objetivo foi avaliar a supressão de plantas daninhas e a produção de sementes de *Crotalaria juncea*, sob diferentes métodos de semeadura, o cultivo de *Crotalaria juncea*, independentemente da disposição de semeadura utilizada, suprimiu o desenvolvimento da comunidade de plantas daninhas. A produção de sementes do adubo verde apresentou bom desempenho, independente da sua distribuição na área (Timossi et al., 2011).

O uso de adubos verdes também já foi testado na produção de tomate orgânico. As espécies utilizadas foram: *Crotalaria juncea*, *Avena sativa*, *Stizolobium aterrimum*, *Canavalia ensiformis* e *Lolium multiflorum*. Nesse estudo as diferenças nos valores encontrados foi devido, principalmente as cultivares (Toledo et al., 2011).

Com relação a propriedades microbiológicas do solo, em alguns casos,

dependendo do tempo de avaliação, a cobertura verde pode apresentar diferentes resultados. Em avaliações dos efeitos do tipo de manejo do solo e das plantas de cobertura nos indicadores microbianos da qualidade do solo, foi desenvolvido um experimento em condições de campo, com feijoeiro comum e milho, cultivados sob semeadura direta e preparo convencional do solo, após crotalária, mucuna preta, feijão guandu, feijão de porco, sorgo e pousio (plantas espontâneas), em que as plantas de cobertura apresentaram efeito menos evidentes nos indicadores de qualidade do solo microbiológicos, em comparação com os sistemas de manejo do solo (Ferreira et al., 2011).

No semi-árido paraibano, o efeito da adubação orgânica sobre a comunidade de fungos micorrízicos arbusculares em sistemas consorciados com milho, feijão e algodão foi avaliado por dois anos. Não foi possível identificar um melhor tratamento em termos de densidade de esporos, colonização micorrízica e teor de glomalina, existindo efeito significativo das incorporações na maioria dos tratamentos quando comparados ao controle (Sousa et al., 2012). De acordo com Tavares et al. (2011): “organismos de solo desempenham um importante papel em cultivos orgânicos de *Crotalaria juncea* (Fabaceae) e estão associados com a conservação natural do ambiente”.

Na avaliação do uso dessas plantas junto com a cana-de-açúcar, foi estudado efeito do cultivo prévio de leguminosas sobre a produtividade e lucratividade da cana-de-açúcar, onde foram determinados a produtividade de biomassa, o acúmulo de nutrientes das leguminosas, a ocorrência natural de fungos micorrízicos arbusculares, bem como o efeito das leguminosas sobre a população de nematoides do gênero *Pratylenchus* à cana-de-açúcar. Após cinco cortes da cana-de-açúcar o melhor desempenho foi notado no tratamento com cultivo prévio de crotalária juncea, o qual promoveu incrementos de 30% e 35% na produtividade de colmos e de açúcar respectivamente e o melhor desempenho econômico (Ambrosano et al., 2011).

Em outro estudo com o uso de crotalaria juncea em área de cultivo de repolho, as raízes leguminosas não representaram conteúdo significativo de N, sugerindo tanto baixa oferta N pelas raízes e N imobilização na matéria orgânica do solo e da biomassa microbiana (Vargas et al., 2013).

Na avaliação da taxa de decomposição e da velocidade de liberação de macronutrientes e Si da fitomassa do consórcio crotalária mais milheto, em função do tempo após manejo, sem e com fragmentação, a fragmentação da fitomassa do consórcio crotalária + milheto aumentou a taxa de decomposição e a liberação de N, P, Ca e S (Costa et al., 2014). Ao avaliar o efeito de diferentes adubos orgânicos em associação ou não com adubo verde

na produção de folhas de *Ocimum selloi* Benth., planta nativa do Brasil, não foi observado incremento nos resultados pela associação com a *Crotalaria juncea* (Morais & Barbosa, 2012).

Espécies tais como crotalária juncea e feijão-de-porco, foram utilizadas em estudo que teve como objetivo principal a avaliação da influência das plantas de cobertura e dos espaçamentos de plantio no controle das perdas de solo, água e nutrientes por erosão hídrica, visando à conservação do solo. As plantas foram eficientes (Cardoso et al., 2012).

Algo estudado foi o efeito das coberturas verdes precedentes sobre a necessidade de adubação nitrogenada da cultura do milho, durante diferentes anos agrícolas em sistema de plantio direto. O cultivo de milho após crotalária apresentou melhor desempenho e menor demanda de adubação nitrogenada, quando comparado ao cultivado após milheto (Leal et al., 2013).

Na cultura do trigo, a utilização de diferentes coberturas vegetais pode reduzir a necessidade de fertilizantes nitrogenados em cobertura, sendo que o cultivo de trigo em sucessão aos resíduos vegetais de guandu, crotalária e milheto junto à crotalária pode apresentar maior produtividade de grãos do que em sucessão ao pousio (Melero et al., 2013). Ao avaliar a produção de fitomassa e as taxas de decomposição e liberação de macronutrientes e de silício, nos resíduos vegetais de crotalária e milheto, em cultivo solteiro e consorciado, foi observado maior acúmulo de Ca pela crotalária (Soratto et al., 2012), algo interessante de ser avaliado em SPD, pois dessa forma, custos podem ser reduzidos.

Em relação a massa da parte aérea ou da planta inteira de crotalária no cultivo de repolho, foi reduzida a necessidade de adubação com N-mineral em 50%. Áreas em que foram deixadas a parte aérea ou a planta inteira de crotalária resultaram em maiores efeitos residuais sobre o segundo cultivo do que a adubação com N-mineral. O cultivo sucessivo sobre as raízes da leguminosa não resulta em efeito residual diferente do proveniente da adubação mineral com 50 ou 100% da recomendação da adubação N (Vargas et al., 2011).

No SPD de alface americana com o uso de cobertura dessecadas ou roçadas em dois cultivos sucessivos, a mucuna apresentou desempenho superior em relação à cobertura com milheto, *C. juncea*, *C. spectabilis* e *C. cajan* no primeiro cultivo da alface em plantio direto. O excesso de palha da *C. juncea* apresentou elevado controle de plantas daninhas mas dificultou o estabelecimento da alface (Hirata et al., 2014).

Existem estudos que relacionam o uso de crotalária na cultura do arroz, considerado um dos mais importantes na nutrição humana. Avaliando-se diferentes coberturas vegetais, doses de N na presença e ausência da inoculação de sementes com *A.*

*brasiliense* no arroz de terras altas cultivado em SPD no desenvolvimento e na produtividade da cultura, os cultivos antecessores influenciaram a produtividade do arroz (Gitti et al., 2013).

Em processos de fitorremediação, adubos verdes tais como o feijão-de-porco possuem, por exemplo, potencial para ser utilizada em programas de fitoextração de Cu em solos. O Cu teve maior acúmulo no sistema radicular e, portanto, translocado em baixa proporção para a parte aérea, o que embora seja considerada uma estratégia das plantas para aumentar a tolerância ao metal, será limitante para o emprego da fitoextração (Zancheta et al., 2011).

A fitorremediação de herbicidas é uma outra aplicação da adubação verde, onde na busca por soluções para reduzir o potencial de contaminação do solo e dos recursos hídricos com sulfentrazone, tem-se pesquisado a efetividade da fitorremediação, utilizando plantas como agente descontaminante. Para tanto, crotalária e mucuna-preta foram algumas das espécies testadas (Madalão et al., 2013).

Em Taiwan espécies de adubo verde tais como *Sesbanin roxburghii* Merr., *Crotalaria juncea* L. e *Brassicae campestris* L. variedade *chinensis*, foram utilizadas no controle de pragas tais como a *Lepidoptera, Noctuidae*. O estudo teve como um dos resultados a necessidade da escolha criteriosa das plantas a serem utilizadas no controle natural de pragas (Tuan et al., 2014). Entre outros fatores, um dos principais motivos para isso é a prevenção de impactos ambientais na área de utilização das plantas.

Para uma melhor inserção de nutrientes pelos adubos verdes, pode-se realizar a incorporação das plantas ao solo, devendo essa ser feita entre oito e 10 semanas após o plantio. O aporte de N ao sistema solo/planta é estimado entre 100 e 300 kg N/ha/ano (Silva et al., s/d).

### 2.3 CERRADO

De acordo com Vieira et al. (2014) o Estado de Goiás, com 340.117 Km<sup>2</sup>, encontra-se completamente inserido no bioma Cerrado, representando, portanto, cerca de 20% dos estimados dois milhões de Km<sup>2</sup> deste importante domínio ecogeográfico. A interiorização da capital da República e das respectivas políticas de ocupação para a região central do país, incentivando o desenvolvimento da pecuária e da agricultura extensiva, como a soja, milho, algodão e, mais recentemente, da cana-de-açúcar, são as principais alterações (Oliveira et al., 2012).

No século 19, a região de domínio de Cerrado era considerada pobre para

produção agrícola, e a prática da pecuária não promovia degradação desse ambiente, porém, com a evolução tecnológica, o domínio de Cerrado passou a ser bioma altamente produtivo (Silva et al., 2011). De acordo com Rosolen et al. (2012) imensas áreas de vegetação original foram desmatadas por corte e queima e substituídas por monoculturas de grãos (soja e milho, principalmente), algodão, pastagens manejadas associadas com pastagens degradadas (naturais), entre outros. Quando ocorre a supressão vegetal, o efeito estufa é agravado, sendo esse um processo natural ocasionado pelo acúmulo de gases na atmosfera, formando uma barreira que aprisiona a radiação infravermelha.

O Brasil é um dos maiores exportadores de carne bovina no mundo, e tal atividade ocupa a maior área do território brasileiro. É necessário conciliar o aumento da produção de carne a partir de sistemas com baixa emissão de CO<sub>2</sub>, ou seja, que sequestre CO<sub>2</sub> no solo, ou que seja capaz de reduzir o impacto sobre o aquecimento global (Rosendo & Rosa, 2012).

Na implantação da agricultura moderna, os espaços prioritários para investimentos de capital no Cerrado foram as áreas de chapada, ou chapadões. Essas áreas são dotadas de excelentes recursos hídricos, que possibilitam a irrigação de culturas no período seco (de maio a setembro). Os fatores físicos foram importantes para a expansão da fronteira agrícola, pois, ao se apropriar, o capital não tem interesse apenas na terra, mas também no que ela contém de outros recursos naturais tais como água, relevo e clima (Matos & Pessôa, 2012).

Um dos fenômenos mais importantes para o cerrado, são as queimadas. Em estudo realizado com o objetivo de avaliar a influência dos elementos climáticos e dos regimes de queimadas nos padrões de fenologia vegetativa e reprodutiva das espécies arbóreas *Caryocar brasiliense* Cambess e *Enterolobium gummiferum* (Mart.) J.F.Macbr, o regime de queimada em que as árvores foram submetidas, não alterou as fenofases ou o potencial reprodutivo de *E. gummiferum*, mas retardou a troca das folhas e inibiu a produção de diásporos de *Caryocar brasiliense*, mostrando quão sensível o bioma é em relação aos fatores externos (Françoso et al., 2014).

Em levantamentos fitossociológicos em área de Cerrado *stricto sensu* no Estado de Mato Grosso do Sul, onde existem alterações antrópicas, um dos principais resultados foi que a área analisada é capaz de se recuperar naturalmente através da retirada dos principais fatores de pressão: acesso do gado ao local (isolamento da área com cercas), proibição da retirada de madeira nativa e não ocorrência de fogo nos últimos cinco anos, além de ser verificada a importância do estabelecimento de uma unidade de conservação no local (Fina

& Monteiro, 2013).

Atenção especial deve ser dada ao cerrado *sensu stricto*, que representando esse, cerca de 70% do bioma, sendo que a conversão indiscriminada para outros fins acarreta grandes modificações no estoque de carbono presente no ecossistema (Paiva et al., 2011). Em áreas onde houve a supressão da vegetação nativa para o uso do solo na criação bovina, quando a pastagem está bem manejada, pode-se melhorar a qualidade química do solo, por meio do aumento nos teores de P, K, Ca e Mg e da CTC do solo e incrementa a biomassa microbiana do solo (Leite et al., 2013).

No bioma Cerrado os solos dominantes são Latossolos (Latosolos), sendo os SPD introduzidas em meados dos anos 80. Esses são bons fornecedores de matéria orgânica para o solo, a qual está presente em níveis médios entre (2 e 3 dag kg<sup>-1</sup>), sendo um componente fundamental para regular a fertilidade do solo e responsável por reservas de nutrientes (Carvalho et al., 2014).

Para alguns componentes químicos, os solos do Cerrado podem apresentar características específicas. Em estudo realizado por Campos et al. (2013), os teores médios de As e Cd decresceu na seguinte ordem das sub-regiões: leste de Goiás > Triângulo Mineiro > nordeste de MG. Com relação a determinados componentes como o P, o manejo desse elemento é algo comum, feito por exemplo, por meio da adubação fosfatada com aplicações no sulco de semeadura de fontes solúveis de P (Nunes et al., 2011).

#### 2.4 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA

A água é essencial para a manutenção da vida em suas diferentes formas e apresenta múltiplos usos, entre eles a dessedentação humana e a utilização nos ciclos naturais, de modo a garantir o equilíbrio ecológico. A escassez de água potável, limpa e segura ainda é um dos principais fatores de mortalidade em países em desenvolvimento (Boutilier et al., 2014).

Os usos e ocupações do solo são um dos principais fatores interferentes na qualidade da água superficial, sendo que a gestão da qualidade da água está baseada na minimização ou mitigação dos danos ambientais (Barrington et al., 2013). O monitoramento da qualidade dos recursos hídricos é dever do poder público e tem como um dos principais resultados positivos, a possibilidade de ação antes que o impacto ambiental ocorra.

Os usos e ocupações do solo, são transformados constantemente ao longo do tempo devido as atividades humanas. Quando o solo não possui cobertura vegetal o carreamento de suas partículas é facilitado. Como consequência disso, tem-se a entrada de

espécies químicas (solúveis e adsorvidas) transportadas no escoamento superficial que causam a degradação dos corpos hídricos, provocando o enriquecimento da água com nutrientes agentes de eutrofização dos mananciais, além de provocar a morte de peixes e o assoreamento (Pinheiro et al., 2013).

O uso agrícola do solo em países em desenvolvimento ainda tem sido um dos principais fatores intervenientes na qualidade da água. Uma outra interferência que o uso do solo possui é sobre as plantas, afetando a capacidade de manutenção de determinados nutrientes e de carbono, além de afetar o papel do solo como um regulador do ciclo hidrológico (Kuwano et al., 2014).

Os impactos decorrentes dos usos em que o solo é submetido alteram os ciclos hidrológicos e de transporte de sedimentos, o escoamento superficial, a vazão máxima de cheia, os fluxos de base, a recarga subterrânea, a umidade do solo e o volume de erosão e sedimentação (Perazzoli et al., 2013). As alterações antrópicas também estão relacionadas a atributos como a compactação e permeabilidade da área, provocando alterações associadas a práticas de manejo em graus variados sobre os atributos do solo (Lima et al., 2013).

É essencial o conhecimento das alterações no solo de acordo com os usos e manejos aos quais esse é submetido, sendo que os acompanhamentos temporais dessas propriedades e em diferentes sistemas de manejo podem determinar, de maneira mais conclusiva, a importância dessas propriedades na avaliação da qualidade dos solos (Bono et al., 2013). O monitoramento ambiental em bacias hidrográficas procura analisar aspectos relevantes que permitam caracterizar as mudanças que ocorrem no uso e ocupação do solo, tornando possível avaliar os efeitos das atividades humanas sobre os sistemas naturais (Bertossi et al., 2013). A qualidade da água reflete as condições ambientais da bacia hidrográfica, sendo assim, conhecer essas características amplia o conhecimento ecológico do ecossistema e possibilita detectar alterações antrópicas (Souza & Gastaldini, 2014).

A manutenção das APPs, por exemplo, está diretamente relacionada com o menor carreamento de partículas e consequente manutenção da qualidade da água, sendo necessário para esse último aspecto, o uso do monitoramento. Algo importante a respeito das áreas ecologicamente frágeis (áreas declivosas, nascentes, margens dos rios e áreas de recarga dos aquíferos) é que muitas destas regiões são bacias vertentes do complexo sistema formador da drenagem de grandes rios, que fornecerão água para o abastecimento dos centros urbanos (Oliveira et al., 2013).

Dessa forma é possível compreender a dinâmica dos processos naturais, exigindo no entanto um trabalho periódico feito ao longo de determinado tempo, levando

anos em alguns casos até a produção de resultados conclusivos (Pinto et al., 2013). O monitoramento com menores intervalos de tempo é importante na verificação da dinâmica real da qualidade da água, tais como picos de concentração de nutrientes em horários específicos, podendo ajudar a compreender a variabilidade da qualidade da água ao longo do tempo. Um dos aspectos negativos desse tipo de técnica é o elevado número de amostras e de análises laboratoriais (Pott et al., 2014).

Na determinação abrangente da qualidade da água o ideal seria ter um número virtualmente infinito de amostragens em pontos que fornecem dados espacialmente contínuos sobre a água qualidade, porém existem limitações práticas, tais como: restrições orçamentárias e manutenção das instalações utilizadas em campo (Lee et al., 2014). Em Nova York (EUA), para o monitoramento da turbidez da água são utilizadas estações robotizadas, sendo essa considerada uma evolução inestimável de recursos de gerenciamento para grandes sistemas de abastecimento de água preocupados com os efeitos da turbidez causada pelo carreamento de partículas (Effler et al., 2014).

Além das estações fixas utilizadas no monitoramento da qualidade da água, uma outra forma a ser utilizada é a modelagem. A modelagem matemática da qualidade da água está baseada no uso de equações que representam os processos de transporte e transformação de poluentes em corpos de água (Fan et al., 2013).

Vale ressaltar que no monitoramento da qualidade da água, é essencial o adequado controle de determinadas variáveis. Como resultado da variabilidade dos aspectos ambientais das sub-bacias, os aspectos a serem monitorados também serão diferentes (Chang & Lin, 2014).

A presença de fontes poluidoras em zonas urbanas é algo cada vez mais comum, estando as fontes de poluição divididas em pontuais e difusas. As fontes difusas são encontradas em bacias agrícolas ou urbanas geradoras de escoamento superficial, sendo essencial o conhecimento da origem espacial das cargas e de seus impactos negativos sobre a qualidade da água (Baltokoski et al., 2010). Um exemplo para as fontes pontuais de poluição são os lançamentos de águas residuárias não tratadas. Como exemplos de constituintes responsáveis pela poluição da água, têm-se matéria orgânica, compostos nitrogenados e fosfatados, pesticidas e metais pesados (Jing et al., 2013).

A escassez dos recursos hídricos tem se agravado e requer o emprego de medidas que visem a melhorar a gestão da oferta e da demanda de água para os diferentes usos. Assim, a manutenção do fornecimento de água, não só em quantidade suficiente, mas também com qualidade adequada, é um dos maiores desafios do século XXI (Lopes et al., 2014). Antes

da captação da água utilizada para o abastecimento humano e industrial, é essencial conhecer a qualidade do manancial, aferida por meio de variáveis físicas, química e biológicas (Barreto et al., 2014) que são monitoradas por meio de análises e exames laboratoriais.

A qualidade da água superficial é um dos principais fatores intervenientes na saúde pública, sendo que quando essa é captada para consumo humano ou industrial, deve seguir parâmetros estabelecidos em legislação nacional. O potencial hidrogeniônico (pH) e a condutividade são apontados como os dois principais parâmetros a serem monitorados em águas superficiais (ANA, 2014), porém os níveis de P total na água podem indicar contaminação por matéria orgânica, alguns elementos tais como Ca, Mg, K, Cu, Fe, Mn, Zn, Pb, Cr e Ni são indicadores de contaminações por metais pesados e o oxigênio dissolvido na água (OD) e a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) também são outros indicadores de contaminação. Os níveis de turbidez indicam, por exemplo, quanto de material coloidal está em suspensão.

A turbidez da água indica sua transparência devido a existência de partículas coloidais em suspensão no meio aquoso. Os sólidos carregados pela chuva que causam o aumento da turbidez, ocasionam impactos negativos, entre esses está a interrupção do abastecimento de água doméstico (Yang et al., 2014).

O monitoramento dessas partículas é algo importante nos processos de tratamento da água. Partículas de diferentes tamanhos estão presentes em águas naturais, mas coloides (0,01 e 0,1 mm) e pequenos sólidos (10 e 100 um) são as principais partículas a serem removidas em Estações de Tratamento de Água (ETAs) (Yao et al., 2014).

Em países tais como a Finlândia, as determinações de turbidez na água são feitas com alta frequência. No ano de 2012, mais de 30.000 análises foram feitas nos lagos, rios e estuários do país. Para a medição da turbidez utiliza-se uma propriedade ótica da água, com base da dispersão da luz na amostra (Näykki et al., 2014). A turbidez pode ser considerada como o parâmetro mais importante, entre todas as necessárias para determinar o estado da água. Esse parâmetro é largamente afetado pelos outros aspectos da água (Iglesias et al., 2014).

Relacionado aos níveis de matéria orgânica está a condutividade. Os dois métodos mais comuns para a realização das medições são os sensores de contato e os sensores indutivos (Banna et al., 2014). A condutividade está relacionada com os íons dissolvidos na água. Devido aos maiores teores de íons dissolvidos, as águas poluídas possuem maiores valores de condutividade (Peng et al., 2014).

### 3 ACOMPANHAMENTO DAS ARBÓREAS

#### RESUMO

O desenvolvimento de espécies arbóreas pode se interferido por diferentes fatores presentes no ecossistema, entre eles está a qualidade e a competição entre espécies que as vezes não são endêmicas, mas sim exóticas e invasoras. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de espécies utilizadas na revegetação de Área de Preservação Permanente (APP) em consórcio com adubos verdes. Foram realizadas medições de diâmetro e altura durante doze meses (setembro de 2013 à agosto de 2014). Os tratamentos utilizados foram as plantas perenes: baru (*Dipteryx alata*), pequi (*Caryocar brasiliense*), mutamba (*Guazuma ulmifolia*), murici (*Byrsonima crassifolia*), nó-de-porco (*Physocalymma scaberrimum*) e apeiba (*Apeiba albiflora*), em consórcio com feijão-guandú (*Cajanus cajan*), crotalária (*Crotalaria juncea*), estilosantes (*Stilosante capitata* 80 %) e as plantas solteiras. No monitoramento realizado de setembro de 2013 à agosto de 2014, algumas plantas tiveram boa resposta em relação ao uso dos adubos verdes, porém outras tiveram alta mortalidade durante o estudo, como foi o caso do pequi. A competição entre espécies exóticas e as nativas foi reduzida, o que aumentou em geral a sobrevivência.

*Palavras-chave:* Monitoramento ambiental, espécies vegetais.

#### ABSTRACT

The development of tree species can be interfered with by different factors in the ecosystem, among them is the quality and the competition between species that sometimes are not endemic, but exotic and invasive. This study aimed to evaluate the development of species used for reforestation of Permanent Preservation Areas (PPA) in consortium with green manure. Diameter and height measurements were performed for twelve months (September 2013 to August 2014). The treatment was used: baru (*Dipteryx alata*), pequi (*Caryocar brasiliense*), mutamba (*Guazuma ulmifolia*), murici (*Byrsonima crassifolia*), nó-de-porco (*Physocalymma scaberrimum*), and apeiba (*Apeiba albiflora*), in partnership with feijão-guandu (*Cajanus cajan*), crotalária (*Crotalaria juncea*), estilosantes (*Stilosante capitata*-80 %) and single perennials. Monitoring carried out in September 2013 to August 2014, some plants had good response in relation to the use of green manures, but others had high mortality during the study, as was the case of the pequi. The competition between alien and native was reduced, which increased overall survival.

*Keywords:* Environmental monitoring, plant species.

#### 3.1 INTRODUÇÃO

A presença de espécies arbóreas em determinada área é essencial para o correto equilíbrio dos ecossistemas em que essas estão inseridas. De acordo com Neri et al. (2013) a vegetação do Cerrado é a maior savana neotropical e se estende ao longo de um milhão e meio de quilômetros quadrados na América do Sul tropical. Magalhães et al. (2013) afirmam que a substituição da floresta por outro tipo de uso do solo pode levar a perdas significativas

na matéria orgânica do solo, alterando sua dinâmica e como consequência alterando as entradas e saídas de nutrientes do sistema. As APPs auxiliam na preservação dos recursos hídricos, na estabilidade geológica e da fauna e flora existente, além de facilitar o fluxo gênico entre espécies (Brasil, 2012).

As modificações causadas pelo homem são alguns dos fatores que mais influenciam as características de determinada área. Em áreas próximas a corpos hídricos e naquelas consideradas como zonas húmidas onde terrenos hidromórficos se fazem presentes, quando as plantas não são nativas da área, seu desenvolvimento pode ser drasticamente alterado (Hu et al., 2015). Em áreas de Cerrado o desmatamento ainda é considerado um grande problema a ser controlado. Entre todos os outros, esse é o com mais rápida perda de vegetação natural (Trancoso et al., 2014).

Algo apontado como um dos principais fatores de degradação ambiental é a falta de políticas de uso e ocupação do solo. Com relação as políticas de regulamento de uso do solo e preservação de APPs, por exemplo, estudiosos acreditam que a conservação restrita a uma área pode simplesmente deslocar uso e atividades em outro lugar, resultando em aumento do desmatamento no entorno. Isso pode anular ou reduzir os resultados positivos de tal regulamentação (Bruggeman et al., 2015).

Na redução da competição entre as espécies nativas e espécies invasoras, uma das opções é o uso de adubos verdes. Esses também auxiliam na fixação de nutrientes importantes na sobrevivências das plantas, além de sequestrar o carbono a ser emitido para a atmosfera que geralmente é fonte do desequilíbrio ambiental, seja pela deposição de material vegetal resultante dos desmatamentos, ou pela lixiviação de matéria orgânica no solo (Poeplau & Don, 2015). Outro fator do solo influenciado positivamente pela adubação verde (além dos componentes ‘macro’ tais como vegetação e macro fauna) é a microbiota, sendo isso avaliado por meio da respiração microbiana, por exemplo (Shrestha et al., 2015).

Em áreas de APP onde houve algum processo de degradação, uma das formas de recuperação é o uso da revegetação com espécies nativas da área, em que muitas vezes não são arbóreas, mas também podem ser arbustos ou gramíneas, que quando utilizadas em processos de revegetação, devem ter seu desenvolvimento monitorado, evitando, por exemplo, a morte de algum indivíduo e a substituição desse. Algo importante é o estudo da dinâmica das árvores em longo prazo, sendo isso apontado como fator limitante na regeneração natural de florestas (Bouman, 2015).

O presente estudo foi realizado com o objetivo de monitorar o crescimento de espécies arbóreas nativas do Cerrado utilizadas na revegetação de APP degradada em função

de adubos verdes.

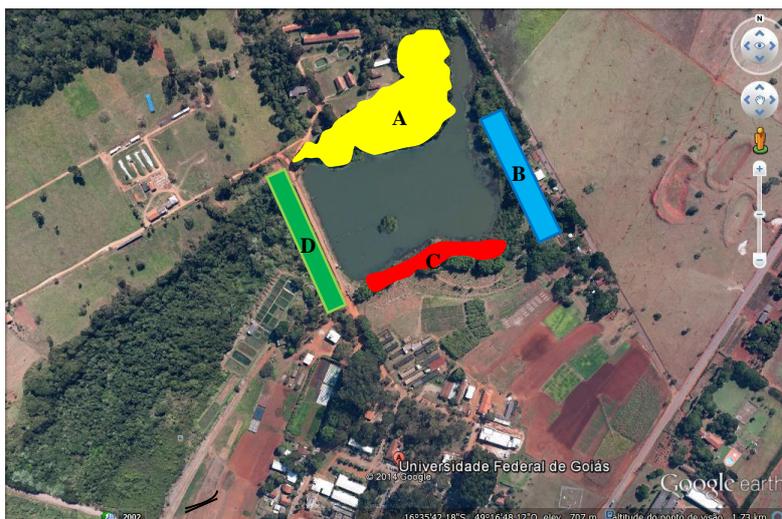
### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em Área de Preservação Permanente (APP) em processo de revegetação. O clima da região segundo a classificação de Köppen é tropical úmido, Aw, com longa estação seca e precipitações anuais médias de 1600mm. A APP é pertencente a represa localizada na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás nas coordenadas 16°35'42.46"S e 49°16'45.77"O. Entre outros usos, a água do corpo hídrico é utilizada no abastecimento de uma indústria de bebidas que faz a captação direta da água, no abastecimento do Campus Samambaia da UFG e também para piscicultura.

O processo de revegetação foi iniciado no ano de 2011, com o uso de espécies nativas do Cerrado em consórcio com adubos verdes. Entre outros benefícios, os adubos verdes foram utilizados, pois esses reduzem a competição com a gramínea *Urochloa*, uma das mais agressivas na ocupação de áreas. Seu desenvolvimento e propagação são de rápido avanço. Outro fator que explica a utilização dos adubos verdes, é a própria manutenção das árvores.

Não foram utilizados agrotóxicos no controle de pragas e não foram aplicados adubos químicos solúveis. A jusante da área revegetada existe o cultivo de café orgânico (Figura 1), um pivô utilizado na irrigação de experimentos da Escola de Agronomia e o plantio de pinhão manso (*Jatropha curcas*).

As arbóreas utilizadas no processo de revegetação, foram obtidas em viveiro comercial em Goiânia. O plantio e a manutenção da área foi feita pelos funcionários da EA. Um dos problemas encontrados no local, é a existência de grandes roedores, tais como a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), o que trouxe a infestação por carrapatos. A área onde existe o reflorestamento, não é em toda a APP do corpo hídrico, mas somente na margem direita. De acordo com a figura a seguir (Figura 3.1), pode-se observar os diferentes usos que essa recebe.



**Figura 3.1.** Represa da EA/UFG e adjacências com localização da área de estudo. Goiânia, julho de 2014. Fonte: Google Earth (2014). A: parte mais conservada; B: laboratório; C: área de estudo e D: plantio de bananas.

A área em destaque vermelho recebeu o reflorestamento com espécies nativas do Cerrado, tais como baru (*Dipteryx alata*). O modelo de plantio utilizado foi o de alta densidade de indivíduos sem alinhamento e linhas alternadas, de maneira que uma espécie de crescimento lento ficou entre quatro espécies de crescimento mais rápido. Foi aplicado nas covas 60 g de termofosfato, 200 g de calcário e 2 litros de composto orgânico.

Em azul está a área onde ficam os laboratórios provisórios de solos da EA, sendo esses o Laboratório de Física do Solo, Lassnut e de Microbiologia do Solo. Antes desse uso, existiam moradias de ex-funcionários da instituição. Nessa parte, as distâncias mínimas de APP não são respeitadas, existindo a intenção de fazer o correto uso quando a construção dos laboratórios definitivos for finalizada. Em amarelo está a parte mais conservada da APP, porém existem casas na área, onde famílias vivem há muito tempo. Por último, em destaque verde, está uma área de reflorestamento e um plantio de bananas. Nessa já existiram casas.

As espécies utilizadas no estudo foram: apeiba (*Apeiba albiflora*), baru (*Dipteryx alata*), murici (*Byrsonima crassifolia*), mutamba (*Guazuma ulmifolia*), nó de porco (*Physocalymma scaberrimum*) e pequi (*Caryocar brasiliense*). O consórcio realizado com os adubos verdes ocorreu com as seguintes espécies: crotalária (*Crotalaria juncea*), estilozantes (*Stilosante capitata* 80 %) e feijão guandú (*Cajanus cajan*).

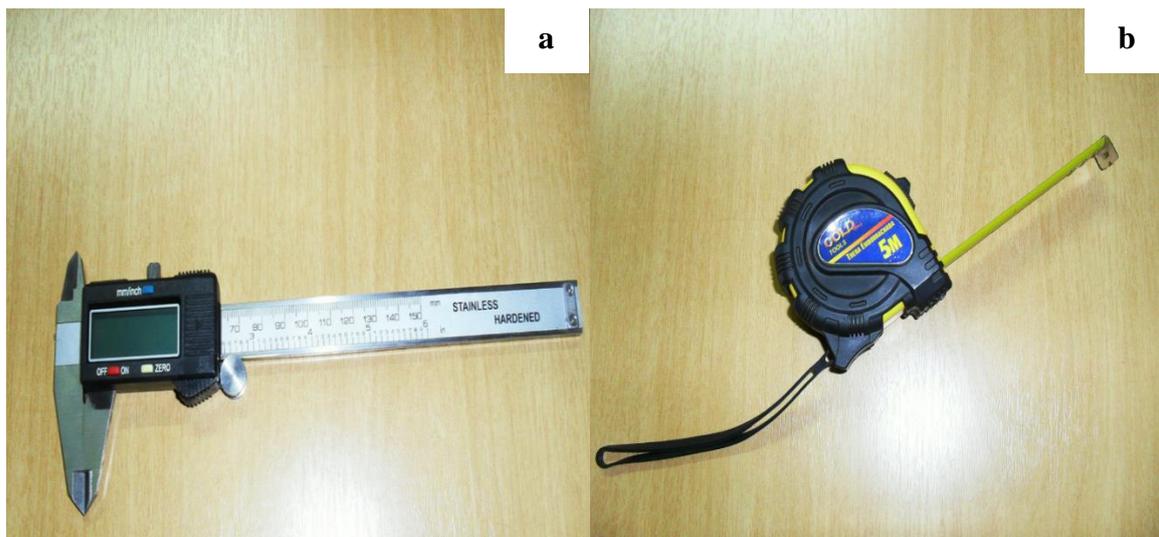
A mensuração do diâmetro e da altura das árvores, ocorreu de setembro de 2013 até agosto de 2014, totalizando um período de 12 meses e abrangendo as épocas de cheia e estiagem na área. Os adubos verdes foram semeados sob a projeção da copa das arbóreas, distantes de 0,5 m e 1,0 m das plantas (Figura 3.2).



**Figura 3.2.** Apeiba circundada por crotalaria na projeção do coroamento. Fonte: Autora (2014).

Durante o período de estudo, foram avaliadas somente as árvores presentes na última etapa do reflorestamento, realizado em 2012. As espécies estão divididas em nove blocos como seis árvores em cada um. Essas se repetem nos blocos. No início do trabalho todos os seis primeiros blocos possuíam adubo verde. Os blocos sete, oito e nove foram utilizados no estudo, como aqueles sem a presença de adubos verdes. Durante a execução do trabalho, algumas plantas morreram. As árvores foram substituídas e os adubos verdes foram replantados, porém não mesma sequência, sendo esse um dos motivos para o não acompanhamento dos adubos verdes.

A medição do diâmetro das árvores foi realizada com o uso de paquímetro (Figura 3.3a), em posição rente ao solo. Em todos os meses de medição, essa aconteceu no último dia do mês e a posição de medição das plantas foi a mesma em todo o estudo. Para medir a altura, foi utilizada trena simples (Figura 3.3b) e mira de topografia de comprimento conhecido, sendo o referencial, a última folha da planta.



**Figura 3.3.** a) material utilizado na medição da evolução do diâmetro das espécies. b) Trena utilizada na medição da altura das árvores, utilizando como referência a última folha da planta. Fonte: Autora (2014).

Após a coleta dos dados, esses foram organizados em planilhas eletrônicas e analisados por meio de *software* estatístico de livre acesso. As análises estatísticas foram em parcelas sub-subdivididas no tempo. Sendo espécie florestal considerado as parcelas. Os adubos verdes foram as sub-parcelas e o período de desenvolvimento sub-sub parcelas. A análise estatística efetuada feita considerou a correlação entre o adubo verde e as espécies arbóreas, objetivando-se conhecer a possível interferência entre essas. Além disso, foram construídos gráficos onde curvas de dispersão foram expressas para representar o desenvolvimento das plantas durante o período de estudo.

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de espécies arbóreas na recuperação de áreas degradadas é importante, sendo que nesse processo, algumas das principais funções das espécies arbóreas são: reabilitação do solo, contenção de erosões, atração de polinizadores, recarga do lençol freático por meio das raízes, atração de fauna local e restabelecimento da beleza cênica. Na escolha das espécies deve-se, preferencialmente, utilizar mudas iguais ou de comportamento similar as arbóreas anteriormente presentes na área.

Após a realização das medições, algumas espécies obtiveram melhor resposta e outras não, sendo isso avaliado pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A média dos valores encontrados foram divididas nas tabelas abaixo (Tabela 3.1 a 3.12).

**Tabela 3.1.** Médias da evolução da altura de plantas (cm) de baru (*Dipteryx alata*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação.

Tratamentos	2013				2014							
	set	out	nov	dez	jan	fev	Mar	abr	mai	jun	jul	ago
<i>Baru/Feijão guandu</i>	55,50 Aa*	55,50 Aa	57,00 Aa	57,00 Aa	57,00 Aa	57,00 Aa	58,00 Aa	58,00 Aa	59,00 Aa	59,00 Aa	59,00 Aa	60,00 Aa
<i>Baru/Estilosantes</i>	69,50 Aa	70,00 Aa	70,00 Aa	70,00 Aa	71,03 Aa	72,00 Aa	72,00 Aa					
<i>Baru/Crotalaria</i>	45,50 Aa	47,05 Aa	47,05 Aa	47,05 Aa	50,00 Aa	50,00 Aa	50,00 Aa	51,02 Aa				
<i>Baru</i>	29,50 Aa	31,02 Aa	31,03 Aa	32,00 Aa	32,00 Aa	32,00 Aa	33,00 Aa	33,00 Aa	33,00 Aa	34,07 Aa	34,07 Aa	34,09 Aa

\*Valores seguidos pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.2.** Médias da evolução do diâmetro de plantas (cm) de baru (*Dipteryx alata*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação.

Tratamentos	2013				2014							
	set	out	Nov	dez	jan	fev	Mar	abr	mai	jun	jul	ago
<i>Baru/Feijão guandu</i>	11,00 Aa*	11,30 Aa	11,30 Aa	11,30 Aa	15,04 Aa	15,42 Aa	16,71 Aa	16,74 Aa	17,56 Aa	17,66 Aa	19,87 Aa	19,87 Aa
<i>Baru/Estilosantes</i>	10,98 Aa	13,08 Aa	13,08 Aa	13,85 Aa	14,73 Aa	15,18 Aa	17,48 Aa	17,62 Aa	17,62 Aa	18,48 Aa	18,94 Aa	18,94 Aa
<i>Baru/Crotalaria</i>	14,49 Aa	14,49 Aa	14,49 Aa	14,49 Aa	15,31 Aa	15,85 Aa	15,85 Aa	15,55 Aa	17,35 Aa	17,95 Aa	17,95 Aa	18,41 Aa
<i>Baru</i>	5,77 Ab	7,39 Aab	7,39 Aab	7,60 Aab	10,95 Aa	11,60 Aa	11,60 Aa	11,60 Aa	11,60 Aa	12,50 Aa	12,50 Aa	12,50 Aa

\*Valores seguidos pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.3.** Médias da evolução da altura de plantas (cm) de pequi (*Caryocar brasiliense*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação.

Tratamentos	2013				2014							
	set	out	nov	dez	jan	fev	Mar	abr	mai	jun	jul	ago
<i>Pequi/ Feijão guandu</i>	69,00 Aa*	69,00 Aa	69,00 Aa	69,00 Aa	71,00 Ba	71,00 Ba	72,00 Ba	72,00 Ba	72,00 Ba	72,00 Ba	73,00 Ba	73,00 Ba
<i>Pequi/Estilosantes</i>	63,00 Aa	64,00 Aa	64,00 Aa	64,00 Aa	66,00 Ba	66,00 Ba	66,00 Ba	66,00 Ba	67,00 Ba	67,00 Ba	68,00 Ba	68,00 Ba
<i>Pequi/Crotalaria</i>	92,50 Aa	92,50 Aa	92,50 Aa	92,50 Aa	94,00 ABa	94,00 ABa	95,00 ABa	95,00 ABa	95,00 ABa	96,50 ABa	96,50 ABa	96,50 ABa
<i>Pequi</i>	140,50 Aa	142,07 Aa	144,00 Aa									

\*Valores seguidos pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.4.** Médias da evolução do diâmetro de plantas (cm) de pequi (*Caryocar brasiliense*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação.

Tratamentos	2013				2014							
	set	out	nov	dez	jan	Fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
<i>Pequi/ Feijão guandu</i>	12,83 Aa*	12,83 Aa	12,83 Aa	12,83 Aa	13,05 Aa	14,00 Aa	14,00 Aa					
<i>Pequi/Estilosantes</i>	12,00 Aa	12,00 Aa	12,00 Aa	12,00 Aa	13,05 Aa	13,05 Aa	14,00 Aa	14,00 Aa	14,00 Aa	14,00 Aa	15,50 Aa	15,50 Aa
<i>Pequi/Crotalaria</i>	13,98 Aa	13,98 Aa	13,98 Aa	13,98 Aa	14,00 Aa	14,00 Aa	14,00 Aa	15,02 Aa				
<i>Pequi</i>	5,03 Ba	5,03 Ba	5,03 Ba	5,03 Ba	5,33 Ba	5,35 Ba	6,83 Ba	6,83 Ba	7,59 Ba	7,59 Ba	7,59 Ba	7,59 Ba

\*Valores seguidos pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.5.** Médias da evolução da altura de plantas (cm) de mutamba (*Guazuma ulmifolia*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação.

Tratamentos	2013				2014							
	set	out	nov	dez	jan	Fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
<i>Mutamba/ Feijão guandu</i>	228,00 Aa*	228,00 Aa	228,00 Aa	228,00 Aa	300,50 Aa	300,50 Aa	300,50 Aa	301,00 Aa	301,00 Aa	302,00 Aa	302,50 Aa	302,50 Aa
<i>Mutamba/Estilosantes</i>	96,50 Ba	96,50 Ba	96,50 Ba	97,00 Ba	97,00 Ba	98,00 Ba	98,50 Ba	100,50 Ba	100,50 Ba	102,90 Ba	102,90 Ba	102,90 Ba
<i>Mutamba/Crotalaria</i>	205,00 Aa	209,00 Aa	209,00 Aa	209,00 Aa	209,50 Aa	209,50 Aa	209,50 Aa	209,50 Aa	300,00 Aa	300,00 Aa	300,00 Aa	300,00 Aa
<i>Mutamba</i>	225,00 Aa	225,00 Aa	225,50 Aa	225,50 Aa	227,00 Aa	227,00 Aa	228,50 Aa	228,00 Aa	300,00 Aa	300,00 Aa	302,00 Aa	302,00 Aa

\*Valores seguidos pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.6.** Médias da evolução do diâmetro de plantas (cm) de mutamba (*Guazuma ulmifolia*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação.

Tratamentos	2013				2014							
	set	out	nov	Dez	Jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
<i>Mutamba/ Feijão guandu</i>	61,16 Aa*	61,54 Aa	61,54 Aa	63,49 Aa	80,47 Aa	81,82 Aa	82,50 Aa	82,50 Aa				
<i>Mutamba/Estilosantes</i>	14,45 Ba	14,45 Ba	14,45 Ba	45,49 Aa	47,80 Aa	47,80 Aa	47,80 Aa	47,80 Aa				
<i>Mutamba/Crotalaria</i>	52,86 Aa	54,84 Aa	54,84 Aa	77,19 Aa	79,19 Aa	79,19 Aa	79,19 Aa	81,73 Aa				
<i>Mutamba</i>	63,47 Aa	63,47 Aa	63,47 Aa	63,47 Aa	63,47 Aa	64,49 Aa	70,20 Aa	70,20 Aa	70,20 Aa	71,25 Aa	71,25 Aa	72,90 Aa

\*Valores seguidos pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.7.** Médias da evolução da altura de plantas (cm) de murici (*Byrsonima crassifolia*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação.

Tratamentos	2013				2014							
	set	out	Nov	Dez	Jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
<i>Murici/ Feijão guandu</i>	114,50 Aa*	114,50 Aa	114,50 Aa	114,50 Aa	121,50 Aa	135,50 Aa	136,50 Aa	141,00 Aa				
<i>Murici/Estilosantes</i>	97,50 Aa	97,50 Aa	97,50 Aa	97,50 Aa	97,50 Aa	100,00 Aa	100,00 Aa	100,00 Aa	100,00 Aa	100,00 Aa	105,00 Aa	105,00 Aa
<i>Murici/Crotalaria</i>	126,00 Aa	126,00 Aa	126,00 Aa	130,00 Aa	135,00 Aa	135,00 Aa	137,00 Aa	138,00 Aa				
<i>Murici</i>	67,50 Ba	67,50 Ba	67,50 Ba	70,00 Ba	70,00 Ba	71,00 Ba	71,00 Ba	72,50 Ba	72,50 Ba	72,50 Ba	72,50 Ba	73,00 Ba

\*Valores seguidos pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.8.** Médias da evolução do diâmetro de plantas (cm) de murici (*Byrsonima crassifolia*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação.

Tratamentos	2013				2014							
	set	out	Nov	Dez	Jan	fev	Mar	abr	mai	jun	jul	ago
<i>Murici/ Feijão guandu</i>	18,56 Aa*	20,41 Aa	20,41 Aa	20,41 Aa	20,41 Aa	21,00 Aa	21,00 Aa	22,05 Aa	22,12 Aa	22,12 Aa	22,12 Aa	24,50 Aa
<i>Murici/Estilosantes</i>	9,90 Aa	12,24 Aa	12,24 Aa	12,24 Aa	13,03 Aa	14,71 Aa	14,71 Aa	14,71 Aa	14,71 Aa	15,00 Aa	15,00 Aa	15,00 Aa
<i>Murici/Crotalaria</i>	16,40 Aa	16,40 Aa	16,40 Aa	17,82 Aa	17,82 Aa	17,82 Aa	17,82 Aa	18,00 Aa	18,00 Aa	19,44 Aa	19,44 Aa	16,97 Aa
<i>Murici</i>	31,45 Aa	31,45 Aa	31,45 Aa	31,45 Aa	31,45 BAa	32,11 Ba	32,11 Aa	33,14 Aa	33,14 Aa	35,18 Aa	35,18 Aa	35,18 Aa

\*Valores seguidos pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.9.** Médias da evolução da altura de plantas (cm) de nó de porco (*Physocalymma scaberrimum*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação.

Tratamentos	2013				2014							
	set	out	nov	Dez	Jan	fev	Mar	abr	mai	jun	jul	ago
<i>Nó de porco/ Feijão guandu</i>	88,00 Aa*	97,00 Aa	97,00 Aa	105,50 Aa	105,50 Aa	105,50 Aa	110,50 Aa	110,50 Aa	110,50 Aa	114,50 Aa	114,50 Aa	114,50 Aa
<i>Nó de porco/Estilosantes</i>	112,50 Aa	112,50 Aa	112,50 Aa	115,50 Aa	115,50 Aa	117,00 Aa	120,50 Aa	120,50 Aa	120,50 Aa	124,50 Aa	124,50 Aa	125,50 Aa
<i>Nó de porco/Crotalaria</i>	134,50 Aa	134,00 Aa	134,00 Aa	140,50 Aa	141,50 Aa	146,50 Aa	146,50 Aa	146,50 Aa	147,00 Aa	147,00 Aa	149,00 Aa	149,00 Aa
<i>Nó de porco</i>	72,00 Aa	72,00 Aa	75,00 Aa	80,50 Aa	84,50 Aa	84,50 Aa	84,50 Aa	84,50 Aa				

\*Valores seguidos pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.10.** Médias da evolução do diâmetro de plantas (cm) de nó de porco (*Physocalymma scaberrimum*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação.

Tratamentos	2013				2014							
	set	out	nov	dez	Jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
<i>Nó de porco/ Feijão guandu</i>	17,50 ABa*	17,50 ABa	17,50 ABa	17,50 ABa	21,42 ABa	21,42 ABa	21,61 ABa	23,05 ABa	24,18 ABa	26,15 ABa	28,60 ABa	28,60 ABa
<i>Nó de porco/Estilosantes</i>	47,25 Aa	47,25 Aa	47,25 Aa	47,25 Aa	48,15 Aa	48,15 Aa	48,15 Aa	49,19 Aa	49,19 Aa	50,00 Aa	50,00 Aa	51,20 Aa
<i>Nó de porco/Crotalaria</i>	56,85 Aa	56,85 Aa	56,85 Aa	56,85 Aa	60,84 Aa	60,84 Aa	61,00 Aa	61,00 Aa	62,01 Aa	62,41 Aa	62,50 Aa	63,00 Aa
<i>Nó de porco</i>	8,35 Ba	8,35 Ba	8,35 Ba	9,00 Ba	9,80 Ba	9,80 Ba	10,70 Ba	10,70 Ba	11,73 Ba	12,00 Ba	12,00 Ba	12,00 Ba

\*Valores seguidos pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com Daronco et al. (2013) a autossustentabilidade de ecossistemas florestais depende da manutenção dos processos de regeneração natural das espécies vegetais, especialmente arbóreas, que formam a estrutura que abriga todas as outras espécies e cria condições ambientais para o desencadeamento dos processos ecológicos. Uma das opções para o conhecimento das influências das espécies arbóreas em área de reflorestamento, é a estimativa de biomassa. Em plantios de restauração, são poucos os estudos envolvendo modelagem da biomassa e do carbono, deixando assim uma lacuna de informações a respeito do potencial dessas florestas como sumidouros de carbono (Miranda et al., 2011).

Espécies arbóreas possuem seu sistema influenciado pela precipitação, temperatura, relevo e tipo de solo. Em estudo realizado por Bauer (et al., 2012) com espécies de floresta secundária semidecídua no Sul do Brasil, foi mostrada a relação entre o desenvolvimento das árvores e fatores tais como temperatura e o fotoperíodo.

Similar a árvores de outros biomas, espécies do cerrado (um dos biomas mais influenciados pelas mudanças antrópicas) dependem dos serviços ambientais prestados pela fauna, porém as rápidas modificações provocadas pelo homem ameaçam essas espécies (Aguilar et al., 2014). A sucessão vegetacional é um dos fenômenos mais importantes para a manutenção da cobertura verde. A morte de árvores mais velhas ou a queda de árvores por vento ou outras causas quaisquer, a abertura de clareiras e seus processos associados, são alguns dos fenômenos que fazem parte disso (Venturoli et al., 2011). Segundo Assunção et al. (2011) os mecanismos de dispersão, essenciais na distribuição natural das espécies, requer interações entre as plantas e seus dispersores e podem variar conforme os hábitos de crescimento.

Um exemplo de espécie com bom potencial para utilização em áreas em recuperação, é o baru (*Dipteryx alata*). Essa é uma planta arbórea que ocorre principalmente em áreas cujos solos apresentam média fertilidade, sendo útil para diversos fins (Ajalla et al., 2012). O pequi é outra espécie de grande potencial para utilização em processos de revegetação. Em grande escala, um dos obstáculos para a produção é o fato de que a germinação de sementes de pequi é baixa e irregular (Leão et al., 2012).

No semi-árido paraibano, o efeito da adubação orgânica sobre a comunidade de fungos micorrízicos arbusculares em sistemas consorciados com milho, feijão e algodão foi avaliado ao longo de dois anos. Não foi possível identificar um melhor tratamento em termos de densidade de esporos, colonização micorrízica e teor de glomalina, existindo efeito significativo das incorporações na maioria dos tratamentos quando comparados ao controle

(Sousa et al., 2012). De acordo com Tavares et al. (2011): “organismos de solo desempenham um importante papel em cultivos orgânicos de *Crotalaria juncea* (Fabaceae) e estão associados com a conservação natural do ambiente”.

Na avaliação da taxa de decomposição e da velocidade de liberação de macronutrientes e Si da fitomassa do consórcio crotalária mais milho, em função do tempo após manejo, sem e com fragmentação, a fragmentação da fitomassa do consórcio crotalária + milho aumentou a taxa de decomposição e a liberação de N, P, Ca e S (Costa et al., 2014). Ao avaliar o efeito de diferentes adubos orgânicos em associação ou não com adubo verde na produção de folhas de *Ocimum selloi* Benth., planta nativa do Brasil, não foi observado incremento nos resultados pela associação com a *Crotalaria juncea* (Morais & Barbosa, 2012).

Espécies tais como crotalária juncea e feijão-de-porco, foram utilizadas em estudo que teve como objetivo principal a avaliação da influência das plantas de cobertura e dos espaçamentos de plantio no controle das perdas de solo, água e nutrientes por erosão hídrica, visando à conservação do solo. As plantas foram eficientes (Cardoso et al., 2012). Algo estudado foi o efeito das coberturas verdes precedentes sobre a necessidade de adubação nitrogenada da cultura do milho, durante diferentes anos agrícolas em sistema de plantio direto.

O cultivo de milho após crotalária apresentou melhor desempenho e menor demanda de adubação nitrogenada, quando comparado ao cultivado após milho (Leal et al., 2013). Na cultura do trigo, a utilização de diferentes coberturas vegetais pode reduzir a necessidade de fertilizantes nitrogenados em cobertura, sendo que o cultivo de trigo em sucessão aos resíduos vegetais de guandu, crotalária e milho junto à crotalária pode apresentar maior produtividade de grãos do que em sucessão ao pousio (Melero et al., 2013). Ao avaliar a produção de fitomassa e as taxas de decomposição e liberação de macronutrientes e de silício, nos resíduos vegetais de crotalária e milho, em cultivo solteiro e consorciado, foi observado maior acúmulo de Ca pela crotalária (Soratto et al., 2012), algo interessante de ser avaliado em SPD, pois dessa forma, custos podem ser reduzidos.

**Tabela 3.11.** Médias da evolução da altura de plantas (cm) de *Apeiba* (*Apeiba albiflora*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação.

Tratamentos	2013				2014							
	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
<i>Apeiba/ Feijão guandu</i>	245,00 Aa	245,00 Aa	245,00 Aa	257,00 Aa	257,00 Aa	260,00 Aa	260,00 Aa	264,00 Aa	264,00 Aa	266,00 Aa	267,00 Aa	267,00 Aa
<i>Apeiba/Estilosantes</i>	178,50 Aa	178,50 Aa	178,50 Aa	197,50 Aa	200,50 Aa	212,50 Aa	212,50 Aa	212,00 Aa	213,50 Aa	213,50 Aa	214,50 Aa	214,00 Aa
<i>Apeiba/Crotalaria</i>	224,00 Aa	224,00 Aa	224,00 Aa	224,00 Aa	226,00 Aa	228,50 Aa	228,50 Aa	231,50 Aa	231,50 Aa	231,50 Aa	235,50 Aa	235,50 Aa
<i>Apeiba</i>	142,50 Aa	142,50 Ba	142,50 Ba	150,00 Aa	150,00 Aa	150,00 Aa	154,50 Aa	154,50 Aa	154,50 Aa	160,00 Aa	160,00 Aa	160,00 Aa

\*Valores seguidos pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

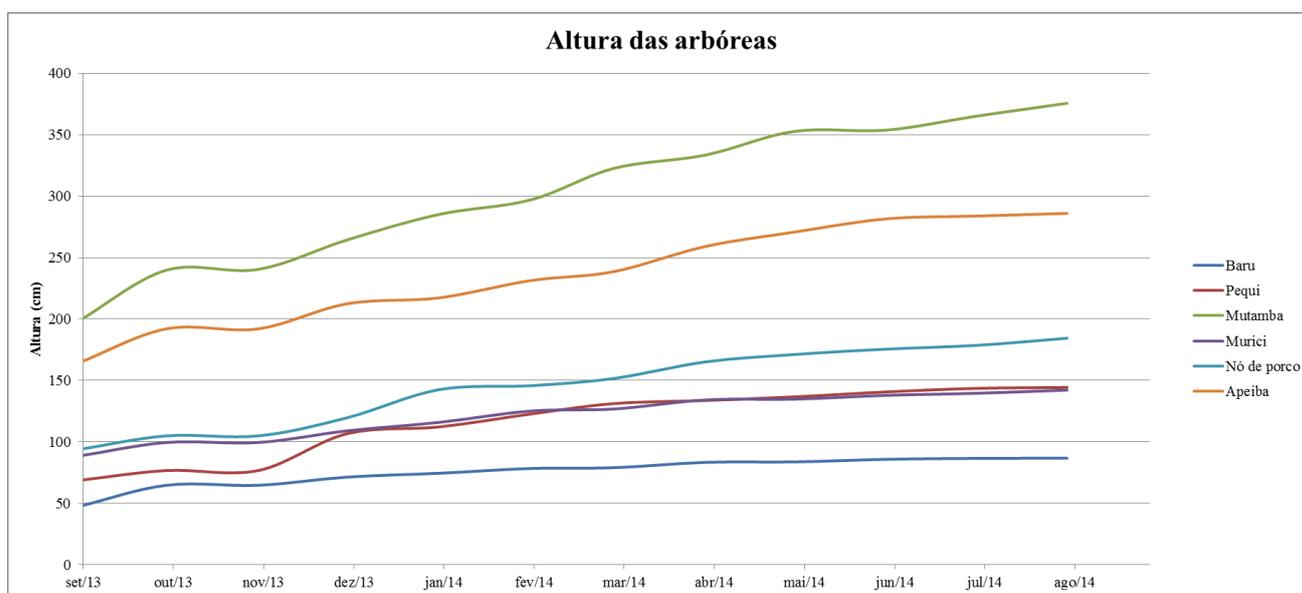
**Tabela 3.12.** Médias da evolução do diâmetro de plantas (cm) de *Apeiba* (*Apeiba albiflora*) em cultivo solteiro e consorciado em diferentes épocas de avaliação.

Tratamentos	2013				2014							
	set	out	nov	dez	jan	fev	Mar	abr	mai	jun	jul	ago
<i>Apeiba/ Feijão guandu</i>	55,45 Aa*	55,45 Aa	55,45 Aa	61,23 Aa	71,32 Aa	71,32 Aa	73,33 Aa	84,21 Aa	84,21 Aa	84,21 Aa	91,16 Aa	91,25 Aa
<i>Apeiba/Estilosantes</i>	45,57 Aa	45,57 Aa	45,57 Aa	56,20 Aa	56,20 Aa	67,30 Aa	72,41 Aa	74,90 Aa				
<i>Apeiba/Crotalaria</i>	30,72 Aa	32,44 Aa	32,44 Aa	34,77 Aa	36,68 Aa	37,23 Aa	40,00 Aa	40,00 Aa	40,15 Aa	40,15 Aa	41,05 Aa	41,05 Aa
<i>Apeiba</i>	25,01 Aa	26,27 Aa	26,27 Aa	33,49 Aa	42,59 Aa	42,87 Aa	43,11 Aa	48,44 Aa	51,10 Aa	51,23 Aa	51,23 Aa	51,23 Aa

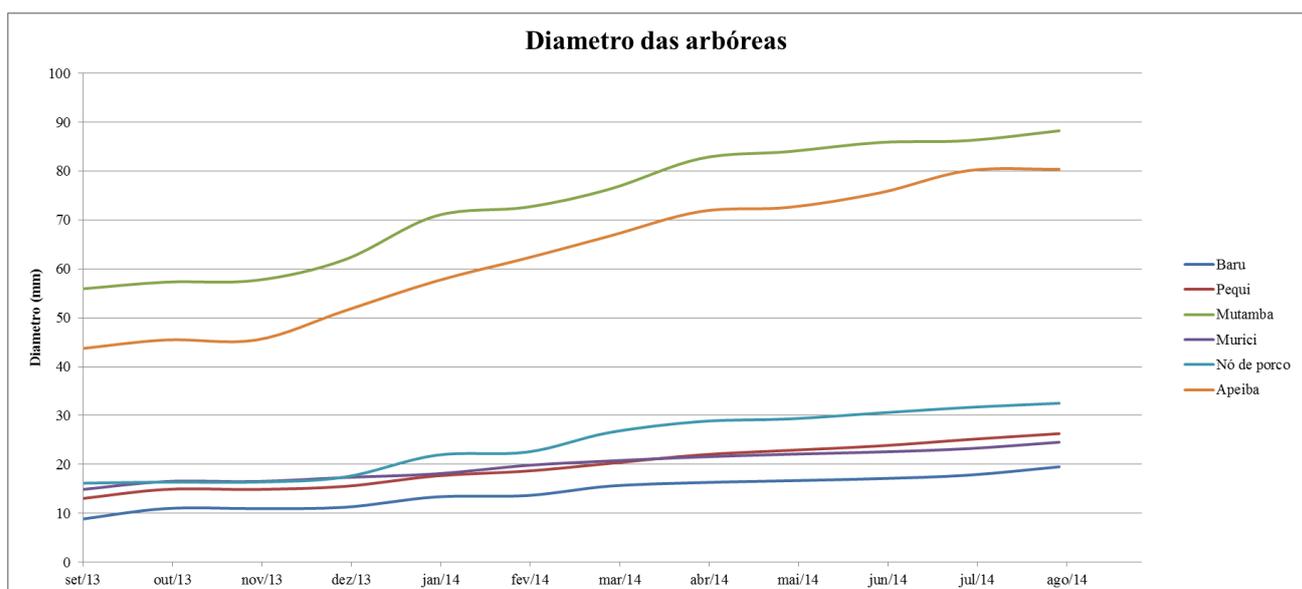
\*Valores seguidos pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para futuros trabalhos recomenda-se a incorporação dos adubos verdes no solo, algo que não foi realizado, pois além da fixação de nutrientes por meio das raízes, a proteção das mudas contra espécies invasoras foi um dos propósitos em deixar os adubos verdes na área até o fim da realização do estudo.

Com o diâmetro e a altura foram feitos gráficos em que considerou o desenvolvimento das plantas (Figuras 4 e 5). A espécie com melhor desenvolvimento de altura (cm) e diâmetro (mm) foi a mutamba, sendo essa a espécie que não apresentou diferença significativa a 5% de probabilidade, com a presença de adubos verdes.



**Figura 3.4.** Evolução da altura das espécies arbóreas no período de estudo.



**Figura 3.5.** Evolução do diâmetro das espécies arbóreas no período de estudo.

### 3.4 CONCLUSÕES

A preservação ambiental é um conjunto formado por diferentes partes, entre essas está a reconstituição da cobertura vegetal do solo. No monitoramento realizado de setembro de 2013 à agosto de 2014, algumas plantas tiveram boa resposta em relação ao uso dos adubos verdes, porém outras tiveram alta mortalidade durante o estudo, como foi o caso do pequi. A competição entre espécies exóticas e as nativas foi reduzida, o que aumentou em geral a sobrevivência. Para estudos futuros, recomenda-se previamente a incorporação dos adubos verdes no solo, o que poderá facilitar uma melhor evolução das espécies e permanência dessa na área.

### 3.5 REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. M. S.; BERNARD, E.; MACHADO, R. B. Habitat use and movements of *Glossophaga soricina* and *Lonchophylla dekeyseri* (Chiroptera: Phyllostomidae) in a Neotropical savannah. **Zoologia**, Curitiba, v. 31, n. 3, p. 223-229, maio/jun. 2014.
- AJALLA, A. C. A.; VOLPE, E.; VIEIRA, M. C.; ZÁRATE, N. A. H. Produção de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.) sob três níveis de sombreamento e quatro classes texturais de solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 3, p. 888-896, set. 2012.
- ASSUNÇÃO, V. A.; GUGLIERI-CAPORAL, A.; SARTORI, A. L. B. Florística do estrato herbáceo de um remanescente de cerradão em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 281-288, jun. 2011.
- BAUER, D.; GOETZ, M. N. B.; MÜLLER, A.; SCHMITT, J. L. Fenologia de três espécies de *Myrsine* l. em floresta secundária semidecídua no Sul do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 859-868, set./out. 2012.
- BOUMAN, O. T. Tree diversity in 30-year chronosequences of cool-humid forests. **Ecological Indicators-Elsevier**, USA, v. 49, p. 32–38, Feb. 2015.
- BRASIL. Lei de Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.** Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em: 25 dez. 2014.

BRUGGEMAN, D.; MEYFRODIT, P.; LAMBIN, E. F. Production forests as a conservation tool: Effectiveness of Cameroon's land use zoning policy. **Land Use Policy-Elsevier**, USA, v. 42, p. 151-164, Jan. 2015.

CARDOSO, D. P.; SILVA, M. L. N.; CARVALHO, G. J.; FREITAS, D. A. F.; AVANZI, J. C. Plantas de cobertura no controle das perdas de solo, água e nutrientes por erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 6, p. 632-638, jun. 2012.

COSTA, C. H. M.; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; FERRARI NETO, J. Persistência e liberação de elementos da fitomassa do consórcio crotalária com milho sob fragmentação. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 197-208, jan./mar. 2014.

DARONCO, C.; MELO, A. C. G.; DURIGAN, G. Ecosistema em restauração versus ecossistema de referência: estudo de caso da comunidade vegetal de mata ciliar em região de Cerrado, Assis, SP, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 485-498, set. 2013.

HU, Y-X.; HUANG, J-L.; DU, Y.; HAN, P. P.; WANG, J. L.; HUANG, W. Monitoring wetland vegetation pattern response to water-level change resulting from the Three Gorges Project in the two largest freshwater lakes of China. **Ecological Engineering-Elsevier**, USA, v. 74, p. 274–285, Jan. 2015.

LEAL, A. J. F.; LAZARINI, E.; RODRIGUES, L. R.; MARCANDALLI, L. H. Adubação nitrogenada para milho com o uso de plantas de cobertura e modos de aplicação de calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 491-501, mar./abr. 2013.

LEÃO, E. F.; PEIXOTO, N.; MORAIS JÚNIOR, O. P. Emergência de plântulas de pequi em função da planta matriz e uso de ácido giberélico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 416-423, out./dez. 2012.

- MAGALHÃES, S. S. A.; WEBER, O. L. S.; SANTOS, C. H.; VALADÃO, F. C. A. Estoque de nutrientes sob diferentes sistemas de uso do solo de Colorado do Oeste-RO. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 43, n. 1, p. 63-72, mar. 2013.
- MELERO, M. M.; GITTI, D. C.; ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F. Coberturas vegetais e doses de nitrogênio em trigo sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 4, p. 343-353, out./dez. 2013.
- MIRANDA, L. P. M.; TARSITANO, M. A. A.; ALVES, M. C.; RODRIGUES, R. A. F. Custo para implantação de *Astronium fraxinifolium* schott em área degradada utilizando-se adubos verdes e lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 475-480, out./dez. 2011.
- MORAIS, L. A. S. & BARBOSA, A. G. Influência da adubação verde e diferentes adubos orgânicos na produção de fitomassa aérea de atroveran (*Ocimum selloi* Benth.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, n. spe. p. 246-249, 2012.
- NERI, A. V.; SCHAEFER, C. E. G. R.; SOUZA, A. L.; FERREIRA-JUNIOR, W. G.; MEIRA-NETO, J. A. A. Pedology and plant physiognomies in the cerrado, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 85, n. 1, p. 87-102, mar. 2013.
- POEPLAU, C & DON, A. Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops – A meta-analysis. **Agriculture, Ecosystems and Environment-Elsevier**, USA, v. 200, p. 33–41, Feb. 2015.
- SHRESTHA, K.; STEVENS, S.; SHRESTHA, P.; ADETUTU, E. M.; WALSH, K. B.; BALL, A. S.; MIDMORE, D. J. Characterisation of the soil microbial community of cultivated and uncultivated vertisol in Australia under several management regimes. **Agriculture, Ecosystems and Environment-Elsevier**, USA, v. 199, p. 418–427, Jan. 2015.
- SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; COSTA, C. H. M.; FERRARI NETO, J.; CASTRO, G. S. A. Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes em resíduos de crotalária e milheto, cultivados solteiros e consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 10, p. 1462-1470, out. 2012.
- SOUSA, C. S.; MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; OEHL, F.; MAIA, L. C.; GARRIDO, M. S.; LIMA, F. S. Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi after organic

fertilization in maize, cowpea and cotton intercropping systems. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 34, n. 2, p. 149-156, abr./jun. 2012.

TAVARES, W.S.; CRUZ, I.; SILVA, R.B.; FIGUEIREDO, M.L.C.; RAMALHO, F.S.; SERRÃO, J.E.; ZANUNCIO, J. C. Soil organisms associated to the weed suppressant *Crotalaria juncea* (fabaceae) and its importance as a refuge for natural enemies. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 473-479, jul./set. 2011.

TRANCOSO, R.; SANO, E. E.; MENESES, P. R. The spectral changes of deforestation in the Brazilian tropical Savana. **Environmental Monitoring and Assessment-Springer**, USA, v. 187, p. 1-15, Dec. 2014.

VENTUROLI, F.; FELFILI, J. M.; FAGG, C. W. Avaliação temporal da regeneração natural em uma floresta estacional semidecídua secundária, em Pirenópolis, Goiás. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 473-483, maio/jun. 2011.

## 4 ATRIBUTOS DO SOLO

### RESUMO

Os atributos físicos e químicos de um solo são interferidos diretamente pelo manejo, seus usos e ocupações. Áreas degradadas de preservação permanentes podem ter atributos do solo alterados no processo de revegetação. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito no solo, de diferentes espécies arbóreas de cerrado isoladas e consorciadas nas épocas de seca e chuva. As arbóreas foram *Caryocar* brasiliense, *Guazuma* ulmifolia, *Byrsonima* crassifolia, *Physocalymma* scaberrimum e *Apeiba* albiflora. Foram avaliados a resistência a compactação (RP), a macro (Ma) e micro porosidade do solo (Mi), umidade (u) e atributos químicos do solo. O delineamento empregado foi em blocos completos casualizado. As amostras indeformadas foram pesadas e colocadas em estufa, onde permaneceram por 24 horas em temperatura média de 105 °C. Após isto foi determinado o peso seco do solo e então calculada a densidade do solo. O solo foi saturado com água para a determinação de macro e micro poros. As análises foram feitas no Laboratório de Física do Solo e no Laboratório de Análise de Solos, Substrato e Nutrição de Plantas, ambos na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás. Elementos tais como Mn não apresentaram diferença significativa em todos os tratamentos nos períodos de avaliação. A reposição das espécies leguminosas onde houve morte de plantas é uma das alternativas para a redução dos níveis de compactação. Os valores de macro e micro poros foram parecidos, porém para textura a área apresentou diferenças. Para os testes de resistência a penetração (RP) feitos em área com adubo verde e outra sem as espécies leguminosas, os maiores valores de RP foram encontrados na área sem adubos verdes.

*Palavras-chave:* sistemas abióticos, meio ambiente, qualidade ambiental.

### ABSTRACT

The physical and chemical properties of a soil are interfered directly by management and also for their use and occupation. In the chemical analyzes the treatments were: *Dipteryx* alata with and without green manure in the dry and wet seasons; *Caryocar* brasiliense with and without cover crops during the dry season and rain; *Guazuma* ulmifolia with and without green manure during the dry season and rain; *Byrsonima* crassifolia with and without green manure during the dry season and rain; *Physocalymma* scaberrimum with and without green manure at the time of dry and wet and *Apeiba* albiflora with and without green manure during the dry season and rain. There were eight blocks studied where there are six tree species that are repeated. For the realization of the compression stress tests, was used two blocks with green manure and the other without. For chemical analysis the experimental design was a randomized complete block design with two replications, and these combinations (e.g baru / guandu beans) and for physical analysis, the design was randomized complete block with four replications. Made by collecting the samples were weighed and placed in a heater where they remained for 24 hours in medium temperature of 105 °C. After it was determined the dry weight of soil, and then calculated the density of the samples. The soil was saturated with water for the determination of macro and micro pores. The analyzes were performed at the Soil Physics Laboratory and also in the Soil Analysis Laboratory,

Substrate and Plant Nutrition, both in the Agronomy School of the Federal University of Goiás. Elements such as Mn showed no significant difference in all treatments during periods of evaluation. The replacement of leguminous plants where there has been death is one of the alternatives to reduce compression levels. Macro and micro pores values were similar, but for texture area showed differences. For penetration resistance tests (RP) made in an area with green manure and one without legumes species, the largest PR values were found in the area without green manure.

*Keywords:* abiotic systems, environment, environmental quality.

#### 4.1 INTRODUÇÃO

A caracterização física e química dos atributos do solo deve ser feita quando procura-se conhecer a qualidade de determinado ambiente. Alguns dos principais atributos físicos do solo a serem analisados são: macro e micro poros, resistência a compactação, textura e densidade do solo.

Os atributos químicos do solo estão relacionados com a fertilidade, sendo que esse é um fator decisivo para o rendimento satisfatório não só das culturas agrícolas, mas também das espécies nativas (Lima et al., 2013). A predominância do monocultivo associado a práticas agrícolas inadequadas, com excesso de mobilização do solo, compromete o crescimento da produtividade e resulta na degradação do solo e do ambiente (Campos et al., 2011).

A parte superficial do solo, conhecida como *top soil*, geralmente é uma das mais férteis. Os vegetais do ecossistema que entram em decomposição, são fonte de diversos nutrientes para o solo, além de reduzir as perdas por erosão hídrica e aumentar a umidade (Ferreira et al., 2014). De acordo com Lima et al. (2013) a qualidade do solo é função de alguns atributos que promovem o bom desenvolvimento das raízes, tais como: infiltração e movimento de água no perfil, trocas gasosas, atividade biológica e mineralização de carbono.

Devido ao manejo que a área recebe, outro fator alterado, além da fertilidade, é o nível de compactação na área. A determinação da resistência à penetração é de extrema importância, pois permite identificar as condições nas quais poderá ocorrer impedimento ao crescimento radicular das plantas em área a ser revegetada (Lima et al., 2013). Em estudo realizado, pode-se concluir que os penetrômetros utilizados em testes de resistência a compactação em campo em latossolo, apresentaram correlação significativa positiva com a densidade do solo (Roboredo et al., 2010).

Nas avaliações do solo, deve-se considerar o tempo em que essas são realizadas. De acordo com Bono et al. (2013) a maioria das avaliações das propriedades físicas do solo, como índice de qualidade, é realizada em determinados momentos, não considerando sua dinâmica ao longo do tempo. Os acompanhamentos temporais dessas propriedades e em

diferentes sistemas de manejo podem determinar, de maneira mais conclusiva, a importância dessas propriedades na avaliação da qualidade dos solos.

O manejo do solo com o uso de adubos verdes é uma das opções para a conservação desse sistema, porém ainda existem poucos estudos referentes aos efeitos associados de adubos verdes e adubação orgânica com composto (por exemplo), sobre os atributos químicos do solo e o rendimento de culturas (Souza et al., 2015).

Os níveis de compactação do solo, os componentes químicos presentes em determinada área responsáveis pela fertilidade e o bom desenvolvimento das plantas, os macro e micro poros e os percentuais de argila, areia e silte são alguns dos principais atributos físico-químicos que permitem inferir sobre as condições de uma parcela de solo em estudo, sendo isso feito por meio de análises laboratoriais e testes em campo. A área em estudo, está localizada em Área de Preservação Permanentes (APPs) em processo de revegetação.

O presente trabalho foi realizado em APP sob revegetação, tendo como objetivo principal avaliar atributos físicos e químicas do solo em revegetação com nativas do Cerrado em consórcio com adubos verdes.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em Área de Preservação Permanente (APP) em processo de revegetação. O clima da região segundo a classificação de Köppen é tropical úmido, Aw, com longa estação seca e precipitações anuais médias de 1600mm. A APP é pertencente a represa localizada na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás nas coordenadas 16°35'42.46"S e 49°16'45.77"O. O período seco é entre os meses de maio a setembro e o período de chuva entre outubro e abril.

Antes da revegetação a área era utilizada na produção de hortaliças e como estrada, causando por exemplo, a alta compactação em regiões específicas. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho caulínítico-oxídico.

O reflorestamento realizado, teve início em 2011, sendo que a parte inicialmente coberta com vegetação foi a mais próxima a represa da APP e por último ocorreu o reflorestamento da área objeto de estudo do presente trabalho, que é próxima a um cultivo de café orgânico e de um pivô responsável pela irrigação de experimentos existentes na Escola de Agronomia da UFG (Figura 4.1).



**Figura 4.1.** Ilustração da área em estudo. Fonte: Autora (2014).

Devido a morte das plantas, em dezembro de 2014 já não existiam adubos verdes em seis dos blocos estudados. Nos blocos onde foram feitos os testes de RP e macro e micro porosidade, o adubo verde presente é o feijão guandú (*Cajanus cajan*). Em cada bloco as espécies arbóreas presentes são: baru (*Dipteryx alata*), apeiba (*Apeiba albiflora*), murici (*Byrsonima crassifolia*), mutamba (*Guazuma ulmifolia*), nó de porco (*Physocalymma scaberrimum*) e pequi (*Caryocar brasiliense*).

Na realização do presente trabalho, foram realizadas análises químicas de amostras deformadas de solo, coletadas em duas épocas. A primeira coleta ocorreu em fevereiro de 2014, na época das chuvas em Goiânia, sendo que a segunda coleta foi feita em julho de 2014, época considerada como de estiagem. Os testes de resistência a penetração e a coleta de amostras de solo indeformada onde foi conhecida a umidade e os valores de macro e micro poros, foram feitos em dezembro de 2014. As amostras indeformadas foram coletadas em profundidade de 0 a 0,05 cm.

Para as análises de fertilidade do solo, foram coletadas três amostras ao redor de cada planta em uma profundidade igual a 20cm. Após essa etapa as alíquotas foram homogêneas e um total de 300g foi enviado ao Laboratório de Solos, Substrato e Nutrição de Plantas da UFG. Para as análises feitas, foram utilizados os métodos preconizados pelo Manual de Métodos de Análise de Solo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 1997). Além dos percentuais de argila, areia e silte das amostras, foram analisados os níveis de cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), matéria

orgânica (MO), potencial hidrogeniônico (pH), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez potencial (H+Al), enxofre disponível (S), alumínio (Al), capacidade de troca de cátions (CTC), percentagem de saturação por alumínio (M), percentagem de saturação por bases (V), relação Ca/Mg, relação Mg/K, relação Ca/K, relação Ca/CTC, relação Mg/CTC e relação K/CTC.

A resistência a penetração do solo foi feita em *in loco* e a macro e micro porosidade, umidade realizada no Laboratório de Física do Solo da EA. Na realização do estudo dos poros presentes na área, utilizadas amostras indeformadas coletadas em anel volumétrico.

Na análise da resistência a penetração, foram utilizados três blocos, sendo um com a presença de arbóreas solteiras e os outros dois com arbóreas em consórcio com adubos verdes. Foram três pontos amostrais ao redor de cada planta, onde as leituras foram feitas em todas as batidas, até que a haste do penetrômetro de impacto penetrasse completamente. A profundidade foi determinada em cm. Em cada ponto amostral foi realizada coleta para conhecimento da umidade do solo, também por meio de amostra indeformada (Equação 1). Após a coleta dos três pontos, foi realizada uma média simples e então os resultados convertidos em resistência dinâmica por meio da equação 2 (Stolf, 1991). Os resultados foram obtidos em  $\text{kgf cm}^{-2}$  e depois multiplicados pela constante 0,0980665 para transformação em Mpa.

a) Umidade gravimétrica do solo ( $U_g$ ) = massa úmida – massa do solo seco / massa do solo seco (1)

b) Umidade volumétrica do solo ( $U_v$ ) ( $U_g \times D_s$ ) x 100

Resistência à penetração (RP) = profundidade + número de impactos do peso metálico (N) (2)

Para avaliação da macroporosidade e microporosidade, utilizou-se o método da mesa de tensão (Embrapa, 1997), em que as amostras de solo obtidas por meio do anel volumétrico foram protegidas na parte inferior por um disco de tecido permeável e colocadas em bandeja com água até a metade da altura do anel para saturar. Em seguida, as amostras foram retiradas da água e pesadas (P1) e posteriormente colocadas sobre a mesa de tensão.

A mesa de tensão permite que a água seja retida pela matriz sólida a uma tensão determinada. Após esse período as amostras foram novamente submetidas a pesagem (P2) e depois levadas a estufa a 105°C por 24 horas e foram novamente pesadas (P3). Com os pesos, procedeu-se os cálculos, em que foram obtidos o volume de macro e microporos contidos nas amostras (Equação 3).

$$\text{Macroporosidade} = (P1 - P2) \times 100 / V \quad (3)$$

$$\text{Microporosidade} = (P2 - P3) \times 100 / V$$

**Em que:** P1: peso do solo saturado com água (g);

P2: peso da amostra após ser submetida a uma tensão de 60 cm de coluna d'água (g);

P3: peso da amostra seca em estufa a 105°C (g);

V: volume do cilindro.

Os dados foram organizados em planilhas eletrônicas e submetidos ao teste de Tukey por meio de *software* livre.

#### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os atributos físico-químicos do solo são indicadores importantes a serem considerados para o desenvolvimento das plantas. Para cada bloco estudado foram realizadas análises de textura. Mesmo com a proximidade entre as parcelas em estudo, os valores encontrados apresentaram-se diferentes (Tabela 4.1).

**Tabela 4.1.** Composição granulométrica encontrada nos blocos, de acordo com o método preconizado por Embrapa (1997).

Parcelas em estudo	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)
<b>Bloco 1</b>	30	50	20
<b>Bloco 2</b>	25	40	35
<b>Bloco 3</b>	25	40	35
<b>Bloco 4</b>	25	40	35
<b>Bloco 5</b>	25	40	35
<b>Bloco 6</b>	32	13	55
<b>Bloco 7</b>	25	41	34
<b>Bloco 8</b>	25	41	34

A análise realizada para conhecer a textura possui peculiaridades que podem ser determinadas de acordo com a característica do solo. Um exemplo para isso é o tempo de dispersão da amostra. O manejo que a área recebe é um dos principais fatores que alteram a classificação textural em determinada localidade. A área em estudo era anteriormente utilizada no cultivo de hortaliças e possui os arredores com solo descoberto, o que pode promover o carreamento de partículas e consequentemente alterar a classe textural da área.

Para as análises químicas realizadas no tratamento baru/feijão guandú, houve diferença significativa nos parâmetros H+Al e CTC. No tratamento baru/crotalária houve diferença significativa nos valores de M.O, H+Al e CTC. H+Al e CTC também foram os valores com diferença significativa no tratamento baru/ estilozante.

**Tabela 4.2.** Caracterização química do solo em áreas próximas ao cultivo de baru (*Dipteryx alata*) solteiro e consorciado com adubos verdes.

Época	Cu(Mehl)	Fe(Mehl)	Mn(Mehl)	Zn(Mehl)	M.O.	pH	P(Mehl)	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	M	V	Ca/Mg	Mg/K	Ca/K	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC
	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	%	(CaCl <sub>2</sub> )	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>	%	%	-	-	-	%	%	%				
<b>Baru/ Feijão guandu</b>																					
Chuva	1,65 a*	40,70 a	68,25 a	1,30 a	1,10 a	5,00 a	1,40 a	60,00 a	1,70 a	1,05 a	2,40 b	0,10 a	5,30 b	3,80 a	53,09 a	1,68 a	6,71 a	10,91 a	31,13 a	19,03 a	2,92 a
Seca	1,20 a	35,15 a	74,00a	1,60 a	1,50 a	5,00 a	1,40 a	49,00 a	2,25 a	0,98 a	4,80 a	0,10 a	8,16 a	4,10 a	40,33 a	10,67 a	8,45 a	18,23 a	27,51 a	11,26 a	1,55 a
<b>Baru/ Crotalaria</b>																					
Chuva	0,60 a	23,00 a	45,05 a	1,30 a	2,10 b	5,15 a	5,15 a	72,00 a	1,40 a	1,00 a	2,40 b	0,10 a	4,98 b	4,07 a	50,65 a	1,48 a	5,74 a	7,94 a	27,50 a	19,33 a	3,82 a
Seca	0,95 a	41,30 a	51,30 a	2,75 a	5,25 a	5,15 a	5,15 a	84,50 a	1,70 a	1,77 a	4,30 a	0,00 a	8,08 a	0,00 a	46,80 a	1,17 a	5,58 a	6,45 a	21,15 a	21,76 a	3,88 a
<b>Baru/ Estilosante</b>																					
Chuva	1,65 a	35,70 a	76,25 a	1,35 a	1,45 a	5,00 a	1,70 a	66,00 a	1,75 a	1,20 a	2,95 b	0,05 a	6,07 b	1,71 a	51,30 a	1,49 a	7,38 a	11,21 a	28,93 a	19,63 a	2,74 a
Seca	1,65 a	23,30 a	59,35 a	3,55 a	1,70 a	4,70 a	2,00 a	63,50 a	1,60 a	1,01 a	6,25 a	0,10 a	9,03 a	3,64 a	30,80 a	1,57 a	6,38 a	9,89 a	17,75 a	11,24 a	1,80 a
<b>Baru</b>																					
Chuva	2,4 a	48,60 a	103,30 a	5,40 a	1,60 a	5,05 a	7,00 a	72,00 a	1,60 a	0,95 a	3,65 b	0,10 b	6,38 a	3,56 a	42,77 a	1,78 a	7,18 a	11,13 a	25,10 a	14,66 a	3,00 a
Seca	0,35 b	35,80 a	63,30 a	2,10 a	1,90 a	4,35 a	1,45 a	73,50 a	0,80 a	0,23 a	6,95 a	1,00 a	8,17 a	5,92 a	14,90 b	4,32 a	1,26 a	4,20 a	9,72 a	2,88 a	2,30 a

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.3.** Caracterização química do solo em áreas próximas ao cultivo de pequi (*Caryocar brasiliense*) solteiro e consorciado com adubos verdes.

Época	Cu(Mehl) mg/dm <sup>3</sup>	Fe(Mehl) mg/dm <sup>3</sup>	Mn(Mehl) mg/dm <sup>3</sup>	Zn(Mehl) mg/dm <sup>3</sup>	M.O. %	pH (CaCl <sub>2</sub> )	P(Mehl) mg/dm <sup>3</sup>	K mg/dm <sup>3</sup>	Ca cmolc/dm <sup>3</sup>	Mg cmolc/dm <sup>3</sup>	H+Al cmolc/dm <sup>3</sup>	Al cmolc/dm <sup>3</sup>	CTC cmolc/dm <sup>3</sup>	M %	V %	Ca/Mg -	Mg/K -	Ca/K -	Ca/CTC %	Mg/CTC %	K/CTC %
<b>Pequi / Feijão guandu</b>																					
Chuva	1,95 a*	63,70 a	77,85 a	1,50 a	1,65 a	5,05 a	1,55 a	64,00 a	1,70 a	1,30 a	2,40 b	0,10 a	5,56 b	3,22 a	56,16 a	1,37 a	7,75 a	10,35 a	30,42 a	22,80 a	2,93 a
Seca	2,00 a	29,05 b	83,20 a	3,95 a	1,55 a	4,85 a	2,75 a	57,00 a	1,80 a	1,23 a	6,30 a	0,00 a	9,47 a	0,08 a	33,70 a	1,87 a	9,11 a	12,71 a	19,04 a	13,12 a	1,53 a
<b>Pequi / Crotalária</b>																					
Chuva	0,80 a	44,20 a	45,40 a	1,20 a	2,10 a	5,20 a	1,85 a	73,00 a	1,10 b	1,00 a	1,80 b	0,10 a	4,08 b	4,44 a	55,07 a	1,11 a	5,73 a	6,27 a	26,42 a	23,94 a	4,71 a
Seca	0,40 a	33,45 a	86,85 a	2,30 a	2,35 a	5,20 a	3,80 a	93,00 a	2,45 a	0,78 a	4,35 a	0,00 a	8,21 a	0,00 a	46,29 a	10,45 a	0,99 a	7,38 a	30,94 a	8,33 b	7,01 a
<b>Pequi / Estilosante</b>																					
Chuva	1,35 a	26,95 a	71,40 a	1,25 a	1,40 a	4,95 a	1,70 a	56,50 a	1,55 a	1,00 a	2,95 b	0,15 a	5,64 a	4,98 a	48,04 a	1,58 b	7,16 a	11,64 a	27,83 a	17,68 a	2,53 a
Seca	1,05 a	33,45 a	64,65 a	2,30 a	1,10 a	4,75 a	2,60 a	69,50 a	1,10 a	0,07 a	6,30 a	0,05 a	7,65 a	6,89 a	17,99 b	20,22 a	0,44 a	5,56 a	14,73 a	0,91 b	2,34 a
<b>Pequi</b>																					
Chuva	2,40 a	35,35 a	80,55 a	2,75 a	0,95 a	4,85 a	2,75 a	69,00 a	1,10 a	0,65 a	3,10 b	0,10 a	5,02 b	4,51 a	38,30 a	1,70 a	3,80 a	6,54 a	21,89 a	12,92 a	3,50 a
Seca	0,70 b	29,25 a	56,05 a	2,35 a	1,90 a	4,75 a	2,30 a	103,00 a	1,40 a	0,90 a	5,90 a	0,05 a	8,47 a	4,24 a	28,10 a	4,22 a	2,70 a	5,16 a	15,77 a	9,32 a	3,01 a

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.4.** Caracterização química do solo em áreas próximas ao cultivo de mutamba (*Guazuma ulmifolia*) solteiro e consorciado com adubos verdes.

Época	Cu(Mehl)	Fe(Mehl)	Mn(Mehl)	Zn(Mehl)	M.O.	pH	P(Mehl)	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	M	V	Ca/Mg	Mg/K	Ca/K	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC
	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	%	(CaCl <sub>2</sub> )	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>	%	%	-	-	-	%	%	%				
<b>Mutamba / Feijão guandu</b>																					
Chuva	1,75 a*	39,35 a	63,45 a	1,55 a	1,25 a	5,05 a	1,25 a	73,00 a	1,35 a	1,05 a	3,15 b	0,10 a	5,73 b	3,85 a	46,68 a	1,39 a	5,71 a	7,27 b	24,15 a	19,25 a	3,28 a
Seca	1,25 a	36,60 a	55,40 a	1,10 a	2,05 a	4,95 a	3,10 a	45,00 a	2,00 a	0,98 a	5,25 a	0,00 a	8,35 a	0,00 a	36,67 a	6,63 a	9,52 a	18,28 a	23,75 a	11,53 a	1,38 a
<b>Mutamba / Crotalária</b>																					
Chuva	0,65 b	24,15 a	48,80 a	1,30 a	1,95 a	5,30 a	2,90 a	74,50 a	1,15 a	1,15 a	1,35 b	0,10 a	3,84 b	3,93 a	64,54 a	1,02 a	6,78 a	6,64 a	29,82 a	29,68 a	5,04 a
Seca	1,85 a	32,70 a	87,90 a	4,45 a	2,30 a	5,20 a	7,25 a	63,50 a	2,45 a	0,33 a	4,80 a	0,00 a	7,74 a	0,00 a	38,16 a	9,28 a	1,95 a	15,48 a	31,65 a	4,39 b	2,12 b
<b>Mutamba / Estilosante</b>																					
Chuva	1,85 a	35,80 a	82,20 a	1,20 a	1,40 a	4,80 a	1,85 a	53,50 a	1,45 a	1,00 a	2,95 b	0,10 a	5,53 b	3,73 a	46,72 a	1,46 a	7,46 a	10,75 a	26,19 a	18,06 a	2,47 a
Seca	0,25 b	22,50 a	64,65 a	1,40 a	1,30 a	4,70 a	2,75 a	59,50 a	1,05 a	0,73 a	7,00 a	0,05 a	8,93 a	4,98 a	21,76 a	3,05 a	5,94 a	7,87 a	11,78 a	8,27 a	1,70 a
<b>Mutamba</b>																					
Chuva	2,4 a	41,20 a	66,95 a	3,60 a	1,35 a	4,80 a	2,90 a	98,50 a	1,30 a	0,75 a	3,90 a	0,30 a	6,20 a	11,70 a	35,88 a	1,60 a	3,79 a	6,99 a	19,77 a	11,76 a	4,34 a
Seca	0,80 a	27,70 a	61,30 a	1,80 a	2,40 a	4,65 a	2,45 a	89,00 a	0,70 a	0,36 a	5,60 a	0,05 a	6,89 a	5,61 a	18,55 a	2,19 a	1,66 a	3,15 a	10,03 a	5,20 a	3,31 a

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.5.** Caracterização química do solo em áreas próximas ao cultivo de murici (*Byrsonima crassifolia*) solteiro e consorciado com adubos verdes.

Época	Cu(Mehl)	Fe(Mehl)	Mn(Mehl)	Zn(Mehl)	M.O.	pH	P(Mehl)	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	M	V	Ca/Mg	Mg/K	Ca/K	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC
	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	%	(CaCl <sub>2</sub> )	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>	%	%	-	-	-	%	%	%				
<b>Murici / Feijão guandu</b>																					
Chuva	1,55 a*	26,45 a	54,30 a	1,50 a	1,30 a	5,00 a	2,00 a	58,00 a	1,45 a	0,80 a	3,20 b	0,10 a	5,60 b	4,19 a	43,16 a	1,81 a	5,68 a	10,30 a	26,11 a	14,41 a	2,64 a
Seca	1,35 a	32,00 a	57,35 a	3,50 a	2,55 a	4,85 a	2,60 a	64,50 a	2,05 a	1,01 a	5,45 a	0,00 a	8,67 a	0,00 a	36,54 a	5,10 a	6,16 a	12,46 a	23,36 a	11,26 a	1,90 a
<b>Murici / Crotalária</b>																					
Chuva	0,45 a	14,30 a	44,50 a	1,35 a	2,00 a	5,45 a	2,45 a	64,00 a	1,30 a	1,25 a	1,45 b	0,80 a	4,16 b	2,99 a	65,01 a	1,03 a	7,63 a	7,94 a	31,12 a	29,95 a	3,93 a
Seca	0,20 a	40,05 a	87,45 a	2,40 a	3,20 a	5,25 a	3,95 a	57,50 a	1,25 a	0,83 a	4,55 a	0,00 b	7,03 a	0,00 a	32,20 b	1,88 a	1,83 a	2,82 a	16,06 a	10,40 b	5,74 a
<b>Murici / Estilosante</b>																					
Chuva	1,75 a	53,85 a	87,75 a	3,95 a	1,80 a	5,00 a	1,40 a	70,50 a	1,85 a	1,15 a	2,95 b	0,10 a	6,13 b	3,06 a	51,85 a	1,63 a	6,38 a	10,41 a	30,24 a	18,68 a	2,93 a
Seca	0,35 b	21,50 b	59,70 a	6,75 a	2,10 a	4,65 a	7,05 a	68,50 a	1,05 a	0,98 a	6,25 a	0,00 a	8,45 a	0,00 a	21,92 b	1,09 a	5,63 a	6,03 a	10,19 b	9,50 a	2,22 a
<b>Murici</b>																					
Chuva	2,35 a	32,00 a	65,45 a	2,25 a	1,00 b	4,90 a	1,85 a	65,00 a	1,40 a	0,85 a	3,80 a	0,10 a	6,21 a	4,07 a	39,41 a	1,63 a	5,81 a	9,66 a	22,58 a	13,83 a	2,99 a
Seca	0,95 b	20,15 a	62,50 a	1,50 a	3,60 a	4,95 a	1,85 a	82,50 a	0,15 a	0,78 a	5,30 a	0,00 a	6,44 a	0,00 a	16,82 a	0,87 a	3,07 a	0,83 a	2,43 b	11,17 a	3,22 a

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.6.** Caracterização química do solo em áreas próximas ao cultivo de nó de porco (*Physocalymma scaberrimum*) solteiro e consorciado com adubos verdes.

Época	Cu(Mehl)	Fe(Mehl)	Mn(Mehl)	Zn(Mehl)	M.O.	pH	P(Mehl)	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	M	V	Ca/Mg	Mg/K	Ca/K	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC
	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	%	(CaCl <sub>2</sub> )	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>	%	%	-	-	-	%	%	%				
<b>Nó de porco / Feijão guandu</b>																					
Chuva	1,60 a*	33,90 a	69,95 a	1,95 a	1,20 a	5,05 a	0,70 a	68,50 a	1,35 a	1,00 a	2,40 b	0,10 a	4,92 b	3,86 a	51,09 a	1,37 a	6,35 a	8,40 a	27,33 a	20,17 a	3,60 a
Seca	0,60 a	26,70 a	67,90 a	2,90 a	1,25 a	4,90 a	2,50 a	49,50 a	1,00 a	1,36 a	5,30 a	0,00 a	7,78 a	0,00 a	31,54 a	0,97 a	12,63 a	6,36 a	12,04 a	17,90 a	1,59 a
<b>Nó de porco / Crotalária</b>																					
Chuva	1,15 a	25,15 a	42,10 a	1,10 a	1,70 a	5,40 a	2,30 a	62,50 a	1,45 a	1,00 a	2,00 b	0,95 a	4,61 b	24,25 a	56,54 a	1,45 a	6,29 a	9,32 a	30,68 a	22,26 a	3,60 a
Seca	0,10 a	29,80 a	53,60 a	3,10 a	1,75 a	5,20 a	4,65 a	60,00 a	1,65 a	1,08 a	4,30 a	0,00 b	7,19 a	0,00 b	36,32 a	3,47 a	8,32 a	12,01 a	21,33 a	12,62 a	2,36 a
<b>Nó de porco / Estilosante</b>																					
Chuva	1,80 a	40,45 a	80,70 a	2,10 b	1,40 a	4,50 a	1,70 b	60,50 a	1,75 a	1,00 a	2,15 b	0,10 a	5,05 b	3,38 a	58,04 a	1,74 a	6,55 a	11,37 a	34,99 a	19,94 a	3,10 a
Seca	0,30 b	24,30 a	53,75 a	9,15 a	1,80 a	4,80 b	39,95 a	73,50 a	1,30 a	0,72 a	6,30 a	0,05 a	8,51 a	9,40 a	24,27 b	3,35 a	3,93 a	7,03 a	14,20 b	7,84 a	2,23 a
<b>Nó de porco</b>																					
Chuva	2,30 a	34,35 a	67,25 a	3,85 a	1,00 a	4,65 a	2,60 a	81,50 a	0,80 a	0,60 a	3,65 b	0,15 a	5,26 b	9,75 a	32,34 a	1,44 a	2,88 a	4,15 a	15,84 a	12,24 a	4,25 a
Seca	1,10 b	20,80 a	79,20 a	2,25 a	1,00 a	4,50 a	2,45 a	92,00 a	0,45 a	0,08 a	7,70 a	0,20 a	8,47 a	22,93 a	9,13 a	5,07 a	0,38 a	2,29 a	5,36 a	1,00 a	2,77 a

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.7.** Caracterização química do solo em áreas próximas ao cultivo de apeiba (*Apeiba albiflora*) solteiro e consorciado com adubos verdes.

Época	Cu(Mehl)	Fe(Mehl)	Mn(Mehl)	Zn(Mehl)	M.O.	pH	P(Mehl)	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	M	V	Ca/Mg	Mg/K	Ca/K	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC
	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	%	(CaCl <sub>2</sub> )	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>	%	%	-	-	-	%	%	%				
<b>Apeiba / Feijão guandu</b>																					
Chuva	1,40 a*	29,90 b	61,00 a	1,60 a	1,55 a	5,05 a	1,70 a	63,50 a	1,70 a	1,10 a	2,70 b	0,05 a	5,66 b	1,29 a	51,58 a	1,53 a	6,82 a	10,54 a	29,55 a	19,15 a	2,89 a
Seca	1,05 a	71,15 a	9,30 a	5,70 a	2,35 a	5,00 a	2,00 a	62,50 a	1,95 a	0,40 a	5,45 a	0,00 a	7,96 a	0,00 a	32,25 a	4,83 a	2,56 a	12,54 a	25,12 a	5,13 a	2,00 a
<b>Apeiba / Crotalária</b>																					
Chuva	1,10 a	26,95 a	48,90 a	2,85 b	1,85 a	5,15 a	7,80 a	62,00 a	1,50 a	0,95 a	2,30 b	0,40 a	4,91 b	12,32 a	54,59 a	1,59 a	6,05 a	9,42 a	30,95 a	20,33 a	3,30 a
Seca	2,20 a	51,50 a	61,85 a	9,25 a	1,45 a	5,05 a	5,05 a	52,50 a	2,05 a	1,09 a	5,30 a	0,00 a	8,58 a	0,00 a	36,89 a	5,07 a	8,64 a	15,51 a	23,80 a	11,47 a	1,61 a
<b>Apeiba / Estilosante</b>																					
Chuva	1,75 a	34,45 a	82,65 a	1,35 a	1,20 a	5,05 a	1,40 a	61,50 a	1,60 a	1,05 a	2,15 b	0,10 a	4,96 b	3,68 a	55,72 a	1,57 a	6,69 a	10,19 a	31,86 a	20,58 a	3,28 a
Seca	0,35 b	23,45 a	44,45 a	2,60 a	1,95 a	4,80 a	2,75 a	60,50 a	1,40 a	0,18 a	5,95 a	0,00 a	7,69 a	0,00 a	22,40 b	9,30 a	1,19 a	11,08 a	17,96 a	2,42 b	2,02 a
<b>Apeiba</b>																					
Chuva	2,05 a	33,25 a	66,30 a	2,05 a	0,95 a	5,15 a	8,55 a	49,00 a	1,50 a	0,95 a	2,25 b	0,05 a	4,82 b	1,78 a	53,49 a	1,58 a	7,92 a	12,54 a	31,11 a	19,72 a	2,65 a
Seca	0,35 b	27,85 a	73,40 a	2,45 a	1,00 a	4,90 a	2,00 a	92,00 a	0,90 a	0,26 a	6,20 a	0,10 a	7,59 a	7,38 a	20,01 b	8,48 a	0,99 a	3,94 a	12,44 b	4,20 b	3,37 a

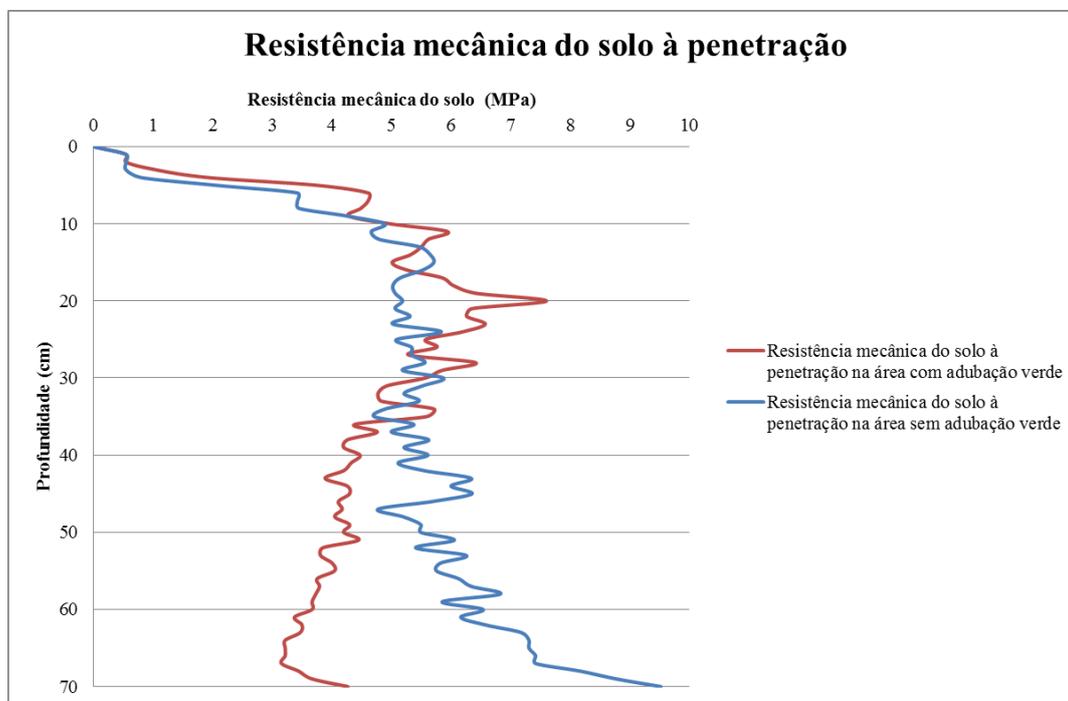
\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na deficiência do elemento Cu no solo, um dos indicadores para isso são danos físicos a planta. No tratamento pequi feijão/guandu houve diferença significativa para os parâmetros Fe, H+Al e CTC. No tratamento pequi/crotalária houve diferença significativa em Ca, H+Al e CTC. Em pequi / estilizante os elementos que apresentaram diferença significativa foram H+Al, V, Ca/Mg e Mg/CTC e no tratamento pequi solteiro houve diferença em Cu, H+Al e CTC (Tabela 4.3). Com as coletas e análises realizadas nas épocas de cheia e estiagem, não houve diferença significativa para nenhum parâmetro no tratamento mutamba solteira. Os elementos H+Al, CTC, Ca/K, Cu, Mg/CTC e K/CTC apresentaram diferença (Tabela 4.4).

Os teores trocáveis de K, são utilizados como índice para o diagnóstico da disponibilidade do nutriente no solo e como critério para recomendação de adubação potássica (Anghinoni et al., 2013). H+Al, CTC, Al, V, Mg/CTC, Cu, Fe, G/CTC e M. O foram os parâmetros com diferença significativa em se tratando da espécie murici (Tabela 4.5).

Para a árvore nó de porco em consórcio com feijão guandú, houve diferença significativa nos parâmetros H+Al e CTC. Esses elementos em conjunto com Al e M apresentaram diferença significativa no tratamento nó de porco com crotalária e nos dois últimos tratamentos os elementos presentes foram: Cu, Zn, pH, P, H + Al, CTC, V e Ca/CTC (Tabela 4.6). Os parâmetros CTC, V, Mg/CTC, Ca/CTC, Cu, H + Al, Fe e Zn foram os únicos dos parâmetros analisados em que houve diferença significativa nos tratamentos: apeiba/feijão guandu, apeiba/crotalária, apeiba/estilizante e apeiba solteira (Tabela 4.7).

A RP é um dos principais parâmetros a ser conhecido em uma área em processo de recuperação. O tratamento com maior RP foi o plantio sem adubo verde (Figura 7).



**Figura 4.2.** Valores médios de resistência à penetração em área com adubo verde e sem adubo verde.

Algo conhecido é que a ausência de planejamento no manejo florestal de uma bacia hidrográfica faz que o uso de técnicas inadequadas acabe gerando um ciclo de consequências negativas. Entre elas estão a má conservação do solo e da água, a erosão, a baixa produtividade e as perdas econômicas e ambientais (Carvalho et al., 2012).

O manejo que a área recebe é algo determinante nos valores de macro e micro poros do solo (Tabela 4.8). Em estudo realizado por Rós et al. (2013) o preparo convencional com confecção de leira, na camada superficial, 0,0-0,15 cm, proporciona menores valores de densidade e microporosidade e maiores valores de porosidade total e macroporosidade, em comparação com o preparo reduzido do solo. O preparo reduzido confere maior resistência mecânica à penetração no solo na camada 0-0,25 cm que o preparo convencional, tornando as raízes tuberosas de batata-doce menos alongadas.

**Tabela 4.8.** Propriedades físicas de solo sob dois tratamentos diferentes, utilizando a média de quatro repetições por planta.

Tratamento	Ma (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	Mi (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	Umidade (g. cm <sup>3</sup> )
<b>Com adubo verde</b>			
<i>Dipteryx alata</i>	0,23a*	0,22a	11,4a
<i>Apeiba albiflora</i>	0,23 <sup>a</sup>	0,21a	11,3a
<i>Byrsonima crassifolia</i>	0,23 <sup>a</sup>	0,22a	11,3a
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,24 <sup>a</sup>	0,22a	11,3a
<i>Physocalymma scaberrimum</i>	0,24 <sup>a</sup>	0,23a	11,1a
<i>Caryocar brasiliense</i>	0,24 <sup>a</sup>	0,23a	11,3a
<b>Sem adubo verde</b>			
<i>Dipteryx alata</i>	0,25 <sup>a</sup>	0,22a	10,8a
<i>Apeiba albiflora</i>	0,24 <sup>a</sup>	0,21a	10,6a
<i>Byrsonima crassifolia</i>	0,24 <sup>a</sup>	0,21a	10,8a
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,24 <sup>a</sup>	0,21a	10,8a
<i>Physocalymma scaberrimum</i>	0,25 <sup>a</sup>	0,22a	10,7a
<i>Caryocar brasiliense</i>	0,25 <sup>a</sup>	0,23a	10,8a

Ma: macroporosidade e Mi: microporosidade. \*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em estudo feito com solo sob plantio de eucalipto, Braga et al. (2013) a densidade e a microporosidade aumentaram em profundidade; o volume total de poros, macroporosidade e a estabilidade de agregados decresceram no perfil. Os perfis sob *E. cloeziana* e *C. maculata* apresentaram-se menos densos, mais porosos e estruturados, e com menor capacidade de retenção e disponibilidade de água em relação aos perfis sob *E. grandis* e *E. pilularis*.

#### 4.4 CONCLUSÕES

Elementos tais como Mn não apresentaram diferença significativa em todos os tratamentos nos períodos de avaliação. A reposição das espécies leguminosas onde houve morte de plantas é uma das alternativas para a redução dos níveis de compactação. Os valores de macro e micro poros foram parecidos, porém para textura a área apresentou diferenças.

#### 4.5 REFERÊNCIAS

ANGHINONI, I.; CARMONA, F. C.; GENRO JUNIOR, S. A.; BOENI, M. Adubação potássica em arroz irrigado conforme a capacidade de troca catiônica do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 11, p. 1481-1488, nov. 2013.

BONO, J. A. M.; MACEDO, M. C. M.; TORMENA, C. A. Qualidade física do solo em um latossolo vermelho da região sudoeste dos cerrados sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 743-753, maio/jun. 2013.

BRAGA, R. M.; DIAS JUNIOR, M. S.; BRAGA, F. A.; PROTÁSIO, T. P. Physical attributes of dystroferric red latosol under four eucalypt species over the long term. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 313-322, jul./ago. 2013.

CAMPOS, L. P.; LEITE, L. F. C.; MACIEL, G. A.; IWATA, B. F.; NÓBREGA, J. C. A. Atributos químicos de um Latossolo Amarelo sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 12, p. 1681-1689, dez. 2011.

CARVALHO, A. P. V.; DIAS, H. C. T.; PAIVA, H. N.; TONELLO, K. C. Resistência mecânica do solo à penetração na bacia hidrográfica do Riacho Fundo, Felixlândia-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1091-1098, nov./dez. 2012.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212p.

FERREIRA, E. M.; SANTANA, A. V.; CALIL, F. N.; COSTA, L. F. S.; TSAI, H. M. Atributos químicos de solo sob diferentes tratamentos. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 449-453, 2014.

\_\_\_\_\_. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS,

1999. 412p.

LIMA, J. S. S.; SILVA, S. A.; SILVA, J. M. Variabilidade espacial de atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado em plantio direto. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 16-23, jan./mar. 2013.

LIMA, R. P.; LEÓN, M. J.; SILVA, A. R. Compactação do solo de diferentes classes texturais em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 1, jan./fev. 2013.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Comparação entre dois penetrômetros na avaliação da resistência mecânica do solo à penetração. **Revista Ceres**, v. 60, n. 4, p. 577-581, jul./ago. 2013.

ROBOREDO, D.; MAIA, J. C. S.; OLIVEIRA, O. J.; ROQUE, C. G. Uso de dois penetrômetros na avaliação da resistência mecânica de um latossolo vermelho distrófico. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 308-314, mar./abr. 2010.

RÓS, A. B.; TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G. M. C. Propriedades físicas de solo e crescimento de batata-doce em diferentes sistemas de preparo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 242-250, jan./fev. 2013.

SILVA, B. B.; MENDES, F. B. G.; KAGEYAMA, P. Y. Desenvolvimento econômico, social e ambiental da agricultura familiar pelo conhecimento agroecológico. **Crotalárias**. Disponível em: <<http://www.lcb.esalq.usp.br/extension/DESAAFCA/crotalarias.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2014.

SOUZA, J. L.; GUIMARÃES, G. P.; FAVARATO, L. F. Desenvolvimento de hortaliças e atributos do solo com adubação verde e compostos orgânicos sob níveis de N. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 33, n. 1, p. 19-26, jan./mar. 2015.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15, p. 229-235, 1991.

## 5 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA

### RESUMO

As águas superficiais são consideradas as mais suscetíveis a contaminações e alterações antrópicas, o que com o passar do tempo pode trazer uma série de desastres e impactos irreversíveis do ponto de vista financeiro e/ou tecnológico. Algo visto em cidades brasileiras, é a escassez de água causada pela degradação da qualidade dessa. O presente trabalho consiste no monitoramento da qualidade da água de um corpo hídrico localizado na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás. De setembro de 2013 à agosto de 2014 foram feitas coletas e análises laboratoriais da água do manancial, sendo o objetivo principal para a realização do estudo, conhecer o comportamento de parâmetros da qualidade da água nos períodos de estiagem e cheia. As análises foram feitas de acordo com o preconizado pelo *Standard Methods For Examination of Water & Wastewater* (APHA, 2012). As coletas foram feitas de acordo com o Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos (CETESB, 2011). Parâmetros tais como pH, condutividade, P total e metais pesados, foram analisados para todos os meses, porém turbidez, cor aparente, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Oxigênio Dissolvido (OD) foram feitos uma vez na época de cheia e outra na época de estiagem. As análises aconteceram no Laboratório de Análise de Solos, Substratos e Nutrição de Plantas da Escola de Agronomia e no Laboratório de Saneamento da Escola de Engenharia Civil, ambos na Universidade Federal de Goiás. Algo observado durante o estudo foi a grande proliferação de macrófitas que após a morte dessas, libera na água cianotoxinas nocivas à saúde humana. O corpo hídrico recebe o despejo de esgotos de residências ocupadas irregularmente. Parâmetros tais como condutividade elétrica da água, apresentaram-se estáveis durante os 12 meses de estudo. Os resultados para OD e DBO estão fora do preconizado pela resolução de N° 357 do Conama.

*Palavras-chave:* sub-bacias hidrográficas, interferências antrópicas, meio ambiente.

### ABSTRACT

Surface water is considered the most susceptible to contamination and anthropogenic changes, which over time can bring a series of disasters and irreversible impacts from a financial point of view and / or technological. Something seen in Brazilian cities, is the scarcity of water caused by degradation of the quality of this. This work consists of the monitoring of a water body water quality located in the Agronomy School of the Federal University of Goiás. From September 2013 to August 2014 were made collections and laboratory analysis of spring water, with the main objective to the study, to understand the behavior of some parameters during the dry season and too crowded. The analyzes were performed according to the recommended by the *Standard Methods For Examination of Water & Wastewater* (APHA, 2012). Collections were made according to the National Guide to collection and preservation of samples: water, sediment, aquatic communities and wastewater (CETESB, 2011). Parameters such as pH, conductivity, total P and heavy metals were analyzed for each month, but turbidity, apparent color, Biochemical Oxygen Demand (DB) and Dissolved Oxygen (DO) have been made since the time of full and another in the

dry season. The analysis took place in the Soil Analysis Laboratory, Substrates and Nutrition of the School of Agronomy and Plant also Sanitation Laboratory of the School of Civil Engineering, both at the Federal University of Goiás. Something observed during the study was the great proliferation of weeds that after the death of these releases in cyanotoxins water harmful to human health. The water body receives the discharge of sewage illegally occupied homes. Parameters such as electric conductivity, held stable during the 12-month study. The results for DO and BOD are outside the recommended by CONAMA's determination, N° 357.

*Keywords:* sub-basins, anthropogenic interference, environment.

## 5.1 INTRODUÇÃO

A qualidade da água superficial é um dos principais indicadores da saúde de um ecossistema. As ocupações irregulares de APPs, o lançamento de esgotos domésticos e efluentes industriais e o carreamento de partículas de solo para a água, juntamente com alguns componentes químicos responsáveis pela eutrofização de corpos hídricos, são causas da degradação cada vez maior da qualidade da água de mananciais superficiais. pH e condutividade são apontadas como os principais parâmetros a serem utilizados no monitoramento.

O monitoramento da qualidade da água é importante, devido a necessidade de verificar a dinâmica real da qualidade da água, tais como picos de concentração de nutrientes em horários específicos, além de poder ajudar a compreender a variabilidade da qualidade da água ao longo do tempo. Por outro lado, devido ao elevado número de amostras de água é extremamente trabalhoso e caro (Pott et al., 2014). Vale ressaltar que no monitoramento da qualidade da água, é essencial o adequado controle de determinadas variáveis. Como resultado da variabilidade dos aspectos ambientais das sub-bacias, os aspectos a serem monitorados serão diferentes (Chang & Lin, 2014).

Entre outros aspectos, o monitoramento ambiental em bacias hidrográficas procura analisar fatores relevantes que permitam caracterizar as mudanças que ocorrem no uso e ocupação do solo, tornando possível avaliar os efeitos das atividades humanas sobre os ecossistemas aquáticos (Bertossi et al., 2013). Na determinação abrangente da qualidade da água o ideal seria ter um número virtualmente infinito de amostragens em pontos que fornecem dados espacialmente contínuos sobre a água qualidade, porém existem limitações

práticas, tais como: restrições orçamentárias e manutenção das instalações utilizadas em campo (Lee et al., 2014).

Para parâmetros tais como turbidez, pode ser utilizado no monitoramento, estações robotizadas, sendo essa considerada uma evolução inestimável de recursos de gerenciamento para grandes sistemas de abastecimento de água preocupados com os efeitos da turbidez causada pelo carreamento de partículas (Effler et al., 2014). Além das estações fixas utilizadas no monitoramento da qualidade da água, uma outra forma a ser utilizada é a modelagem. A modelagem matemática da qualidade da água está baseada no uso de equações que representam os processos de transporte e transformação de poluentes em corpos de água (Fan et al., 2013).

Em estudo realizado na região semiárida do Brasil, os principais fatores responsáveis pela alteração na qualidade da água foram: processo natural de intemperismo dos componentes geológicos do solo; carreamentos dos sólidos suspensos através do escoamento superficial das águas oriundas de áreas agrícolas e alterações antrópicas (Lopes et al., 2014). Nas áreas agrícolas, os poluentes transportados pelo escoamento superficial são constituídos de sedimentos, pesticidas e nutrientes (Pinheiro et al., 2013).

Em bacias hidrográficas, algo que já sabemos é que o comportamento da qualidade da água reflete as condições ambientais da bacia hidrográfica, sendo assim, conhecer as características de qualidade da água amplia o conhecimento ecológico do ecossistema e possibilita detectar alterações provenientes da atividade humana (Souza & Gastaldini, 2014). De acordo com Cunha et al. (2013) ainda são escassos levantamentos do nível de não compatibilidade de rios e reservatórios com o seu enquadramento legal em escalas maiores de tempo e espaço. Isso permitiria uma visão menos pontual da situação desses corpos hídricos após o início da vigência da Resolução CONAMA 357/2005, que determina o limite para alguns parâmetros de águas superficiais.

Visando o anteriormente exposto, o presente trabalho foi realizado em um ambiente lântico localizado na Escola de Agronomia da UFG, onde o objetivo principal foi diagnosticar a qualidade da água no período de seca e de chuva.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na represa da Escola de Agronomia da UFG, onde um dos principais objetivos foi avaliar o comportamento dos parâmetros anteriormente citados, em diferentes épocas do ano. A água da represa é utilizada no abastecimento de uma indústria de bebidas localizada na região urbana de Goiânia, no abastecimento do Campus II da UFG e para piscicultura.

Foram feitas análises físico-químicas da água de acordo com o preconizado pelo *Standard Methods For Examination of Water & Wastewater* (APHA, 2012). A análise de pH foi feita utilizando pHmetro de bancada e o teste de condutividade elétrica, realizado em condutivímetro. A análise de P total foi realizada em aparelho digital. O aparelho ICP serviu para a análise dos parâmetros: Ca, Mg, K, Cu, Fe, Mn, Zn, Pb, Cr e Ni. Essas foram feitas no Laboratório de Análise de Solos e Folhas da UFG. O OD e DBO das amostras foram realizados no Laboratório de Saneamento da Escola de Engenharia Civil da UFG.

As coletas e análises foram feitas mensalmente. O processo de coleta foi baseado no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras de água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos (Cetesb, 2011). Para cada parâmetro foram feitas coletas específicas, de acordo com o preconizado (Figuras 5.1 e 5.2). Em relação ao OD e DBO, as amostras foram coletadas em frasco Winkler.



**Figura 5.1.** Amostragem de água superficial para análise laboratorial de parâmetros tais como pH. Fonte: Autora (2014).



**Figura 5.2.** Frasco Winkler utilizado nas coletas de amostras para análises de OD e DBO. Além de outros fatores, esses não permitem trocas gasosas entre as amostras e o meio externo. Fonte: Autora (2014).

Entre outros fatores, uma das principais razões para a necessidade da realização de coletas de amostras no período de estiagem e de cheia, são as alterações que a água passa a sofrer em sua qualidade, devido as diversas contribuições das áreas adjacentes, como é o caso das APPs em corpos hídricos. Por exemplo: a análise do parâmetro cor aparente é feita com o uso de aparelho analítico, porém quando ocorrem as chuvas os valores são alterados

pelo possível carreamento de partículas, podendo essa alteração ser visualizada a “olho nu”, algo observado na área de estudo (Figura 5.3).



**Figura 5.3.** Alterações visíveis nas propriedades da água superficial. a) Época de cheia. b) Época de seca. Fonte: Autora (2014).

### 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A resolução Conama de Nº 357, de 17 de março de 2005 define o controle de qualidade da água como o conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água. A represa em estudo não possui nenhum tipo de monitoramento da qualidade da água, sendo que essa é utilizada no abastecimento industrial, piscicultura e abastecimento do Campus II da UFG. Algo observado durante o estudo, foi a grande proliferação de macrófitas (Figura 5.4).



**Figura 5.4.** Afloramento de macrófitas na água da represa em estudo. Fonte: Autora (2014).

A revegetação na área estudada possui 50m, realizada não chega até próximo a margem, sendo que nessa área o acúmulo de macrófitas é maior do que na APP com ocupação irregular, pois mesmo que existam casas e o lançamento de esgoto, parte considerável da área não está desmatada. Em conversa com a Professora da Escola de Veterinária e Zootecnia da UFG responsável pela criação de tilápias na represa no ano de 2014, foi apresentado o desconhecimento sobre os impactos da atividade na qualidade da água do ecossistema, além de interesse de obter o diagnóstico sobre a qualidade desse.

De acordo com Vidal & Capelo Neto (2014) a eutrofização das águas significa seu enriquecimento por nutrientes, sobretudo nitrogênio e fósforo, levando ao crescimento excessivo das plantas aquáticas. Um dos principais impasses relacionados à eutrofização é a proliferação de cianobactérias em detrimento de outras espécies aquática. O processo de eutrofização aumenta a probabilidade de ocorrência de florações de algas, principalmente as cianobactérias potencialmente tóxicas, as quais podem alterar a qualidade das águas, sobretudo no que tange ao abastecimento público (Barreto et al., 2014).

Em todos os meses em que ocorreram coletas e análises de amostras, os elementos Cu (mg/L), Mn (mg/L), Zn (mg/L), Pb (mg/L), Cr (mg/L) e Ni (mg/L) ficaram abaixo do limite detectável pelo aparelho utilizado, sendo algo apontado para isso, a

inexistência de fonte de metais pesados na área. Nos 14 pontos amostrais foram feitas análises de turbidez (UNT), cor, OD (mg/L) e DBO (mg/L) nos meses de julho e dezembro de 2014, sendo dessa forma uma vez no período de seca e outra no período de cheia (Tabela 22 e 23).

**Tabela 5.1.** Resultados para os parâmetros analisados durante os doze meses de estudos em 14 pontos amostrais.

Parâmetro	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.	ab.	maio.	jun.	jul.	ago.
pH	7,3	7,2	6,1	6,1	7,0	7,1	6,7	6,6	6,8	7,3	6,8	6,9
Condutividade (µm)	30	45	36	28	38	35	34	41	33	36	49	29
P (mg/L)	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,02	Nd*	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
Ca (mg/L)	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09	0,01
Mg (mg/L)	0,011	0,066	0,019	0,017	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02
K (mg/L)	0,072	0,040	0,031	0,041	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
Fe (mg/L)	Nd	Nd	Nd	0,025	0,01	0,08	0,09	0,01	Nd	Nd	Nd	Nd

\*Nd: abaixo do limite detectável pelo aparelho utilizado na análise laboratorial. Valores de referência baseados na Conama 357 para águas Classe 2: pH: 6,0 a 9,0. Condutividade: sem valor. P (mg/L): 0,030 mg/L. Ca (mg/L): sem valor. Mg (mg/L): sem valor. K (mg/L): sem valor. Fe (mg/L): 0,3 mg/L.

**Tabela 5.2.** Valores encontrados para OD, DBO, cor aparente e turbidez em julho.

Julho de 2014	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
OD (mg/L)	3,4	3,4	3,5	4	4,1	4,1	4,4	3,4	3,5	3,5	3,5	3,0	3,0	3,0
DBO (mg/L)	7	6	6,9	7,9	7,4	8,7	11	8,3	8	8	8	12	12	12
Cor aparente	49	50	42	36	34	46	52	57	43	45	41	49	47	46
Turbidez	6,27	5,55	4,44	4,39	4,34	5,36	6,02	8,51	6,61	5,85	6,75	7,29	6,74	6,54

**P:** ponto. Valores de referência baseados na Conama 357 para águas Classe 2: OD (mín.): 5 mg/L. DBO (máx): 5 mg/L. Cor aparente: sem valor. Turbidez: até 40 UNT.

**Tabela 5.3.** Valores encontrados para OD, DBO, cor aparente e turbidez em dezembro.

Dezembro de 2014	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
OD (mg/L)	4,81	4,43	3,81	3,58	4,14	4,02	3,84	4,31	4,88	4,77	5,11	5,02	5,06	4,85
DBO (mg/L)	8	7	7	9	8	10	11	8	9	9	9	10	9	13
Cor aparente	49	49	50	40	40	45	45	40	45	50	50	50	50	50
Turbidez	8	6	5	5	5	6	7	9	5	4,7	6	8	7	7

P: ponto. Valores de referência baseados na Conama 357 para águas Classe 2: OD (mín.): 5 mg/L. DBO (máx): 5 mg/L. Cor aparente: sem valor. Turbidez: até 40 UNT.

A água é essencial para a manutenção da vida em suas diferentes formas e apresenta múltiplos usos, entre eles a dessedentação humana e a utilização nos ciclos naturais, de modo a garantir o equilíbrio ecológico. A escassez de água potável, limpa e segura ainda é um dos principais fatores de mortalidade em países em desenvolvimento (Boutilier et al., 2014).

Na represa existem vários *inputs* de matéria orgânica e contaminação. Entre esses estão o lançamento de esgotos, a criação de peixes e a lixiviação de alguns componentes químicos do solo. A presença de fontes poluidoras em zonas urbanas é algo cada vez mais comum, estando as fontes de poluição divididas em pontuais e difusas. As fontes difusas são encontradas em bacias agrícolas ou urbanas geradoras de escoamento superficial, sendo essencial o conhecimento da origem espacial das cargas e de seus impactos negativos sobre a qualidade da água (Baltokoski et al., 2010). Um exemplo para as fontes pontuais de poluição são os lançamentos de águas residuárias não tratadas. Como exemplos de constituintes responsáveis pela poluição da água, têm-se matéria orgânica, compostos nitrogenados e fosfatados, pesticidas e metais pesados (Jing et al., 2013).

#### 5.4 CONCLUSÕES

Parâmetros tais como condutividade elétrica da água, apresentaram estáveis durante os 12 meses de estudo. Os resultados para OD e DBO estão fora do preconizado pela resolução de N° 357 do Conama. Algo a ser feito para a estabilização da matéria orgânica na água e para os níveis de oxigênio, é a retirada dos peixes da represa e interrupção do

lançamento de esgotos.

## 5.5 REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods For Examination of Water & Wastewater**. 22th ed. Washington: APHA, 2012. 937p.

BALTOKOSKI, V.; TAVARES, M. H. F.; MACHADO, R. E.; OLIVEIRA, M. P. Calibração de modelo para a simulação de vazão e de fósforo total nas sub-bacias dos Rios Conrado e Pinheiro – Pato Branco (PR). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 253-261, jan./fev. 2010.

BARRETO, L. V.; FRAGA, M. S.; BARROS, F. M.; ROCHA, F. A.; AMORIM, J. S.; CARVALHO, S. R.; BONOMO, P.; SIVAL, D. P. Estado trófico em uma seção do rio Catolé Grande sob diferentes níveis de vazão. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 9, n. 2, p. 250-260, abr./jun. 2014.

BERTOSSI, A. P. A.; CECÍLIO, R. A.; NEVES, M. A.; GARCIA, G. O. Qualidade da água em microbacias hidrográficas com diferentes coberturas do solo no sul do Espírito Santo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 107-117, jan./fev. 2013.

BOUTILIER, M. S. H.; LEE, J.; CHAMBERS, V.; VENKATESH, V.; KARNIK, R. Water Filtration Using Plant Xylem. **Plos One**, USA, v. 9, Issue 2, p. 1-8, Feb. 2014.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. São Paulo: CETESB, 2011. 326 p.

CHANG, C-L & LIN, Y-T. A water quality monitoring network design using fuzzy theory and multiple criteria analysis. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 186, Issue 10, p. 6459-6469, Jun. 2014.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução de Nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para**

**o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.** Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 01 jan. 2015.

CUNHA, D. G. F.; CALIJURI, M. C.; LAMPARELLI, M. C.; MENEGON JR, N.

Resolução CONAMA 357/2005: análise espacial e temporal de não conformidades em rios e reservatórios do estado de São Paulo de acordo com seus enquadramentos (2005–2009).

**Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 159-168, abr./jun. 2013.

EFFLER, S. W.; O'DONNELL, D. M.; PRESTIGIACOMO, A. R.; PIERSON, D. C.;

ZION, M. S.; PYKE, G. W.; WEISS, W. J. Robotic Monitoring for Turbidity Management in Multiple Reservoir Water Supply. **Journal of Water Resources Planning and**

**Management**, USA, v. 140, Issue 7, p. 0401-4007, Jul. 2014.

FAN, F. M.; COLLISCHONN, W.; RIGO, D. Modelo analítico de qualidade da água

acoplado com Sistema de Informação Geográfica para simulação de lançamentos com duração variada. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 4, p. 359-370, out./dez. 2013.

JING, G.; WANG, L.; YU, H.; AMER, W. A.; ZHANG, L. Recent progress on study of

hybrid hydrogels for water treatment. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, USA, v. 416, p. 86–94, Jan. 2013.

LEE, C.; PAIK, K.; YOO, D. G.; KIM, J. H. Efficient method for optimal placing of water

quality monitoring stations for an ungauged basin. **Journal of Environmental Management**, USA, v. 132, pages. 24-31, Jan. 2014.

LOPES, F. B.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; BECKER, H; BATISTA, A. A.

Assessment of the water quality in a large reservoir in semiarid region of Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 4, p. 437-445, abr. 2014.

MÜLLER, C. C.; RAYA-RODRIGUEZ, M. T.; CYBIS, L. F. Diagnóstico da qualidade analítica na quantificação de cianobactérias. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, p. 283-290, jul./set. 2010.

PINHEIRO, A.; KAUFMANN, V.; SHENEIDERS, D.; OLIVEIRA, D. A.; ALBANO, R. M. R. Concentrações e cargas de nitrato e fosfato na Bacia do Ribeirão Concórdia, Lontras, SC. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 86-93, jan. 2013.

POTT, C. A.; JADOSKI, S. O.; SCHMALZ, B.; HÖRMANN, G.; FOHRER, N. Temporal variability of nitrogen and phosphorus concentrations in a German catchment: Water sampling implication. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 8, p. 811-818, ago. 2014.

SOUZA, M. M & GASTALDINI, M. C. C. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 263-274, jul./set. 2014.

VIDAL, T. F & CAPELO NETO, J. Dinâmica de nitrogênio e fósforo em reservatório na região semiárida utilizando balanço de massa. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 4, p. 402-407, abr. 2014.

## **6 CONCLUSÕES GERAIS**

Nas condições prevaletentes do presente estudo conclui-se que:

1. A preservação de ecossistemas naturais é de extrema importância e envolvem diversos fatores, entre eles: solo, água e plantas;
2. Em curto prazo, os adubos verdes não apresentam grandes interferências para alguns atributos químicos do solo;
3. A qualidade da água quando não mantida, pode trazer uma série de problemas para a saúde pública, sendo que os processos de eutrofização é um dos maiores indicadores de extrapolação da capacidade suporte do meio natural. Mesmo com ocupação irregular em alguns pontos, não foi identificado durante o estudo a presença de macrófitas nessa parte, pois uma das explicações para isso é a maior conservação da mata nativa.

## 7 REFERÊNCIAS

AGHILI, F.; GAMPER, H. N.; EIKENBERG, J.; KHOSHGOFTARMANESH, A. H.; AFYUNI, M.; SCHULIN, R.; JANSA, J.; FROSSARD, E. Green Manure Addition to Soil Increases Grain Zinc Concentration in Bread Wheat. **PLoS One**, USA, v. 9, Issue 7, p. 1-13, Jul. 2014.

AGUIAR, L. M. S.; BERNARD, E.; MACHADO, R. B. Habitat use and movements of *Glossophaga soricina* and *Lonchophylla dekeyseri* (Chiroptera: Phyllostomidae) in a Neotropical savannah. **Zoologia**, Curitiba, v. 31, n. 3, p. 223-229, maio/jun. 2014.

AJALLA, A. C. A.; VOLPE, E.; VIEIRA, M. C.; ZÁRATE, N. A. H. Produção de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.) sob três níveis de sombreamento e quatro classes texturais de solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 3, p. 888-896, set. 2012.

AMBROSANO, E. J.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G. M. B.; SCHAMMAS, E. A.; DIAS, F. L. F.; ROSSI, F.; TRIVELIN, P. C. O.; MURAOKA, T.; SACHS, R. C. C.; AZCÓN, R. Produtividade da cana-de-açúcar após o cultivo de leguminosas. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p. 810-818, 2011.

ANA – Agência Nacional de Águas. Portal da qualidade da água. **Padrões de qualidade-rede de monitoramento**. Disponível em:

<[http://pnqa.ana.gov.br/rede/rede\\_monitoramento.aspx](http://pnqa.ana.gov.br/rede/rede_monitoramento.aspx)>. Acesso em 01 nov. 2014.

ARAUJO, I. C. L.; DZIEDZIC, M.; MARANHO, L. T. Management of the environmental restoration of degraded areas. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 57, n. 2, p. 284-294, mar./abr. 2014.

ASSUNÇÃO, V. A.; GUGLIERI-CAPORAL, A.; SARTORI, A. L. B. Florística do estrato herbáceo de um remanescente de cerradão em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 281-288, jun. 2011.

AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; NORTON, L. D.; BESKOW, S.; MARTINS, S. G. Spatial distribution of water erosion risk in a watershed with eucalyptus and Atlantic Forest. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 37, n. 5, 427-434, set./out. 2013.

BALTOKOSKI, V.; TAVARES, M. H. F.; MACHADO, R. E.; OLIVEIRA, M. P. Calibração de modelo para a simulação de vazão e de fósforo total nas sub-bacias dos Rios Conrado e Pinheiro – Pato Branco (PR). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 253-261, jan./fev. 2010.

BANNA, M. H.; NAJJARAN, H.; SADIQ, R.; IMRAN, S. A.; RODRIGUEZ, M. J.; HOORFAR, M. Miniaturized water quality monitoring pH and conductivity sensors. **Sensors and Actuators B: Chemical**, USA, v. 193, p. 434–441, Mar. 2014.

BARRETO, L. V.; FRAGA, M. C.; BARROS, F. M.; ROCHA, F. A.; AMORIM, J. S.; CARVALHO, S. R.; BONOMO, P.; SILVA, D. P. Relação entre vazão e qualidade da água em uma seção de rio. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 19, n. 1, p. 118-129, jan./mar. 2014.

BARRINGTON, D. J.; GHADOUANI, A.; SINANG, S. C.; IVEY, G. N. Development of a new risk-based framework to guide investment in water quality monitoring. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 186, Issue 4, p. 2455-2464, Dec. 2013.

BAUER, D.; GOETZ, M. N. B.; MÜLLER, A.; SCHMITT, J. L. Fenologia de três espécies de *Myrsine* l. em floresta secundária semidecídua no Sul do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 859-868, set./out. 2012.

BERTOL, I.; RAMOS, R. R.; BARBOSA, F. T.; GONZÁLEZ, A. P.; RAMOS, J. C.; BANDEIRA, D. H. Water erosion in no-tillage monoculture and intercropped systems along contour lines. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 521-528, mar./abr. 2013.

BERTOSSI, A. A. A.; CECÍLIO, R. A.; NEVES, M. A.; GARCIA, G. O. Qualidade da água em microbacias hidrográficas com diferentes coberturas do solo no sul do Espírito Santo. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p. 107-117, jan./fev. 2013.

BRASIL. Lei de Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em: 25 dez. 2014.

BONO, J. A. M.; MACEDO, M. C. M.; TORMENA, C. A. Qualidade física do solo em um latossolo vermelho da região sudoeste dos cerrados sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 743-753, maio/jun. 2013.

BOUTILIER, M. S. H.; LEE, J.; CHAMBERS, V.; VENKATESH, V.; KARNIK, R. Water Filtration Using Plant Xylem. **Plos One**, USA, v. 9, Issue 2, p. 1-8, Feb. 2014.

CAMPOS, M. L.; GUILHERME, L. R. G.; MARQUES, J. J. G. S. M.; CURI, N.; ARAÚJO, A. S. A.; MIQUELLUTI, D. J.; LOPES, C.; SPIAZZI, F. R. Teores de arsênio e cádmio em solos do bioma cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 281-286, jan./fev. 2013.

CARDOSO, D. P.; SILVA, M. L. N.; CARVALHO, G. J.; FREITAS, D. A. F.; AVANZI, J. C. Plantas de cobertura no controle das perdas de solo, água e nutrientes por erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 6, p. 632-638, jun. 2012.

CARTER, M. S.; SORENSEN, P.; PETERSEN, S. O.; MA, X.; AMBUS, P. Effects of green manure storage and incorporation methods on nitrogen release and N<sub>2</sub>O emissions after soil application. **Biology and Fertility of Soils**, USA, v. 50, Issue 8, p. 1233-1246, Nov. 2014.

CARVALHO, A. M.; MARCHÃO, R. L.; SOUZA, K. W.; BUSTAMANTE, M. M. C. Soil fertility status, carbon and nitrogen stocks under cover crops and tillage regimes.

**Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 5, p. 914-921, 2014.

CHANG, C-L & LIN, Y-T. A water quality monitoring network design using fuzzy theory and multiple criteria analysis. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 186, Issue 10, p. 6459-6469, Jun. 2014.

CORDEIRO, T. T. S.; FERREIRA, E. M.; RODRIGUES, V. J. O. Contenção de erosão em Área de Preservação Permanente (APP). **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 1032-1041, 2014.

COSTA, C. H. M.; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; FERRARI NETO, J. Persistência e liberação de elementos da fitomassa do consórcio crotalária com milho sob fragmentação. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 197-208, jan./mar. 2014.

DARONCO, C.; MELO, A. C. G.; DURIGAN, G. Ecossistema em restauração versus ecossistema de referência: estudo de caso da comunidade vegetal de mata ciliar em região de Cerrado, Assis, SP, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 485-498, set. 2013.

EFFLER, S. W.; O'DONNELL, D. M.; PRESTIGIACOMO, A. R.; PIERSON, D. C.; ZION, M. S.; PYKE, G. W.; WEISS, W. J. Robotic Monitoring for Turbidity Management in Multiple Reservoir Water Supply. **Journal of Water Resources Planning and Management**, USA, v. 140, Issue 7, p. 0401-4007, Jul. 2014.

FAN, F. M.; COLLISCHONN, W.; RIGO, D. Modelo analítico de qualidade da água acoplado com Sistema de Informação Geográfica para simulação de lançamentos com duração variada. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 4, p. 359-370, out./dez. 2013.

FERREIRA, R. A.; AGUIAR NETTO, A. O.; SANTOS, T. I. S.; SANTOS, B. L.; MATOS, E. L. Nascentes da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim, estado de Sergipe: da

degradação à restauração. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 265-277, mar./abr. 2011. a.

FERREIRA, E. P. B.; WENDLAND, A.; DIDONET, A. D. Microbial biomass and enzyme activity of a Cerrado Oxisol under agroecological production system. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p. 899-907, 2011. b.

FINA, B. G & MONTEIRO, R. Análise da estrutura arbustivo-arbórea de uma área de cerrado *sensu stricto*, município de Aquidauana-Mato Grosso do Sul. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 577-585, jul./ago. 2013.

FRANÇOSO, R.; GUARALDO, A. C.; PRADA, M.; PAIVA, A. O.; MOTA, E. H.; PINTO, J. R. R. Fenologia e produção de frutos de *Caryocar brasiliense* Cambess. E *Enterolobium gummiferum* (Mart.) J.F.Macbr. em diferentes regimes de queima. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 579-590, jul./ago. 2014.

GITTI, D. C.; ARF, O.; PORTUGAL, J. R.; CORSINI, D. C. D. C.; RODRIGUES, R. A. F.; KANEKO, F. H. Coberturas vegetais, doses de nitrogênio e inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* em arroz de terras altas no sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 4, p. 509-517, 2012 Epub 08-Jan-2013.

GUILLOZET, P.; SMITH, K.; GUILLOZET, K. The rapid riparian revegetations approach. **Project Muse**, Maryland USA, v. 32, n. 2, p. 113-124, Jun. 2014.

HIRATA, A. C. S.; HIRATA, E. K.; GUIMARÃES, E. C.; RÓS, A. B.; MONQUERO, P. A. Plantio direto de alface americana sobre plantas de cobertura dessecadas ou roçadas. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 2, p. 178-183, abr./jun. 2014.

HUNINK, J. E.; DROOGERS, P.; KAUFFMAN, S.; MWANIKI, B. M.; BOUMA, J. Quantitative simulation tools to analyze up- and downstream interactions of soil and water conservation measures: Supporting policy making in the Green Water Credits program of Kenya. **Journal of Environmental Management-Elsevier**, USA, v. 111, p. 187-194, Epub 2012 Aug 21.

IGLESIAS, C.; TORRES, J. M.; GARCÍA NIETO, P. J.; FERNÁNDEZ, J. R. A.; MUÑIZ, C. D.; PIÑEIRO, J. I.; TABOABA, J. Turbidity Prediction in a River Basin by Using Artificial Neural Networks: A Case Study in Northern Spain. **Water Resources Management**, USA, v. 28, Issue 2, p. 319-331, Jan. 2014.

INPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. **Adubação verde é técnica eficiente para aumentar a produção agrícola na região, especialmente de hortaliças, outubro de 2013**. Disponível em:

<[http://www.inpa.gov.br/noticias/noticia\\_sgno2.php?codigo=3018](http://www.inpa.gov.br/noticias/noticia_sgno2.php?codigo=3018)>. Acesso em: 25 dez. 2014.

JING, G.; WANG, L.; YU, H.; AMER, W. A.; ZHANG, L. Recent progress on study of hybrid hydrogels for water treatment. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, USA, v. 416, p. 86–94, Jan. 2013.

JOHNSTON, C. A. Agricultural expansion: land use shell game in the U.S. Northern Plains. **Landscape Ecology**, USA, v. 29, Issue 1, p. 81-95, Jan. 2014.

KUWANO, B. H.; KNOB, A.; FAGOTTI, D. S. L.; MELÉM JÚNIOR, N. J.; GODOY, L.; DIEHL, R. C.; KRAWULSKI, C. C.; ANDRADE FILHO, G.; ZANGARO FILHO, W.; TAVARES-FILHO, J.; NOGUEIRA, M. A. Soil quality indicators in a rhodic kandiuult under different uses in northern Parana, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 50-59, jan./fev. 2014.

LAURANCE, W. F.; SAYER, J.; CASSMAN, K. G. Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. **Trends in Ecology and Evolution**, USA, v. 29, Issue 2, p. 107–116, Feb. 2014.

LEAL, A. J. F.; LAZARINI, E.; RODRIGUES, L. R.; MARCANDALLI, L. H. Adubação nitrogenada para milho com o uso de plantas de cobertura e modos de aplicação de calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 2, p. 491-501, mar./abr. 2013.

LEÃO, E. F.; PEIXOTO, N.; MORAIS JÚNIOR, O. P. Emergência de plântulas de pequi em função da planta matriz e uso de ácido giberélico. **Pesquisa Agropecuária**

**Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 416-423, out./dez. 2012.

LEE, C.; PAIK, K.; YOO, D. G.; KIM, J. H. Efficient method for optimal placing of water quality monitoring stations for an ungauged basin. **Journal of Environmental Management**, USA, v. 132, pages. 24-31, Jan. 2014.

LEITE, L. F. C.; ARRUDA, F. P.; COSTA, C. N.; FERREIRA, J. S.; HOLANDA NETO, M. R. Qualidade química do solo e dinâmica de carbono sob monocultivo e consórcio de macaúba e pastagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 12, p. 1257-1263, dez. 2013.

LIMA, J. S. S.; SOUZA, G. S.; SILVA, S. A. Distribuição espacial da matéria orgânica, grau de floculação e argila dispersa em água em área de vegetação natural em regeneração e pastagem. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 539-546, maio/jun. 2013.

LIMA, A. A.; FERNANDES JÚNIOR, P. I.; PASSOS, S. R.; PAULO, F. S.; NOSOLINE, S. M.; FARIA, S. M.; GUERRA, J. G. M.; RUMJANEK, N. G.; XAVIER, G. R. Diversidade e capacidade simbiótica de rizóbios isolados de nódulos de Mucuna-Cinza e Mucuna-Anã. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 337-348, mar./abr. 2012.

LU, C-X.; YU, G.; XIAO, Y.; XIE, G-D. Wind tunnel simulation and evaluation of soil conservation function of alpine grassland in Qinghai–Tibet Plateau. **Ecological Economics-Elsevier**, USA, v. 86, pages 16-20, Feb. 2013.

LOPES, F. B.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; BECKER, H.; BATISTA, A. A. Assessment of the water quality in a large reservoir in semiarid region of Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 4, p. 437-445, abr. 2014.

MADALÃO, J. C.; PIRES, F. R.; CARGNELUTTI FILHO, A.; NASCIMENTO, A. F.; CHAGAS, K.; ARAÚJO, R. S.; PROCÓPIO, S. O.; BONOMO, R. Susceptibilidade de

espécies de plantas com potencial de fitorremediação do herbicida sulfentrazone. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 1, p. 111-121, jan./fev. 2013.

MARCOS, P. F & PESSÔA, V. L. S. O agronegócio no cerrado do Sudeste Goiano: uma leitura sobre Campo Alegre de Goiás, Catalão e Ipameri. **Sociedade & Natureza**, v. 24, n. 1, p. 37-49, jan./abr. 2012.

MARIOTI, J.; BERTOL, I.; RAMOS, J. C.; WERNER, R. S.; PADILHA, J.; BANDEIRA, D. H. Erosão hídrica em semeadura direta de milho e soja nas direções da pendente e em contorno ao declive, comparada ao solo sem cultivo e descoberto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 1361-1371, set./out. 2013.

MATOS, P. F & PESSÔA, V. L. S. O agronegócio no cerrado do Sudeste Goiano: uma leitura sobre Campo Alegre de Goiás, Catalão e Ipameri. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 37-49, jan./abr. 2012.

MELERO, M. M.; GITTI, D. C.; ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F. Coberturas vegetais e doses de nitrogênio em trigo sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 4, p. 343-353, out./dez. 2013.

MIRANDA, A. C. R.; SILVA, D. P.; MELLO, E. L.; PRUSKI, F. F. Assessment of Efficiency and Adequacy of Retention Terraces. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 577-586, mar./abr. 2012.

MIRANDA, D. L. C.; MELO, A. C. G.; SANQUETTA, C. R. Equações alométricas para estimativa de biomassa e carbono em árvores de reflorestamentos de restauração. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 679-689, maio/jun. 2011. a.

MIRANDA, L. P. M.; TARSITANO, M. A. A.; ALVES, M. C.; RODRIGUES, R. A. F. Custo para implantação de *Astronium fraxinifolium* schott em área degradada utilizando-se adubos verdes e lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 475-480, out./dez. 2011. b.

- MONQUERO, P. A.; CÔRREA, M. C.; BARBOSA, L. N.; GUTIERREZ, A.; ORZARI, I.; HIRATA, A. C. S. Seleção de espécies de adubos verdes visando à fitorremediação de diclosulam. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 127-135, jan./mar. 2013.
- MORAIS, L. A. S & BARBOSA, A. G. Influência da adubação verde e diferentes adubos orgânicos na produção de fitomassa aérea de atroveran (*Ocimum selloi* Benth.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, n. spe. p. 246-249, 2012.
- MOREIRA, C.; RAMOS, R.; AZEVEDO, J.; VASCONCELOS, V. Methods to detect cyanobacteria and their toxins in the environment. **Applied Microbiology and Biotechnology**, USA, v. 98, Issue 19, pp. 8073-8082, Oct. 2014.
- NÄYKKI, T.; KOPONEN, S.; VÄISÄNEN, T.; PYHÄLAHTI, T.; TOIVANEN, T.; LEITO, I. Validation of a new measuring system for water turbidity field measurements. **Accreditation And Quality Assurance**, USA, v. 19, Issue 3, p. 175-183, Ap. 2014.
- NUNES, R. S.; SOUSA, D. M. G.; GOEDERT, W. J.; VIVALDI, L. J. Distribuição de fósforo no solo em razão do sistema de cultivo e manejo da adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 877-888, maio/jun. 2011.
- OLIVIERA, A. C. S.; COELHO, F. C.; CREVELARI, J. A.; FERNANDES, I. S.; RUBIM, R. F. Fitossociologia de plantas daninhas em monocultivo de milho e em consórcio com diferentes Fabaceae. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 5, p. 643-651, set./out. 2014.
- OLIVEIRA, E. G.; FERREIRA, M. E.; ARAÚJO, F. M. Diagnóstico do uso da terra na região Centro-Oeste de Minas Gerais, Brasil: a renovação da paisagem pela cana-de-açúcar e seus impactos socioambientais. **Sociedade & Natureza**, v. 24, n. 3, p. 545-555, set./dez. 2012.
- OLIVEIRA, J. R.; PINTO, M. F.; SOUZA, W. J.; GUERRA, J. G. M.; CARVALHO, D. F. Erosão hídrica em um Argissolo Vermelho-Amarelo, sob diferentes padrões de chuva simulada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola & Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 2, p. 140-147, fev. 2010.

OLIVEIRA, L. F. C.; CALIL, P. M.; RODRIGUES, C.; KLIEMANN, H. J.; OLIVEIRA, V. A. Potencial do uso dos solos da bacia hidrográfica do alto rio Meia Ponte, Goiás.

**Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 222-238, jan./abr. 2013.

PAIVA, A. O.; REZENDE, A. V.; PEREIRA, R. S. Estoque de carbono em cerrado sensu stricto do Distrito Federal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 527-538, maio/jun. 2011.

PENG, T-R.; LU, W-C.; CHEN, K-Y.; ZHAN, W-J.; LIU, T-K. Groundwater-recharge connectivity between a hills-and-plains' area of western Taiwan using water isotopes and electrical conductivity. **Journal of Hydrology**, USA, v. 517, p. 226–235, Sep. 2014.

PERAZZOLI, M.; PINHEIRO, A.; KAUFMANN, V. Efeitos de cenários de uso do solo sobre o regime hídrico e produção de sedimentos na bacia do Ribeirão Concórdia – SC.

**Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 859-869, set./out. 2013.

PINHEIRO, A.; KAUFMANN, V.; SHNEIDERS, D.; GOTARDO, R. Transporte de sedimentos e espécies químicas em áreas de reflorestamentos e pastagem com base em chuva simulada. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 8, n. 2, p. 109-123, maio/ago. 2014.

PINTO, L. C.; DE MELLO, C. R.; ÁVILA, L. F. Water quality indicators in the Mantiqueira Range region, Minas Gerais state. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 4, p. 687-692, out./dez. 2013.

POTT, C. A.; JADOSKI, S. O.; SCHMALZ, B.; HÖRMANN, G.; FOHRER, N. Temporal variability of nitrogen and phosphorus concentrations in a German catchment: Water sampling implication. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 8, p. 811-818, ago. 2014.

PORTELA, J. C.; COGO, N. P.; BAGATINI, T.; CHAGAS, J. P.; PORTZ, G. Restauração da estrutura do solo por sequências culturais implantadas em semeadura direta, e sua relação com a erosão hídrica em distintas condições físicas de superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1353-1364, jul./ago. 2010.

ROSENDO, J. S & ROSA, R. Comparação do estoque de C estimado em pastagens e vegetação nativa de Cerrado. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 359-376, maio/ago. 2012.

ROSOLEN, V.; RESENDE, T. M.; BORGES, E. N.; FRARE, C. T.; MACHADO, H. M. Variações nos teores do C total e isotópico do solo após substituição do Cerrado em sistemas agrícolas no Triângulo Mineiro. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 157-167, jan./abr. 2012.

SAUER, S & LEITE, S. P. Expansão agrícola, preços e apropriação de terra por estrangeiros no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 50, n. 3, p. 503-524, jul./set. 2012.

SHI, Z. H.; AI, L.; FANG, N. F.; ZHU, H. D. Modeling the impacts of integrated small watershed management on soil erosion and sediment delivery: A case study in the Three Gorges Area, China. **Journal of Hydrology-Elsevier**, USA, v. 438–439, pages 156–167. 17 May. 2012.

SILVA, A. M.; MORAES, M. L. T.; BUZETTI, S. Propriedades químicas de solo sob reflorestamento ciliar após 20 anos de plantio em área de cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 97-106, jan./fev. 2011. b.

SILVA, E. A.; OLIVEIRA, A. C.; MENDONÇA, V.; SOARES, F. M. Substratos na produção de mudas de mangabeira em tubetes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 279-285, abr./jun. 2011. a.

\_\_\_\_\_; SILVA, C. A.; SILVA, I. R.; MARQUES, J. J. G. S. M.; ARAUJO, E. F.; CARVALHO, S. A.; SILVA, S. H. G.; CURI, N. Frações de carbono em topossequências de solos sob eucalipto com diferentes históricos de uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 34, p. 1167-1178, jul./ago. 2012.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; COSTA, C. H. M.; FERRARI NETO, J.; CASTRO, G. S. A. Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes em resíduos de

crotalária e milho, cultivados solteiros e consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 10, p. 1462-1470, out. 2012.

SOUSA, C. S.; MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; OEHL, F.; MAIA, L. C.; GARRIDO, M. S.; LIMA, F. S. Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi after organic fertilization in maize, cowpea and cotton intercropping systems. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 34, n. 2, p. 149-156, abr./jun. 2012.

SOUZA, M. M & GASTALDINI, M. C. C. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 263-274, jul./set. 2014.

TAVARES, W.S.; CRUZ, I.; SILVA, R.B.; FIGUEIREDO, M.L.C.; RAMALHO, F.S.; SERRÃO, J.E.; ZANUNCIO, J. C. Soil organisms associated to the weed suppressant *Crotalaria juncea* (fabaceae) and its importance as a refuge for natural enemies. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 473-479, jul./set. 2011.

TEODORO, R. B.; OLIVIERA, F. L.; SILVA, D. M. N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M. A. L. Leguminosas herbáceas perenes para utilização como coberturas permanentes de solo na Caatinga Mineira. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 292-300, abr./jun. 2011.

\_\_\_\_\_; OLIVEIRA, F. L.; SILVA, D. M. N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M. A. L. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no Cerrado do Alto Vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 635-640, mar./abr. 2011.

TIMOSSI, P. C.; WISINTAINER, C.; SANTOS, B. J.; PEREIRA, V. A.; PORTO, V. S. Supressão de plantas daninhas e produção de sementes de crotalária, em função de métodos de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 525-530, out./dez. 2011.

- TOLEDO, D. S.; COSTA, C. A.; BACCI, L.; FERNANDES, L. A.; SOUZA, M. F. Production and quality of tomato fruits under organic management. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 253-257, abr./jun. 2011.
- TUAN, S-E.; LI, N-J.; YEH, C-C.; TANG, L-C.; CHI, H. Effects of Green Manure Cover Crops on *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) Populations. **Journal of Economic Entomology**, v. 107, n. 3, p. 896-905, Dec. 2014.
- VARGAS, T. O.; DINIZ, E. R.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; CECON, P. R. Nitrogen contributions of legume roots to cabbage nutrition. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 70, n. 6, p. 415-421, nov./dez. 2013.
- \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; LIMA, C. T. A.; URQUIAGA, S.; \_\_\_\_\_. Influência da biomassa de leguminosas sobre a produção de repolho em dois cultivos consecutivos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 562-568, out./dez. 2011.
- VENTUROLI, F.; FELFILI, J. M.; FAGG, C. W. Avaliação temporal da regeneração natural em uma floresta estacional semidecídua secundária, em Pirenópolis, Goiás. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 473-483, maio/jun. 2011.
- VIEIRA, P. A.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, L. G. Análise da vulnerabilidade natural da paisagem em relação aos diferentes níveis de ocupação da bacia hidrográfica do Rio Vermelho, estado de Goiás. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 385-400, maio/ago. 2014.
- VOLK, L. B. S & COGO, N. P. Erosão hídrica, em três momentos da cultura do milho, influenciada por métodos de preparo do solo e semeadura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 565-574, mar./abr. 2014.
- YANG, T-M.; FAN, S-K.; FAN, C.; HSU, N-S. Establishment of turbidity forecasting model and early-warning system for source water turbidity management using back-propagation artificial neural network algorithm and probability analysis. **Environmental Monitoring and Assessment**, USA, v. 186, Issue 8, p. 4925-4934, Aug. 2014.

YAO, M.; NAN, J.; CHEN, T. Effect of particle size distribution on turbidity under various water quality levels during flocculation processes. **Desalination**, USA, v. 354, p. 116–124, Dec. 2014.

WAUTERS, E.; BIELDERS, C.; POESEN, J.; GOVERS, G.; MATHIJS, E. Adoption of soil conservation practices in Belgium: An examination of the theory of planned behaviour in the agri-environmental domain. **Land Use Policy-Elsevier**, USA, v. 27, Issue 1, pages 86-94, January 2010.

ZANCHETA, A. C. F.; ABREU, C. A.; ZAMBROSI, F. C. B.; ERISMANN, N. M.; LAGÔA, A. M. M. A. Fitoextração de cobre por espécies de plantas cultivadas em solução nutritiva. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p. 737-744, 2011.