



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - UFS  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO-POSGRAP  
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS – NEREN**



**SISTEMAS DE MANEJO E SUCESSÃO DE CULTURAS  
NA QUALIDADE DO SOLO NOS TABULEIROS  
COSTEIROS SERGIPANO**

**SERGIO CARLOS RESENDE**

2009

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - UFS  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO-POSGRAP  
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS – NEREN



**SÉRGIO CARLOS RESENDE**

**SISTEMAS DE MANEJO E SUCESSÃO DE CULTURAS  
NA QUALIDADE DO SOLO NOS TABULEIROS  
COSTEIROS SERGIPANO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agroecossistemas, área de concentração em Sustentabilidade em Agroecossistemas, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Alceu Pedrotti

SÃO CRISTÓVÃO-SE  
SERGIPE-BRASIL  
2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

R433s Resende, Sérgio Carlos  
Sistemas de manejo e sucessão de culturas na  
qualidade do solo nos tabuleiros consteiros sergipano /  
Sérgio Carlos Resende. – São Cristóvão, 2009.  
114 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) –  
Núcleo de Pós-Graduação e Estudos em Recursos  
Naturais, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia,  
Universidade Federal de Sergipe, 2009.

Orientador: Prof. Dr. Alceu Pedrotti.

1. Agroecossistemas. 2. Sistema de cultivo –  
Parâmetros agronômicos. 3. Tabuleiros costeiros –  
Sergipe. 4. Cultura de plantas leguminosas. I. Título.

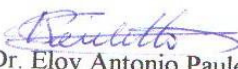
CDU 504:633/635(813.7)

**SÉRGIO CARLOS RESENDE**


**SISTEMAS DE MANEJO E SUCESSÃO DE CULTURAS NA  
QUALIDADE DO SOLO NOS TABULEIROS COSTEIROS  
SERGIPANO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agroecossistemas, área de concentração em Sustentabilidade em Agroecossistemas, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 02 de fevereiro de 2009.

  
Prof. Dr. Eloy Antonio Pauletto  
UFPEL

  
Prof. Dr. Francisco Sandro Rodrigues Holanda  
UFS

  
Prof. Dr. Alceu Pedrotti  
UFS  
(Orientador)

SÃO CRISTÓVÃO-SE  
SERGIPE-BRASIL

## DEDICO

Aos meus pais Protázio Inácio Resende e Luiza Gomes Resende pelo amor e aplicação dos valores imprescindíveis para meu crescimento profissional.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Professor Dr. Alceu Pedrotti, pela confiança depositada, pela participação e orientação em todo processo para que este trabalho fosse realizado.

Aos professores do Curso de Mestrado: Alceu Pedrotti, Antenor de Oliveira Aguiar, Arisvaldo Vieira Melo Júnior, Arie Fitzgerald Blank, Carlos Dias Júnior, Francisco Sandro R. Holanda, Genésio Tâmara Ribeiro, Gregório Facciolo, Pedro Viegas, Rosa Maria, pelos conhecimentos transmitidos.

Ao Professor da EAFSC José Antonio Xavier Neto pelo incentivo, companheirismo e participação em etapas do projeto de pesquisa.

Aos pesquisadores e técnicos da Embrapa: Dr. Edson Patos, Dr. Fernando Cintra, Dr. Lafayette Franco, Dr. Marcelo Fernandes, Msc Robson Dantas, Roberto, Robinson, Daniel e Eliezer pela orientação nas análises em laboratório.

Aos graduandos em Engenharia Agrônoma, integrante do projeto Manejo e Conservação do Solo: Kleiton Barbosa, Halley Matos, Lucas Alexandre, Maurício Moura, Yaia Djau, Elder, Eloá, Everton, Filipe e Tainá pela contribuição no projeto.

Aos bolsistas da Embrapa Selenaldo Alexinaldo, Eunides, Danielle, Flávia Tadeu, Jéferson e Joyce pela orientação e apoio nas práticas em laboratório.

Aos Funcionários da UFS: Marcos, Raimundo e Tiago, pela contribuição em etapas práticas do mestrado.

A funcionária do NEREN: Rogena pela contribuição nas atividades administrativas.

Ao Diretor da EAFSC-SE José Aelmo, pela valorização e incentivo à pesquisa científica.

Ao funcionário da EAFSC-SE José Franco, pelo incentivo e apoio em etapas do mestrado.

Aos funcionários da EAFSC-SE: Ana Carla, Marcos Aurélio e Wilton Mota, pela contribuição em recursos de informática.

Aos meus colegas de turma: Juciara, Trícia, Sílvia, Rose, Fabrícia, Aline, Sheila, Gracilene, Marcilene, Glenda, Sinara, Leila, Isis, Sandro, Tadeu, Rubéns, Laelson, Gilberto, Igor, Rogério e Joseph pelo companheirismo e apoio.

Aos meus familiares pelo apoio e paciência pelos momentos ausentes, devido a ocupações do Mestrado.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	ii
SIGLAS	iii
SIMBOLOS	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.1 Introdução Geral	1
1.2 Referencial Teórico	3
1.2.1 Tabuleiros costeiros	3
1.2.2 Conceito de sistema	5
1.2.3 Diferença entre agroecossistema e ecossistema	6
1.2.4 Agroecossistemas e sustentabilidade	7
1.2.5 Propriedades dos agroecossistemas	8
1.2.6 Agroecossistemas e a qualidade do solo	9
1.2.7 Avaliação da qualidade do solo	10
1.2.8 Indicadores de qualidade do solo	12
1.2.8.1 Indicadores físicos	12
1.2.8.2 Indicadores químicos	15
1.2.8.3 Indicadores microbiológicos	17
1.2.9 Qualidade do solo em relação a mecanização	19
1.2.10 Sistemas de manejo	20
1.2.10.1 Sistema de cultivo convencional	21
1.2.10.2 Sistema de cultivo mínimo	23
1.2.10.3 Sistema de cultivo plantio direto	23
1.2.11 Cultura do milho doce	24
1.2.12 Culturas de sucessão	26
1.2.13 Plantas de cobertura	27
1.3 Considerações finais	28
1.4 Referências bibliográficas	28
CAPÍTULO 2: COMPORTAMENTO FÍSICO DE UM ARGISSOLO SUBMETIDO A DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO E CULTURA EM	36



SUCESSÃO COM MILHO DOCE NOS TABULEIROS COSTEIROS SERGIPANO	
RESUMO	36
ABSTRACT	36
2.1 Introdução	37
2.2 Material e Métodos	38
2.2.1 Caracterização da área de estudo	38
2.2.2 Amostragem e análises físicas do solo	39
2.3 Resultados e Discussão	40
2.4 Conclusões	55
2.5 Referências Bibliográficas	55
CAPÍTULO 3: ATRIBUTOS QUÍMICOS E PLANTAS LEGUMINOSAS EM SISTEMAS DE MANEJO NOS TABULEIROS COSTEIROS SERGIPANO	59
RESUMO	59
ABSTRACT	59
3.1 Introdução	60
3.2 Material e Métodos	61
3.2.1 Caracterização da área de estudo	61
3.2.2 Amostragem e análises químicas do solo	62
3.3 Resultados e Discussão	63
3.4 Conclusões	72
3.5 Referências Bibliográficas	72
CAPÍTULO 4: ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS DO SOLO E SISTEMAS DE MANEJO EM AGROECOSSISTEMAS DOS TABULEIROS COSTEIROS SERGIPANO	74
RESUMO	74
ABSTRACT	74
4.1 Introdução	75
4.2 Material e Métodos	76
4.2.1 Caracterização da área de estudo	76
4.2.2 Amostragem e análises microbiológicas do solo	77
4.3 Resultados e Discussão	79
4.4 Conclusões	88

4.5 Referências Bibliográficas	89
CAPÍTULO 5: CULTURAS DE SUCESSÃO E PRODUTIVIDADE DO MILHO DOCE EM SISTEMAS DE CULTIVO À SUSTENTABILIDADE DOS AGROECOSSISTEMAS NOS TABULEIROS COSTEIROS SERGIPANO	92
RESUMO	92
ABSTRACT	92
5.1 Introdução	93
5.2 Material e Métodos	95
5.2.1 Caracterização da área de estudo	95
5.2.2 Avaliação de parâmetros agronômicos na produtividade do milho	95
5.3 Resultados e Discussão	96
5.4 Conclusões	101
5.5 Referências Bibliográficas	101
ANEXOS	104

## LISTA DE FIGURA

Figura 2.1	Resistência Mecânica à Penetração em PD,CM e CC	41
Figura 2.2	Umidade em PD,CM e CC	42
Figura 2.3	RMP e Plantas leguminosas em Plantio Direto	43
Figura 2.4	RMP e Plantas leguminosas em Cultivo Mínimo	44
Figura 2.5	RMP e Plantas leguminosas em Cultivo Convencional	44
Figura 2.6	Correlação exponencial de RMP e umidade em sistemas de cultivo	45
Figura 2.7	Densidade em PD,CM e CC	46
Figura 2.8	Densidade e Plantas leguminosas em PD	47
Figura 2.9	Densidade e Plantas leguminosas em CM	47
Figura 2.10	Densidade e Plantas leguminosas em CC	48
Figura 2.11	Diâmetro Médio Ponderado em PD,CM e CC	48
Figura 2.12	Diâmetro Médio Ponderado e Plantas leguminosas em PD	50
Figura 2.13	Diâmetro Médio Ponderado e Plantas leguminosas em CM	50
Figura 2.14	Diâmetro Médio Ponderado e Plantas leguminosas em CC	51
Figura 2.15	Percentagem de Agregados Estáveis em Água em PD,CM e CC	52
Figura 2.16	Percentagem de Agregados e Plantas leguminosas em PD	53
Figura 2.17	Percentagem de Agregados e Plantas leguminosas em CM	54
Figura 2.18	Percentagem de Agregados e Plantas leguminosas em CC	54
Figura 3.1	CTC e Plantas leguminosas em PD	64
Figura 3.2	CTC e Plantas leguminosas em CM	65
Figura 3.3	CTC e Plantas leguminosas em CC	65
Figura 3.4	Saturação por Bases e Plantas leguminosas em PD	67
Figura 3.5	Saturação por Bases e Plantas leguminosas em CM	68
Figura 3.6	Saturação por Bases e Plantas leguminosas em CC	68
Figura 3.7	Fósforo e Plantas leguminosas em PD	70
Figura 3.8	Fósforo e Plantas leguminosas em CM	70
Figura 3.9	Fósforo e Plantas leguminosas em CC	71
Figura 5.1	Produtividade do Milho doce em PD,CM e CC	96

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1	CTC em PD,CM e CC	63
Tabela 3.2	CTC e Plantas leguminosas em PD,CM e CC	66
Tabela 3.3	Saturação por Bases em PD,CM e CC	69
Tabela 4.1	Biomassa Microbiana em PD,CM e CC	79
Tabela 4.2	Biomassa Microbiana e Plantas leguminosas em PD,CM e CC	81
Tabela 4.3	Respiração Basal em PD,CM e CC	82
Tabela 4.4	Respiração Basal e Plantas leguminosas em PD,CM e CC	83
Tabela 4.5	Quociente Metabólico em PD,CM e CC	84
Tabela 4.6	Quociente Metabólico e Plantas leguminosas em PD,CM e CC	85
Tabela 4.7	Carbono Orgânico em PD,CM e CC	86
Tabela 4.8	Carbono Orgânico e Plantas leguminosas em PD,CM e CC	87
Tabela 5.1	Produtividade do Milho doce e Plantas leguminosas	98
Tabela 5.2	Número de planta,espigas e percentagem de plantas com espigas em PD,CM e CC	99

## SIGLAS

PD	PD	Plantio Direto
CM	CM	Cultivo Mínimo
CC	CC	Cultivo Convencional
CTC	CTC	Capacidade de Troca Catiônica
V	V	Saturação por Bases
ISO	ISO	International Organization for Standardization
Ca	Ca	Cálcio
Mg	Mg	Magnésio
K	K	Potássio
Na	Na	Sódio
Al	Al	Alumínio
Mn	Mn	Manganês
Cu	Cu	Cobre
Zn	Zn	Zinco
Fe	Fe	Ferro
H	H	Hidrogênio
N	N	Nitrogênio
C/N	C/N	Relação Carbono/Nitrogênio
IAA	IAA	Instituto do Açúcar e do Alcool
DMP	DMP	Diâmetro Médio Ponderado
KCl	KCl	Cloreto de Potássio
M	M	Molar
SB	SB	Soma de Bases
ST	ST	Solução de Trabalho
HCl	HCl	Ácido Clorídrico
NaOH	NaOH	Hidróxido de Sódio
CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
MO	MO	Matéria Orgânica
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		Sulfato de Potássio
KMnO <sub>4</sub>		Permanganato de Potássio
MnSO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O		Sulfato de Manganês mono hidratado

BaCl Cloreto de Bário

## SÍMBOLOS

Kgf/cm <sup>2</sup>	Kilograma força por centímetro quadrado
MPa	Megapascal
g/g	Gramas por grama
Mmolc/ dm <sup>3</sup>	Milimole por decímetro cúbico
ppm	Parte por milhão
qCO <sub>2</sub>	Quociente metabólico
mg C/g solo seco	Miligramas de carbono por grama de solo seco
mg C resp.g solo/dia	Miligramas de carbono respirado por grama de solo ao dia
mg C/g solo	Miligramas de carbono por grama de solo
Kg/ha	Quilos por hectare

## RESUMO

RESENDE, SÉRGIO CARLOS. **Sistemas de Manejo e sucessão de culturas na Qualidade do Solo nos Tabuleiros Costeiros Sergipano**. São Cristóvão-SE: UFS, 2006. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas).

A região dos Tabuleiros Costeiros Sergipano é caracterizada pela intensa intemperização, devido a influência do regime alto de precipitação e condições de alta temperatura, fazendo com que haja alterações principalmente nas propriedades físicas e químicas do solo. A busca pela sustentabilidade produtiva e ambiental nos agroecossistemas se faz necessária a mensuração de indicadores de qualidade do solo, para determinar o comportamento dos atributos físicos, químicos e microbiológicos para que possa desenvolver um sistema de manejo que degrade menos o meio ambiente sem comprometer a produtividade. O presente trabalho tem por objetivo avaliar a qualidade do solo, através de indicadores de qualidade em diferentes sistemas de manejo (Plantio Direto, Cultivo Mínimo e Cultivo Convencional), utilizando plantas leguminosas (Plantas de cobertura: Guandu (*Cajanus cajan*) e Crotalária (*Crotalaria juncea*); Comerciais: Feijão (*Phaseolus vulgaris*) e Amendoim (*Arachis hypogaea*)) em sucessão ao cultivo do Milho doce em um agroecossistema de solo classificado como ARGISSOLO VERMELHO Amarelo localizado no Campus Rural da Universidade Federal de Sergipe. Os parâmetros agronômicos avaliados foram: físicos (resistência mecânica à penetração, densidade, diâmetro médio ponderado e percentagem de agregados estáveis em água), químicos (capacidade de troca catiônica, saturação por bases e Teor de fósforo) e microbiológicos (biomassa microbiana, respiração basal e quociente de respiração). O sistema de cultivo Plantio Direto foi que mais contribuiu para melhorar a qualidade do solo proporcionando melhores condições físicas, químicas e microbiológicas ao solo como: menor valor de resistência mecânica à penetração a partir da profundidade de 20 cm, maior valor de diâmetro médio ponderado, maior percentual de agregados estáveis em água, maior valor de CTC (capacidade de troca catiônica), maior valor de V (saturação por bases), maior valor quanto ao Teor de fósforo, maior valor de biomassa microbiana, menor valor de respiração basal, menor valor de quociente de respiração, maior valor de carbono orgânico total. Quanto às culturas em sucessão testadas houve uma grande variação nos resultados, sendo que nas parcelas onde foi cultivada a Crotalária (*Crotalaria juncea*), obteve-se menores valores de resistência mecânica à penetração em todas as profundidades no sistema de cultivo Plantio Direto. Nas parcelas onde foi cultivado o Guandu (*Cajanus cajan*) foram obtidos maiores valores de fósforo no sistema de cultivo Plantio direto. A maior produtividade de milho doce foi obtida no sistema de cultivo Plantio Direto em relação aos Cultivo Mínimo e Convencional, sendo que a crotalária (*Crotalaria juncea*) proporcionou maior produtividade de milho doce (*Zea mays L.*) nos sistemas de Cultivo Mínimo e Convencional. O feijão proporcionou maior produtividade de milho doce (*Zea mays L.*) no sistema de cultivo Plantio Direto.

**Palavras chave:** Agroecossistemas, sistemas de cultivo, parâmetros agronômicos.

## ABSTRACT

RESENDE, SÉRGIO CARLOS. Systems management and succession of crops in soil quality in the Table Lands Sergipano. São Cristóvão-SE: UFS, 2006. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas).

The region of the Table Lands Sergipano is characterized by intense intemperization, because the influence of the high regime of rainfall and conditions of high temperature, so that there are mainly changes in physical and chemical properties of soil. The search for productive and environmental sustainability in agroecosystems is necessary to measure indicators of soil quality, to determine the behavior of physical attributes, chemical and microbiological for them to develop a management systems that degrade less the environment without compromising the productivity. This work have for aim evaluate the quality soil, through indicators of quality in different management systems (no-tillage, minimum tillage and conventional tillage), using leguminous plants (plants coverage: Pea (*Cajanus cajan*) and Sunn hemp (*Crotalaria juncea*); plants commercial: Bean (*Phaseolus vulgaris*) and Peanut (*Arachis hypogea*)) in succession to the cultivation of sweet corn in agroecosystem of a soil classified as Ultissol Red Yellow located on the Campus Rural of the University Federal of Sergipe. The agronomics parameters were assessed: physical (mechanical resistance to penetration, density, diameter average weighted and percentage of aggregates stable in water), chemical (cation exchange capacity, base saturation and content of phosphorus) and microbiological (microbial biomass, breath basal and ratio of breath). The system no-tillage went who more contributed for improve the quality of soil proportianing better conditions physical, chemical and microbiological to the soil as: lower value of resistance to penetration from the depth of 20 cm, higher value of diameter average weighted, higher percentage of aggregates stable in water, higher value of CTC (cation exchange capacity), higher value of V (base saturation), higher value on the content of phosphorus, higher microbial biomass, lower value of breath basal, lower value of ratio of breath, higher value of total organic carbon. On the cultures tested in succession there was a large variation in results, with the plots where the sun hemp (*Crotalaria juncea*) was grown, it was obtained lower mechanical resistance to penetration at all depths no system no-tillage. In plots where it was grown pea (*Cajanus cajan*) were obtained highest values of phosphorus in the system no-tillage. The highest yield of sweet corn (*Zea mays L.*) was obtained in the system of cultivation no-tillage in respect minimum tillage and conventional tillage, and the sunn hemp provided greater productivity of sweet corn (*Zea mays L.*) in minimum tillage systems and conventional. The bean (*Phaseolus vulgaris*) provided the greatest productivity of sweet corn (*Zea mays L.*) cultivation system no-tillage.

**Key words:** agroecosystems, cropping systems, agronomics parameters.



## 1.1 INTRODUÇÃO GERAL

A busca pela sustentabilidade ambiental e produtiva tornou-se uma necessidade nos processos de exploração dos agroecossistemas, sendo que o desenvolvimento de tecnologias aplicáveis ao processo produtivo tem como não só os aspectos relacionados à produtividade e qualidade, mas também a segurança quanto ao desempenho das explorações agrícolas frente aos vários fatores dentrimentais, bióticos e abióticos, sempre com ênfase em proteção do meio ambiente e seguridade para o consumidor, pela redução de fontes poluentes e agentes degradantes, como também pela conservação dos recursos naturais, caracterizando-se pelo antagonismo aos sistemas de exploração convencional que se mostraram insustentáveis ao longo dos anos.

O solo tem um importante papel no meio ambiente, onde funciona como integrador ambiental e reator, acumulando energia solar na forma de matéria orgânica, reciclando água, nutrientes e outros elementos e alterando compostos químicos (Lavkulich, 1995); visto que um componente fundamental do solo, a matéria orgânica, material estranho para as rochas, tem origem no processo da fotossíntese, que transforma gás carbônico, oxigênio, hidrogênio e nutrientes minerais em compostos orgânicos clorofilados, onde dois importantes elementos químicos, não existentes no material de origem dos solos, carbono e nitrogênio, são incorporados na matéria orgânica, na forma de compostos orgânicos ao longo do tempo de desenvolvimento do solo (Raij, 2004). Acrescenta-se, que o solo tem importante função ecológica influenciando de forma positiva a qualidade ambiental e o funcionamento global da biosfera.

A qualidade do solo consiste na capacidade que um determinado tipo de solo apresenta em um agroecossistema para desempenhar uma ou mais funções relacionadas à sustentação da atividade produtividade agrícola e ambiental, cujo manejo adequado do solo é fundamental para que as interações entre os fluxos de energia estabelecidos pelos fatores físicos, químicos e biológicos determinem as condições necessárias para o seu equilíbrio.

A lógica presente é que um índice quantitativo qualidade de solo, pode servir como indicador da capacidade do mesmo para a produção sustentável de plantas e animais de forma economicamente viável, socialmente aceitável e ambientalmente correto. Um sistema de manejo somente poderá ser considerado sustentável se ele

mantiver ou melhorar a qualidade do solo e se ele não comprometer a qualidade ambiental além de um nível que seja aceitável pela sociedade. Somente entendendo e promovendo a qualidade do solo hoje, que se pode garantir às gerações futuras a proteção ambiental no grau requerido e a utilização dos solos em uma forma proveitosa (Gregorich, 2002).

Propriedades medidas para considerar a qualidade do solo são denominadas de indicadores, sendo assim um conjunto de propriedades determinam a qualidade e saúde do solo para a sustentabilidade (Brady e Weil, 2002). Várias pesquisas estão envolvidas com o propósito de quantitativamente tentar medir a habilidade de um solo em desempenhar uma função específica. Isto normalmente é feito por meio do desenvolvimento de um índice de qualidade do solo para cada um dos seus ecossistemas. Este índice é obtido ponderando-se cada indicador de qualidade de acordo com a sua presumida importância na consecução desejada (Karlen e Stott, 1994).

Uma das principais metas da pesquisa em manejo de solos é identificar e desenvolver sistemas de manejo adaptados às condições edafoclimáticas, sociais e culturais regionais. Do ponto de vista técnico, o sistema de manejo deve contribuir para a manutenção ou melhoria da qualidade do solo e do ambiente, bem como para a obtenção de adequadas produtividades das culturas a longo prazo (Costa et al., 2003).

O plantio direto vem sendo um sistema de manejo importante para melhorar as propriedades do solo, com o aumento do tempo de uso do sistema plantio direto, os atributos físicos dos solos têm sido modificados, necessitando, portanto, de pesquisas com períodos de duração mais longos para estudar os fenômenos ligados à sua estrutura. Efeitos sobre alguns atributos do solo já são reportados na literatura, tais como: a densidade do solo, que mostra tendência de aumento nos primeiros anos de cultivo e, com o passar dos anos, apresenta tendência de diminuição, o aumento da porosidade total e o aumento no tamanho de agregados (Lara & Lanças, 2005).

As plantas de cobertura são uma alternativa de grande potencial para melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, aumentando o teor de matéria orgânica e favorecendo a manutenção do potencial produtivo do solo e das culturas exploradas. Vários estudos têm demonstrado os efeitos benéficos das plantas de cobertura nas propriedades do solo e no rendimento das culturas, decorrentes da produção de fitomassa, acúmulo e posterior liberação de nutrientes, pela decomposição da palhada (Torres et al., 2008). Acredita-se que diferentes plantas de cobertura e

sistemas de manejo do solo afetem a produtividade das culturas e melhorem a qualidade do solo nos Agroecossistemas dos Tabuleiros Costeiros Sergipano.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o comportamento dos atributos físicos (Resistência Mecânica à Penetração, Densidade e Agregados), químicos (Capacidade de Troca Catiônica, Saturação por Bases e Fósforo) e microbiológicos (Biomassa Microbiana, Respiração Basal, Quociente Metabólico e Carbono Orgânico), das plantas de cobertura (leguminosas) na produtividade do milho doce (*Zea mays L.*) em sistemas de cultivo (Plantio Direto, Cultivo Mínimo e Cultivo Convencional) nos agroecossistemas dos Tabuleiros Costeiros Sergipano.

## **1.2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **1.2.1 Tabuleiros Costeiros**

O termo Tabuleiros Costeiros é usado para designar uma forma de superfície do tipo tabular, dissecada por vales profundos e encostas com forte declividade. De modo geral os Tabuleiros Costeiros tem uma topografia plana e com frequência suavemente ondulada. Estão relacionados com os sedimentos da formação Barreiras (Grupo Barreiras no estado de Pernambuco) do Terciário. Os solos dos Tabuleiros Costeiros estão distribuídos por quase toda faixa costeira do Brasil, desde o estado do Amapá até o estado do Rio de Janeiro (Jacomine,2001).

Segundo Cintra et al.(2001) a importância estratégica dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste do Brasil está relacionada não somente ao significativo contingente de população o qual perfaz cerca de 45% da região Nordeste, como também pela utilização dos mesmos com cana-de-açúcar, pecuária, fruticultura e culturas anuais, que geram emprego e renda. Apesar de sua importância, os solos dos Tabuleiros Costeiros apresentam limitações químicas e físicas. Dentre as limitações químicas destacam-se a baixa capacidade de troca catiônica, a qual é causada pelos baixos teores de matéria orgânica, associado à predominância da caulinita na fração argila, com conseqüente baixa fertilidade natural. Dentre as limitações físicas uma das mais importantes é a ocorrência dos horizontes coesos. O horizonte coeso é um horizonte pedogenético adensado o qual limita a infiltração de água, a aeração e o crescimento radicular.

Apesar do grande potencial agrícola e do mercado, há uma demanda reprimida por produtos agrícolas e as atividades agropecuárias têm sido, em geral, inviabilizadas

pelas produções e alta relação custo/benefício. A utilização agrícola dos Tabuleiros Costeiros tem sido estudada há décadas e, na região Nordeste, os Tabuleiros Costeiros têm grande importância, pois ocupando apenas 24% da área da região, concentra mais de 50% da população e gera grande parte da produção agropecuária. Dentre os fatores responsáveis pela baixa produtividade, destacam-se as camadas coesas (no topo do horizonte B, da maioria dos solos) como principal limitante físico, seguido do clima com má distribuição de chuvas, que se concentram, em 80%, num período de seis meses contínuos, em muitas áreas dos estados do Nordeste (Araújo,2000).

A região dos Tabuleiros Costeiros localiza-se na faixa litorânea e atravessa ambientes úmidos, semi-úmidos e secos. Mesmo nas zonas mais úmidas, situadas na parte leste e extremo norte do Nordeste, com precipitação média anual na faixa de 1000 a 2400 mm, a contabilidade da água disponível no solo revela a ocorrência de períodos de déficit hídrico em função do regime de distribuição das chuvas e da evapotranspiração potencial muito elevada entre 1200 e 1400 mm por ano. Na zona mais seca, inserida no contexto semi-árido, as precipitações médias anuais são inferiores a 750 mm e a evapotranspiração potencial situa-se na faixa de 1000 a 1300 mm. Por causa disto apresenta condições de déficit hídrico praticamente durante todo ano (Filho et al.,2001).

As florestas, cerrados e caatingas são as principais fases de vegetação correlacionadas com diferentes ambientes pedoclimáticos que interagem o quadro regional. As florestas variam desde as fases mais úmidas até as mais secas e correlacionam-se diretamente com os ambientes de maior umidade. Os cerrados, também inseridos nas zonas úmidas, são mais localizados, podendo ser observados em Sergipe, sul de Alagoas e na Paraíba. As formações caducifólias, como as caatingas, restringem-se às áreas do contexto semi-árido (Filho et al.,2008).

A temperatura média anual está compreendida entre 23 a 24° C no litoral, entre 25 a 26° C na Amazônia e entre 24 a 26° C nos sertões de Pernambuco e Bahia (Jacomine,2001).

Os Tabuleiros Costeiros, referidos ao período Terciário constituem uma extensa faixa sedimentar costeira, com poucas interrupções, sendo representados geologicamente pelos sedimentos do Grupo Barreiras de natureza granulométrica variada. As paisagens típicas destes sedimentos são grandes platôs, geralmente dissecados por vales profundos e íngremes com altitude média na faixa de 60 a 200 m. Os estratos mais superficiais correlacionados com o ambiente pedogenético

compreendem materiais argilosos, argilo-arenosos, areno-argilosos, e em áreas mais restritas, sedimentos arenosos (Filho et al.,2001).

A cobertura pedológica é constituída por solos dessaturados de bases, ácidos, e em grande parte deles apresentando uma acentuada variação textural entre os horizontes superficiais (mais arenosos) e os de subsuperfície (mais argilosos). Conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa,1999) tais solos enquadram-se predominantemente na ordem dos Argissolos. Outros solos, também abrangendo grandes áreas, apresentam variações texturais menores ou de forma lenta na passagem entre horizontes, e neste caso, constituem essencialmente a ordem dos Latossolos. Em menor proporção ocorrem os solos tipicamente arenosos que são enquadrados na ordem dos Espodosolos (solos com B espódicos) ou na subordem dos Neossolos Quartzarênicos (solos essencialmente arenoquartzosos). Outros, também com baixa expressão, apresentam quantidades substanciais de materiais ferruginosos (plínticos e/ou concrecionários) e integram a ordem dos Plitossolos (Filho et al.,2001).

### **1.2.2 Conceito de Sistema**

Sistema entende-se como um conjunto ou arranjo de componentes unidos ou relacionados de tal maneira que formem ou atuem como uma unidade, uma entidade ou um todo. Os sistemas podem ser identificados pelos elementos que o compõem, sendo estes: componentes, interações entre componentes, entradas, saídas e limites. A estrutura é que caracteriza o tipo de relacionamento entre os componentes de determinado sistema. Assim a estrutura de qualquer sistema depende fundamentalmente do número, tipo e interação entre componentes. As entradas e saídas de um sistema são fluxos de energia, materiais e informações que entram e saem da unidade como a energia solar, o carbono do ar atmosférico, água e nutrientes (Hart, 1980).

A função de um sistema é definida em termos de processo e está conseqüentemente relacionada com a capacidade de receber entradas e produzir saídas. Assim o desempenho de determinado sistema é caracterizado pela produtividade, eficiência e variabilidade, nisso os sistemas são considerados abertos ou fechados. Na natureza os sistemas são considerados abertos, o que implica a entrada e saída na unidade, ou seja, ocorrem constantemente troca de energia e matéria. O conceito de sistema já vem sendo empregado desde o século XIX, como uma metáfora de máquina o sistema havia se tornado objeto de investigação da termodinâmica. Foi somente a

partir das décadas de 20 e 30 com o surgimento da Teoria Geral dos Sistemas que o conceito de sistema alcançou um estatuto mais formal (Schlindwein & D'Agostini, 2003).

### **1.2.3 Diferença entre Agroecossistema e Ecossistema**

O ecossistema é um sistema de organismos vivos e o meio com o qual trocam matéria e energia, então as plantas, animais e microorganismos constituem os componentes bióticos, enquanto que a água e o solo, entre outros representam os componentes físicos. Ecossistema é qualquer biossistema que abrange todos os organismos que funcionam em conjunto (a comunidade biótica) numa área, interagindo com o ambiente físico de tal forma que um fluxo de energia produza estruturas bióticas claramente definidas e uma ciclagem de materiais entre as partes vivas e não vivas (Odum,1988).

O agroecossistema é um ecossistema com a presença de pelo menos uma população agrícola. Portanto, a semelhança do que foi estabelecido dos estudos de ecologia, o agroecossistema pode ser entendido como uma unidade de trabalho no caso dos sistemas agrícolas, diferindo dos ecossistemas naturais por ser regulado pela intervenção do homem na busca de determinado propósito, onde essa intervenção obedece a um programa de atividades e uso de materiais que é o plano de manejo (Hart,1980).

A ecologia incorporou o conceito de Sistema em seu domínio semântico, ao formular e adotar o conceito de ecossistema. Os estudos ecológicos de sistemas agrícolas, considerados uma modalidade de ecossistemas terrestres, introduziram, de certa forma, a dimensão ecológica no discurso da pesquisa agrônômica. A partir de então o conceito de agroecossistema passou a fazer parte do domínio semântico da pesquisa agrônômica, Schlindwein & D'Agostini (2003).

Agroecossistemas são sistemas ecológicos modificados pelo ser humano para produzir comida, fibra ou outro produto agrícola. Eles têm freqüentemente estrutura e dinâmica complexa, mas sua complexidade surge primeiramente da interação entre os processos sócio-econômicos e ecológicos. Os estudos sobre agroecossistemas se concentram nos fluxos de energia e ciclos de materiais e fornecem uma compreensão valorosa dos agroecossistemas. Entretanto, eles apenas veem uma parte da sua complexidade e oferecem pouco subsídio para a compreensão necessária. Neste

contexto, os agroecossistemas podem ser caracterizados por um conjunto de propriedades dinâmicas, que não apenas descreve o seu funcionamento essencial, como também fornecem critérios capazes de gerar empregos na evolução de projetos do desenvolvimento da agricultura, em todos os níveis de intervenção (Conway, 1987).

A ação humana modifica o ecossistema natural, procurando direcionar a produção primária do ecossistema para obtenção de produtos que atendam as necessidades básicas e culturais de diferentes sociedades humanas. Estas possuem concepções de vida o que implica em diferentes padrões de consumo e, como consequência, criam relações diversas com a natureza, e diferentes graus de pressão sobre os recursos naturais Aquino & Linhares (2005).

Segundo Gliessman (2005) a manipulação e a alteração humana dos ecossistemas, com o propósito de estabelecer uma produção agrícola, tornam os agroecossistemas muito diferentes dos ecossistemas naturais. Ao mesmo tempo, contudo, os processos, estruturas e características dos ecossistemas naturais podem ser observados nos agroecossistemas. Assim estes diferem dos ecossistemas naturais em diversos aspectos como: fluxo de energia, ciclagem de nutrientes, mecanismos de regulação de população, estabilidade.

#### **1.2.4 Agroecossistemas e Sustentabilidade**

Os defensores da Revolução Verde sustentam que os países em desenvolvimento deveriam optar por um modelo industrial baseado em variedades melhoradas e no crescente uso de fertilizantes e pesticidas a fim de proporcionar uma provisão adicional de alimentos as suas crescentes populações e economias. Mas, a informação disponível demonstra que a biotecnologia não reduz o uso de agroquímicos nem aumenta os rendimentos. Também não beneficia nem aos consumidores nem aos agricultores pobres. Dado este cenário, um crescente número de agricultores, ONGs e defensores da agricultura sustentável propõe que, no lugar deste enfoque intensivo em capital e insumos, os países em desenvolvimento deveriam propiciar um modelo agroecológico que coloque ênfase na biodiversidade, na reciclagem de nutrientes, na sinergia entre cultivos, animais, solos e outros componentes biológicos, assim como na regeneração e conservação dos recursos naturais (Altieri, 1996).

A conscientização dos problemas ambientais nos força a adotar uma visão sistêmica, onde o homem deixa de ser o centro do planeta e passa a integrá-lo, sofrendo

as conseqüências e impactos e destruições que causa, e esses sistemas são complexos dinâmicos de elementos que permanecem em interação mútua, mantendo sua integridade mediante essa interação entre suas partes (Sifuentes,2004).

A agricultura nos últimos 50 anos tem aumentado a produtividade e a produção total das espécies cultivadas e tendo sido intensificada pela utilização de variedades geneticamente melhoradas, dos fertilizantes minerais, agrotóxicos, mecanização e irrigação. Ao mesmo tempo tem se distanciado cada vez mais dos processos ecológicos naturais, com nefastas conseqüências sobre o meio ambiente: ar, solo, água, flora, fauna, paisagens. Daí as novas propostas de avaliação do custo ambiental dos processos produtivos que estimam o valor “gratuito” dos materiais da biosfera explorado pelo homem com vistas ao desenvolvimento sustentável. Nesta questão também merece destaque as normas de gestão ambiental ISO 14000 (International Organization for Standardization), (Martins,2001).

### **1.2.5 Propriedades dos Agroecossistemas**

Segundo (Marten,1988), os agroecossistemas são complexos; os numerosos processos envolvem pessoas, produção, plantas invasoras, animais, microorganismos, solo e água, funcionando com ligações que não conseguimos descrevê-las detalhadamente, nem compreendê-las tão fundo. A simplificação é uma prática necessária para sua análise, nisso o dilema é como simplificar sem perder a essência das relações importantes no agroecossistema como um todo. Assim uma aproximação da simplificação está na análise de suas propriedades, que combinam num amplo número de processos e medidas agregadas no seu funcionamento capazes de revelar, quanto eles têm a oferecer aos objetivos humanos.

Segundo Conway (1987) os agroecossistemas possuem quatro propriedades (produtividade, estabilidade, sustentabilidade e equidade) que avaliam se os objetivos do sistema, aumentam o bem-estar econômico e os valores sociais dos produtores e se estão sendo atingidos: Produtividade significa a produção de determinado produto por unidade de recurso que entra numa área;. Estabilidade é a manutenção da produtividade tendo em vista que eventos não-controláveis podem ocorrer; Sustentabilidade é a capacidade de um agroecossistema manter sua produtividade quando exposta a um grande distúrbio; Equidade é definida como a distribuição da produtividade do agroecossistema; Autonomia é adicionada como uma quinta propriedade, esta



considerada como a capacidade do agroecossistema manter-se ao longo dos anos independente de oscilações externas.

### **1.2.6 Agroecossistemas e a Qualidade do Solo**

Várias definições de qualidade do solo são encontradas na literatura. Alguns autores indistintamente usam o termo “qualidade do solo” e “saúde do solo”. No entanto, alguns pesquisadores fazem alguma distinção entre ambos, considerando saúde do solo como uma subcategoria de qualidade do solo e enfatizando que o enfoque principal na mesma está associado com propriedades orgânicas e outras mais dinâmicas do solo. Este último conceito de qualidade do solo permite uma visão dos solos mais ampla, como o componente chave para, de forma sustentada, suportar todos os ecossistemas terrestres (Gregorich, 2002).

Segundo Larson (1991), há uma definição funcional de qualidade do solo, como “a capacidade de servir uma função dentro dos limites de um ecossistema e de interagir positivamente como ambiente externo àquele ecossistema”. Ao desdobrar esta definição, seus autores expõem que o termo qualidade do solo descreve o quão eficientemente os solos: recebem, retêm e liberam nutrientes e outros constituintes químicos para plantas, recebem, retêm e liberam água para as plantas, promovem e mantêm o crescimento das plantas, mantêm favorável o habitat da biótica do solo, respondem ao seu manejo e resistem a sua degradação.

A qualidade do solo é definida como sendo a capacidade desse solo em desempenhar a sua função em um agroecossistema para suportar plantas e animais, resistir à erosão e reduzir impactos negativos associados aos recursos água e ar segundo (Karlen, 1994).

Segundo Doran & Park (1996) a qualidade do solo para ser definida depende de uma série de fatores externos tais como a utilização dos solos e práticas de manejo dos ecossistemas e das interações ambientais, dos fatores sócio-econômicos e das prioridades políticas.

Enquanto a proteção da qualidade do solo deve ser a prioridade número um, frequentemente torna-se necessário tentar restaurar a qualidade de solos já degradados. Alguns solos possuem suficiente resiliência (capacidade de recomposição) para se recuperarem de degradações leves por tão somente deixando-os em processo de revegetação natural. Em outras situações, contudo, esforços bem maiores devem ser despendidos para tentar restaurar solos que já foram intensamente degradados. A tarefa

de restauração do solo é parte essencial desses esforços, requerendo um profundo conhecimento de todos os aspectos do ecossistema solo para poder realizá-la (Brady e Weil, 2002).

De acordo com Islam & Weil (2000), a qualidade do solo, sendo um estado funcional complexo, não pode ser mantida diretamente, mas pode ser inferida a partir de propriedades do solo designadas como propriedades indicadoras de qualidade do solo.

Segundo Gregorich (2002), indicadores de qualidade do solo são necessários de modo que eles abranjam a variação integral das suas propriedades físicas, químicas e biológicas, reflitam suas funções, sejam fáceis de serem medidos para uma gama de usuários e sob as mais variadas condições de campo e respondam às mudanças de clima e manejo. A avaliação da qualidade do solo é importante estratégia no planejamento agrícola, possibilitando a identificação e o aprimoramento de sistemas de manejo com características de alta produtividade e de preservação ambiental.

Para a qualidade do solo, de forma que possam ser sugeridas modificações nos sistemas de manejo avaliação em utilização pelos agricultores a tempo de evitar a sua degradação, é necessário definir atributos do solo e do ambiente sensíveis ao manejo e de fácil determinação. A proposta atual é a definição de um conjunto mínimo de atributos químicos, físicos e biológicos, que acompanhados ao longo do tempo, são capazes de detectar as alterações da qualidade do solo em função do manejo (Peixoto, 2008).

### **1.2.7 Avaliação da Qualidade do Solo**

Todas as características e propriedades do solo devem ser levadas em consideração. Os indicadores de qualidade do solo são necessários para abranger a variação integral das suas propriedades físicas, químicas e biológicas, reflitam suas funções, sejam fáceis de serem medidos para uma gama de usuários e sob as mais variadas condições de campo e respondam às mudanças de clima e manejo. As práticas de manejo de solo usadas na produção agrícola usualmente resultam em degradação da estrutura ou em perturbação dos processos do solo que ajudam a manter os ecossistemas naturais em equilíbrio. (Hudson, 2003).

Segundo Singer and Ewing (2000) na utilização agrícola dos solos, em uma paisagem, nunca se deve deixar de considerar os fatores que afetam a sua qualidade, visto que muitos autores consideram a qualidade do solo como um subconjunto desta.

Para avaliar o efeito de diferentes usos do solo sobre a sua qualidade, deve-se monitorar, ao longo de vários anos, as seguintes propriedades: carbono total da biomassa microbiana, biomassa microbiana ativa, respiração basal, carbono orgânico total, nitrogênio total, taxa de amonificação, nitrogênio potencialmente mineralizável, estabilidade de macro-agregados, pH do solo, macroporosidade e densidade do solo (Hudson,2003). Assim para a avaliação da qualidade do solo, de forma que possam ser sugeridas modificações nos sistemas de manejo em utilização pelos agricultores a tempo de evitar a sua degradação, é necessário definir atributos do solo e do ambiente sensíveis ao manejo e de fácil determinação. A proposta atual é a definição de um conjunto mínimo de atributos químicos, físicos e biológicos, que, acompanhados ao longo do tempo, são capazes de detectar as alterações da qualidade do solo em função do manejo (Peixoto,2008).

Para definir a qualidade do solo e chegar a um consenso, no que diz respeito aos critérios específicos requeridos à avaliação, tem sido uma tarefa muito difícil. Isto reflete a diversidade nas características e propriedades do solo que devem ser consideradas no trato da qualidade do solo, em função de inúmeros usos alternativos deste importante recurso natural. A habilidade ou capacidade de desempenhar uma função desejada é freqüentemente dependente de um ou mais dos vários processos dinâmicos, físicos, químicos e biológicos que ocorrem nos ecossistemas de solo. Tais processos incluem a lixiviação de nutrientes e poluentes através do solo, até as águas subterrâneas, o processo de erosão do solo, as trocas entre ar e água que influenciam a habilidade do solo de desempenhar sua função e a decomposição e síntese da matéria orgânica. Nem sempre é possível medir as taxas destes processos, mas se podem medir propriedades específicas que são indicativas das mesmas. Pode-se também usar tais medições em modelos de simulação para predizer futuras mudanças nas taxas de processos e, decorrente disso, na qualidade do solo. As propriedades medidas para considerar a qualidade do solo são denominadas de indicadores, sendo assim um conjunto de propriedades determinam a qualidade e saúde do solo para a sustentabilidade (Brady e Weil, 2002).

Estes e muitos outros esforços para avaliar indicadores de qualidade do solo demonstram não somente o interesse, mas também a dificuldade de se definir qualidade do solo, assim o componente crítico aparentemente ausente em muita de tais investigações sobre qualidade do solo é uma arquitetura útil de trabalho para poder

combinar as várias propriedades físicas, químicas e biológicas do solo em um único índice geral ou em índices específicos de qualidade do solo (Karlen e Stott, 1994).

## **1.2.8 Indicadores de Qualidade do Solo**

### **1.2.8.1 Indicadores Físicos:**

O solo, por ser um meio extremamente heterogêneo, apresenta características e comportamento diversos, podendo manifestar interações complexas entre seus constituintes como resposta às diferentes técnicas de manejo e ou variações ambientais. Os atributos físicos do solo são de extrema importância para o desenvolvimento das plantas, devido ao fato de seus constituintes sólidos interagirem com os fluidos água, e ar, essenciais para as plantas (Melloni et al.,2008). Dentre os indicadores físicos pode-se destacar:

#### **- Distribuição de tamanho e estabilidade de agregados**

A estabilidade de agregados é importante para a retenção e transporte de água e agroquímicos, camada do solo e enraizamento para estimativa do potencial de produtividade e de erosão e normalização das variações paisagísticas e geográficas. Nisso de acordo com Dufranc et al (2004) o estado de agregação do solo é de grande importância para as atividades agrícolas, uma vez que está relacionado com a aeração do solo, desenvolvimento radicular, suprimento de nutrientes, resistência mecânica do solo à penetração, retenção e armazenamento de água. Então os agregados que são formados por compostos de partículas primárias como a areia, silte, argila e matéria orgânica. A agregação estável proporciona uma potencialização à capacidade de armazenamento de água, diminuição das perdas de nutrientes, acumulando matéria orgânica no solo.

Segundo Pedrotti & Mello Júnior (2009) a fertilidade física do solo depende da estrutura formada por agregados estáveis em água, dos colóides produzidos por bactérias, de filamentos de algas e hifas de fungos.

## **- Densidade do solo**

A densidade do solo é uma propriedade física que reflete o arranjo das partículas do solo, que por sua vez definem as características do sistema poroso, sendo um importante indicativo das condições de manejo e, conseqüentemente, da porosidade, da permeabilidade e capacidade de armazenamento de água pelo solo. Além de ser um indicador da qualidade, a densidade é utilizada para determinar a quantidade de água e de nutrientes que existe no perfil do solo com base no volume, além de apresentar estreita correlação com a umidade do solo (Melloni et al., 2008).

O aumento do conteúdo volumétrico de sólidos traduz-se em aumento da densidade do solo e drástica redução da macroporosidade, da quantidade de água prontamente disponível à planta, e da aeração. Essas alterações, além de favorecerem a formação de ambiente redutor, com possibilidade de profundas alterações químicas, comprometem a infiltração de água e a penetração das raízes, tornando os solos mais suscetíveis à erosão (Borges et al., 1999).

Quando um solo não saturado é submetido à determinada pressão, ocasionando redução de volume com conseqüente aumento de densidade, ocorre o processo de compactação do solo. O arranjo estrutural do solo, a consistência, a porosidade total, o número e tamanho dos poros e a difusão de gases são afetados pela compactação, que por conseqüência, afeta o crescimento das raízes. Em termos práticos, o uso intensivo de máquinas, vem tornando comuns os problemas de compactação em solos agrícolas (Foloni et al., 2003).

## **- Resistência Mecânica do solo à Penetração**

A resistência do solo à penetração refere-se à resistência oferecida pela matriz do solo contra a deformação provocada pelo crescimento das raízes. Com a elavação da resistência do solo à penetração, a força exercida pelas raízes, necessária pelo deslocamento das partículas do solo, se torna limitante, e o crescimento no solo é reduzido (Silva & Giarola, 2001).

A resistência mecânica do solo à penetração é devida a dois fatores: a) compressão das partículas primárias e b) fricção entre as partículas primárias e agregados durante o movimento relativo da raiz ou, melhor, a resistência à penetração é

resultante de forças oriundas da compactação que é definida pela densidade do solo, do teor de água e da textura do solo (Rosolem et al., 1999).

Os parâmetros de compressibilidade são influenciados pelo conteúdo de água do solo, verificando-se que, à medida que aumenta a umidade do solo, diminuem os valores da pressão de pré-compactação e aumenta o índice de compressão do solo, indicando menor capacidade de suporte de carga e maior compressibilidade do solo, respectivamente. A resistência à penetração teve grande variação temporal e foi associada à variação da umidade do solo para cada condição de densidade do solo ou estado de compactação. A compactação modifica o comprimento, diâmetro e distribuição das raízes de milho no solo, que por sua vez pode interferir no crescimento e na taxa de absorção de nutrientes e água pela raiz. A distribuição espacial das raízes tem efeito na absorção de água, porque a absorção se dá em um raio médio de 2 cm. O nível de água no solo é o principal fator que afeta a taxa de crescimento da raiz de milho (Júnior & Reinert, 2004). Rosolem et al. (1999) constataram que o conteúdo de água no solo afeta a relação entre resistência do solo à penetração e o alongamento da raiz.

Na avaliação da resistência mecânica à penetração de raízes no solo, têm sido utilizados, na maioria das pesquisas, estudos de penetrometria por causa da facilidade e rapidez na obtenção dos resultados, apesar das diferenças entre uma raiz e um cone metálico. Além disso a dependência dos resultados, em relação ao teor de água e densidade do solo, dificulta sua interpretação (Klein et al., 1998).

A resistência do solo à penetração de um cone penetrômetro é como a taxa de infiltração da água, um indicador secundário de compactação do solo e não é uma medição física direta de qualquer condição específica do solo. O mais importante destes fatores é o teor de umidade do solo, densidade do solo não pode ser acuradamente inferida pela leitura de penetrômetro se os teores de umidade não são conhecidos (Mantovani, 2004).

Segundo Pedrotti & Mello Júnior (2009) a preocupação de técnicos e produtores é de como proceder, em condições de campo, para quantificar o montante de áreas com limites de resistência capazes de causarem perdas no rendimento, onde atualmente isso já é possível com rapidez e agilidade utilizando ferramentas como o penetroLOG e programas computacionais.

A relação entre resistência do solo e densidade, varia de solo para solo e, para um determinado solo, com o teor de umidade. Mesmo quando o mesmo teor de umidade é usado, a relação das leituras de cone penetrômetro e densidade do solo podem ser

diferentes entre um solo compactado em condições de campo (Mantovani, 2004). Segundo Lara & Lança (2005) os valores de umidade do solo no momento da avaliação da resistência do solo à penetração nos sistemas estudados encontram-se dentro, e, em alguns casos, pouco abaixo da faixa de friabilidade do solo. Segundo Torres & Saraiva (1999), a faixa de friabilidade é a indicada para determinação da resistência do solo à penetração.

### **1.2.8.3 Indicadores químicos**

O uso do solo, de modo geral, vem sendo feito de forma descontrolada destacando-se o uso abusivo de fertilizantes e agrotóxicos, irrigação e drenagem não planejada, e preparo excessivo, os quais têm causado degradação química e perda de sua sustentabilidade. O monitoramento da qualidade do solo por meio de indicadores químicos tem sido frequentemente utilizado, principalmente relacionando os atributos descritos numa análise convencional de fertilidade do solo (Melloni et al., 2008). Dentre os indicadores químicos pode-se destacar:

#### **- Matéria Orgânica**

A matéria orgânica do solo representa o principal reservatório de energia para os microrganismos e de nutrientes para as plantas. O declínio ou acréscimo da matéria orgânica do solo serve para mensurar a preservação dos ecossistemas naturais e os desequilíbrios dos agroecossistemas; ou seja, é utilizado como critério na avaliação da sua sustentabilidade (Kaiser et al., 1995).

O papel da matéria orgânica na agricultura influencia à produção de alimentos saudáveis à população. Ela melhora química, física e biologicamente o solo, proporcionando maior equilíbrio nas relações entre atividade biológica, fertilidade e conservação dos solos. Nos trópicos, a sustentabilidade de um sistema agrícola está baseada no aporte de material orgânico que nele permanece e é continuamente reciclado, e somente a partir da contínua reposição é que se pode alcançar os benefícios do seu uso. A matéria orgânica se constitui, portanto, em um elemento como fonte importante de nutrientes e energia para muitos organismos, além de possibilitar benefícios como melhor estruturação e capacidade de armazenamento de água no solo,

processos fundamentais para o desenvolvimento da cultura agrícola e da biota do solo (De-Polli & Pimentel,2005).

A matéria mineral do solo pode incluir, em proporções variáveis, fragmentos de rocha, minerais primários, em resultado da fragmentação da rocha-mãe, e minerais de origem secundária, estes resultantes da alteração dos primários nomeadamente, os minerais de argila, óxidos e hidróxidos de alumínio e ferro e por vezes, carbonatos de cálcio, magnésio, entre outros. Apresentam-se na forma de fragmentos ou partículas de formas e dimensões muito variáveis desde pedras de cascalho até materiais tão finos que apresentam propriedades coloidais. Dentre outros benefícios gerados pela matéria orgânica do solo (MOS), destacam-se a melhoria das condições físicas do solo e o fornecimento de energia para o crescimento microbiano (Silva & Resck, 1997).

#### **- Cátions trocáveis e Saturação por bases**

A capacidade de troca de cátions (CTC) representa a medida do poder de adsorção e troca de cátions do solo. a CTC é a quantidade de cátions que um solo é capaz de reter por unidade de peso (Cmolc/Kg de solo). Constitui-se numa propriedade fundamental para a caracterização do solo e avaliação de sua potencialidade agrícola. A CTC pode ser estimada através do valor T, que representa a soma dos seguintes cátions trocáveis (adsorvidos):  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^{+2}$ ,  $\text{Na}^{+1}$ ,  $\text{Al}^{+3}$  e  $\text{H}^{+1}$ . Existem outros cátions trocáveis no solo, tais como:  $\text{NH}_4^{+1}$ ,  $\text{Mn}^{+2}$ ,  $\text{Cu}^{+2}$ ,  $\text{Zn}^{+2}$ ,  $\text{Fe}^{+2}$ , etc., mas considera-se que o teor dos mesmos é pequeno; para propósitos práticos o valor de CTC é aceitável, obtendo-se por soma de cátions normalmente determináveis. Do ponto de vista técnico é discutível qual a determinação mais indicada (valor T ou CTC conforme explicado anteriormente), em análises de levantamento de solos, sendo que em trabalhos feitos no Brasil é normalmente usado o valor T (Fassbender,1975).

Segundo (Cavalcante, 2007) observou-se diminuição dos valores dos atributos químicos em camada para todos os sistemas estudados, concordando com os resultados obtidos por Bayer & Mielniczuk (1997) e Souza & Alves (2003).

Segundo Frazão (2008) a saturação por bases (V%) é mais elevada quando há maior tempo de implantação dos sistemas de manejo (quatro e cinco anos), o que propicia melhores condições para o cultivo agrícola em sistemas conservacionistas.



## **- pH e acidez do solo**

O pH do solo é um parâmetro de grande importância, notadamente para os solos das regiões tropicais. Grande parte dos solos brasileiros apresenta problemas de acidez e, como principal consequência, pode ocorrer a presença de alumínio e manganês em quantidades tóxicas para as culturas. Aliada à elevada saturação de alumínio, ocorre deficiência de cálcio e magnésio, entre outros. Diante destes problemas, o sistema radicular das plantas desenvolve pouco, limitando a absorção de água e nutrientes (Melloni et al.,2008).

Os íons  $H^{+1}$  da solução do solo (Acidez Ativa), estão em equilíbrio com os  $H^{+1}$  da Acidez Potencial, segundo o mesmo princípio físico dos vasos comunicantes. Ao se neutralizar os  $H^{+1}$  da solução do solo, mais  $H^{+1}$  de formas trocáveis e não trocáveis (Acidez Potencial) passam para a solução, restaurando a Acidez Ativa. Essa tendência de resistir à mudança do seu pH constitui o Poder Tampão do Solo. O Poder Tampão será tanto maior quanto mais elevado o teor de matéria orgânica (grupos COOH) e de argilominerais e óxidos, que são fontes de  $H^{+1}$  e  $Al^{+3}$  para solução do solo. Solos arenosos e/ou pobres em matéria orgânica tem, portanto, baixo Poder Tampão. Desta forma verifica-se, que para diminuir a acidez de um solo não basta eliminar os íons  $H^{+1}$  da solução do solo, é necessário adicionar uma quantidade de corretivos suficiente para consumir também uma proporção significativa da acidez potencial e alcançar a elevação do pH a um nível desejado. Portanto, o valor pH (Acidez Ativa), é apenas uma estimativa da acidez do solo, sendo necessário também conhecer a acidez potencial para a adoção de medidas mais adequadas à sua correção (Fassbender,1975).

### **1.2.8.3 Indicadores microbiológicos**

Indicador microbiológico pode ser definido como uma espécie de microorganismo ou grupo de microorganismos que indicam, pela sua presença e atividade numa determinada área, a existência de uma condição ambiental específica (Melloni et al.,2008).

Segundo Turco et al.(1994) os organismos do solo contribuem para a manutenção da qualidade do solo, na medida em que controlam a decomposição de materiais vegetais e animais, incluindo os dos ciclos biogeoquímicos, fixação de

nitrogênio, a formação da estrutura do solo, bem como o destino dos insumos orgânicos aplicado ao solo. Dentre os indicadores microbiológicos pode-se destacar:

#### **- Biomassa microbiana**

A biomassa microbiana é definida como a parte viva da matéria orgânica do solo, incluindo bactérias, actinomicetos, fungos, protozoários, algas e microfauna, excluindo-se raízes de plantas e animais do solo maiores do que  $5 \times 10^3 \mu\text{m}^3$ . A biomassa microbiana contém em média 2 a 5 % de C orgânico (Jenkinson & Ladd, 1981).

É amplamente conhecida a importância dos organismos edáficos na ciclagem de nutrientes necessários para crescimento de plantas e animais, além da sua atuação na manutenção das condições físico-químicas e fertilidade do solo (Andréa, 2004).

A vegetação influencia diretamente a biomassa microbiana e, por isso, a sua eliminação ocasiona uma drástica queda do carbono da biomassa (Silveira et al., 2006). Como a avaliação da biomassa microbiana é relativamente rápida quando comparada à avaliação direta da produtividade agrícola, esta pode ter enorme aplicação na avaliação da qualidade de solo. Nem sempre há correlações entre biomassa e a comunidade microbiana em estudo. No entanto, estudos referenciados por Silveira et al. (2006) mostram que solos degradados ou contaminados por metais pesados, mostraram haver correlações significativas entre biomassa e atividade microbiana de fungos e bactérias no solo, onde a degradação da matéria orgânica é uma propriedade de todos os microrganismos heterotróficos e seu nível é comumente utilizado para indicar a atividade microbiana do solo. Assim a atividade microbiana é utilizada como uma maneira de melhor entender os processos de mineralização e visualizar mais profundamente a intensidade dos fluxos de energia no solo. A respiração microbiana representa grande potencial de utilização como indicador da qualidade de solos em áreas degradadas, relacionando-se com a perda de carbono orgânico do sistema solo-planta para a atmosfera, reciclagem de nutrientes, resposta a diferentes estratégias de manejo do solo (Silveira et al. 2006).

## **- Respiração basal e Quociente metabólico**

A respiração microbiana apresenta grande potencial de utilização como indicador da qualidade de áreas degradadas, relacionando-se como a perda de carbono orgânico do sistema solo-planta para a atmosfera, reciclagem de nutrientes, resposta a diferentes estratégias de manejo do solo. O quociente metabólico é considerado muito importante na avaliação dos efeitos das condições ambientais sobre a atividade microbiana do solo, sendo referido como taxa de respiração específica da biomassa. Distúrbios no solo causam uma elevação do quociente metabólico, enquanto o período de sucessão primária e desenvolvimento do ecossistema durante a sucessão secundária promovem redução desta relação (Molloni et al.,2008).

### **1.2.9 Qualidade do Solo em Relação à Mecanização**

Solos submetidos a uma carga ou pressão sofrem redução de volume em decorrência da deformação e rearranjo das partículas sólidas e do deslocamento de água e ar presentes nos poros. Na verdade, o que ocorre é uma redução na porosidade, principalmente no volume de macroporos, justamente os que mais contribuem para a infiltração e aeração (Rezende, 1977).

A mecanização agrícola é um componente básico na maioria das estratégias de desenvolvimento rural e no aumento da produtividade. No entanto, sua introdução desordenada sem adaptação prévia aos diferentes tipos de solos, pode ocasionar uma rápida e contínua degradação desse recurso natural (Siqueira,1999).

A compactação do solo é provocada pelo intenso tráfego de máquinas e implementos agrícolas que provocam pressões na superfície do solo, especialmente quando estas operações são feitas em condições de solo úmido e continuamente na mesma camada. Tais situações têm contribuído para a formação de duas camadas, uma superficial e outra subsuperficial compactada como pé-de-grade (Prado et al., 2002).

A compactação do solo é um processo que leva ao aumento de sua resistência mecânica, redução da porosidade, da continuidade de poros, da permeabilidade e da disponibilidade de nutrientes e água. Esse processo afeta o crescimento e o desenvolvimento radicular, aumenta a densidade do solo, as perdas de nitrogênio por desnitrificação, o consumo de combustível das máquinas no preparo dos solos compactados e aumenta a erosão do solo pela menor infiltração de água. Por diminuir a

macro-porosidade, a água retida nos microporos permanece sob altas tensões e consequentemente indisponível para as plantas (Kertzmann, 1996).

A compactação do solo pode causar redução de até 60% do crescimento radicular de algumas espécies. Entre as modificações morfológicas nas raízes provocadas pela restrição ao crescimento estão o aumento do diâmetro e a diminuição do comprimento tornando-as tortuosas (Prado et al., 2002).

A utilização de espécies com diferentes características de sistema radicular que podem ser incluídas em sistemas de sucessão, é de extrema importância para o planejamento da recuperação de áreas fisicamente degradadas. Muitas vezes, a consorciação de duas ou mais sucessão adequada de culturas é capaz de melhorar as características físicas de solos degradados (Teixeira et al., 2003).

Os efeitos mais comuns de um sistema de mecanização ineficiente é a compactação do solo, principalmente abaixo da camada arável, e a excessiva pulverização da camada arável, a compactação reduz a infiltração de água da chuva que passa a escorrer na superfície, carregando as partículas do solo, além disso, pode dificultar o crescimento radicular em camadas mais profundas, sendo assim, as causas mais comuns desse fenômeno estão no mau uso de máquinas e implementos agrícolas, seja pelo uso excessivo, seja pelo uso continuado do mesmo implemento, ou mesmo pelo emprego de um implemento impróprio (Goedert & Lobato, 1988).

#### **1.2.10 Sistemas de Manejo do solo**

O solo tem um importante papel no meio ambiente, onde funciona como integrador ambiental e reator, acumulando energia solar na forma de matéria orgânica, reciclando água, nutrientes e outros elementos e alterando compostos químicos (Lavkulich, 1995). Acrescente-se que o solo tem importante função ecológica, influenciando de forma positiva a qualidade ambiental e o funcionamento global da biosfera.

Segundo Pedrotti & Mello Júnior (2009) o manejo do solo tem por finalidade proporcionar para as plantas o suprimento adequado de ar, água e nutrientes, e esse componentes são influenciados pelas ações do preparo e mobilização do solo que modificam a sua estrutura.

A busca de sistemas sustentáveis na agricultura é um desafio pós-Revolução Verde que se intensificou pela crescente demanda da sociedade com relação a

preservação do meio-ambiente e da qualidade dos alimentos. Desde a década de 1980 a sustentabilidade na agricultura tem sido estudada segundo três dimensões: ecológica, econômica e social. A conjugação de um bom desempenho nesses três eixos de forma contínua ao longo do tempo é o que confere sustentabilidade a um sistema de produção (Lanillo et al.2008).

Em condições naturais, o solo coberto pela vegetação é pouco sujeito a processos de degradação, refletindo uma condição de equilíbrio ambiental da qual é um componente e a cobertura outro. Uma alta capacidade de infiltração garante a penetração rápida de água no solo, que pode, em seguida, percolar lentamente através do regolito, material no qual a água infiltra com velocidade muito menor, garantindo o suprimento dos aquíferos a longo prazo. Um componente fundamental do solo, a matéria orgânica, material estranho nas rochas, tem origem no processo da fotossíntese, que transforma gás carbônico, oxigênio, hidrogênio e nutrientes minerais em compostos orgânicos de vegetais clorofilados. Dois importantes elementos químicos, não existente no material de origem dos solos, carbono e nitrogênio, são incorporados na matéria orgânica, na forma de compostos orgânicos, ao longo do tempo de desenvolvimento do solo. Ressalta, nessa descrição, o papel mediador do solo nos ciclos vitais do carbono e do nitrogênio e no ciclo da água (Raij, 2004).

A habilidade das plantas em explorar o solo em busca de fatores de crescimento, depende grandemente da distribuição de raízes no perfil, que por sua vez, são dependentes das condições físicas e químicas, as quais são passíveis de alterações em função do manejo aplicado. A erosão é outro fenômeno presente no solo, altamente dependente do manejo. Portanto, o manejo do solo pode afetar , num grau variado, tanto características intrínsecas quanto extrínsecas do solo, em que a compactação tem papel de destaque (Kertsmann, 1996).

### **1.2.10.1 Sistema de Cultivo Convencional**

O sistema de cultivo convencional é basicamente realizado em duas etapas, que são o preparo primário e o secundário. O preparo primário consiste numa operação mais grosseira, realizadas com arados ou grades pesadas, que visam afrouxar o solo, além de ser utilizado também para incorporação de corretivos, fertilizantes, resíduos vegetais e plantas daninhas ou para descompactação. Na segunda etapa, preparo secundário, faz-se

à operação de nivelamento da camada arada com gradagens ditas de nivelamento do terreno (Alvarenga et al, 2002).

As alterações no solo provocadas pelo preparo convencional, principalmente as que envolvem as características físicas e químicas do solo, como a alteração na distribuição dos agregados estáveis em água, a densidade do solo, a taxa de infiltração no solo e a distribuição de nutrientes e corretivos no perfil do solo, é uma função da intensidade das operações, que em níveis elevados causam a desestruturação do solo nas suas diferentes camadas (Pedrotti,1996).

A presença de uma estrutura maciça adensada na camada superficial é comum em áreas cultivadas intensivamente e a bibliografia pertinente tem demonstrado que nelas os valores de densidade do solo são mais elevados, a aeração é prejudicada bem como a penetração e a proliferação de raízes. Para solucionar o problema de forma imediata, os agricultores têm utilizado, como rotina de preparação do solo para o plantio, a subsolagem precedendo a outras operações convencionalmente utilizadas (Castro Filho et al., 1993).

O uso exclusivo da grade de discos provoca pulverização superficial, expõe à ação das chuvas, fraciona os agregados e reduz o teor de matéria orgânica (Corsine & Ferraud, 1999). Conseqüentemente diminui a resistência do solo à erosão, além do adensamento subsuperficial do solo, afetando a difusão do oxigênio e por conseqüência prejudica o desenvolvimento radicular das culturas. Reduz ainda o movimento vertical da água no solo impedindo que, em períodos secos, a água do subsolo atinja o sistema radicular das plantas. Já nos períodos de chuvas intensas, pela baixa velocidade de infiltração nesta camada, ocorre a saturação do solo na camada superficial pulverizada, a qual, facilita a erosão.

De maneira geral, os resultados não têm sido satisfatórios do ponto de vista da melhoria das condições físicas dos solos e poucas são as informações sobre tais efeitos no desenvolvimento radicular do milho. De acordo com Corsini (1993), quanto mais degradada a estrutura natural do solo maior a necessidade de mobilização, e quanto mais degradada a estrutura natural do solo maior a necessidade de mobilização, e quanto mais mobilizado pior a sua estrutura.

O cultivo intensivo e a freqüente exposição do solo à ação direta das gotas de chuva promovem rápida degeneração das propriedades físicas da camada superficial e acarretam reflexos no desenvolvimento das culturas. Os freqüentes ciclos de umedecimento e secagem reorganizam, segundo Carvalho et al. (1999), as partículas do

solo, e disto resulta a formação de uma camada superficial endurecida, que parece ser causadora, dentre outros problemas, da redução de estande da cultura, o que irá acarretar menor produtividade.

Se o cultivo intensivo é responsável pela degradação da estrutura do solo, facilitando a ação dos elementos do clima, homem e máquinas, sua redução com o acúmulo de resíduos orgânicos na superfície do solo provavelmente irá reverter tal situação. Segundo Dexter (1988), as práticas naturais podem ser mais satisfatórias do que o preparo mecânico do solo para melhorar sua estrutura.

#### **1.2.10.2 Sistema de Cultivo Mínimo**

No sistema de cultivo mínimo utiliza-se a quantidade mínima de operações, desde o preparo do solo até os tratamentos culturais, necessários para criar condições à germinação da semente e o estabelecimento da cultura (Curie et al., 1993). Este sistema consiste na mobilização suficiente e necessária para o estabelecimento e desenvolvimento da cultura. Em geral, é realizado com duas gradagens leves, envolvendo assim uma menor mobilização do solo quando comparado ao sistema convencional (Pedrotti, 1996).

No sistema de cultivo mínimo utiliza-se a quantidade mínima de operações desde o preparo do solo até os tratamentos culturais, necessários para criar condições à germinação da semente e o estabelecimento da cultura (Curi et al., 1993).

O preparo do solo através do método cultivo mínimo pode contribuir para a redução dos processos erosivos e manutenção da fertilidade natural dos solos, favorecendo consideravelmente a sua estrutura, além de proteger contra o impacto das gotas de chuva, em função do acúmulo da fitomassa após a colheita da cultura (Silva et al., 2006).

#### **1.2.10.3 Sistema de Cultivo Plantio Direto**

O plantio direto (PD) consiste na semeadura direta sem qualquer apuração de preparo do solo, através de semeadeiras especiais que, operando sobre os restos da cultura anterior, efetuam uma pequena movimentação do solo, apenas nos sulcos, onde são distribuídas as sementes e o adubo suficientes para dar uma boa cobertura e

germinação das sementes. O controle de ervas daninhas antes e depois da semeadura é efetuado através de uso de herbicidas (Calegari et al., 1993).

As propriedades de agregação do solo, responsáveis pela porosidade, que por sua vez favorece a infiltração de água, a aeração e a penetração de raízes, em grande parte devem-se à matéria orgânica. Também a reciclagem de nutrientes, com destaque para nitrogênio, enxofre e fósforo são afetados pela matéria orgânica. Mesmo reconhecida como importante na agricultura, tem sido difícil evitar a redução gradativa de matéria orgânica no solo. Isso porque o teor de matéria orgânica no solo é resultado do equilíbrio entre adições de resíduos orgânicos e perdas por decomposição. Em geral as adições são menores na agricultura que sob a cobertura vegetal natural, principalmente de floresta em solos de alta fertilidade natural. Além disso, a aração e a gradagem expõem o solo à oxidação, além de erosão, e dessa forma, também favorecem a perda de matéria orgânica do solo, e manter o solo sempre coberto, com vegetação, ou palha, entre cultivos. (Cruz et al., 2002).

No sistema de plantio direto, os restos culturais, permanecem sobre a superfície do solo, promovendo o acúmulo de matéria orgânica e de resíduos na camada superficial denominadas de cobertura morta. Esta cobertura reduz as flutuações térmicas e hídricas do solo (Vieira, 1981).

A formação e manutenção de uma cobertura morta fornecem proteção contra o impacto das gotas de chuvas, reduzindo o escoamento superficial, o transporte de sedimentos e, conseqüentemente, a erosão. Atua ainda na proteção do solo contra o efeito dos raios solares, reduzindo a evaporação, a temperatura e a amplitude térmica do solo, e contra a ação de ventos. Com a sua decomposição, incorpora matéria orgânica ao solo, necessária a uma maior e mais rica atividade microbiana, o que permite maior reciclagem de nutrientes (Cruz et al., 2002).

A presença de uma camada de palha sobre a superfície do solo exerce um papel importante no controle das plantas daninhas, primeiramente devido ao efeito físico que limita a passagem de luz, criando dificuldades para que haja a germinação das sementes e pela barreira que forma, dificultando o crescimento inicial das plântulas. Outra possibilidade é através dos efeitos alelopáticos oriundos da decomposição da fitomassa ou exsudação das raízes, que liberam substâncias que vão exercer algum tipo de efeito inibitório nas sementes, impedindo a germinação, ou nas plantas, interferindo em algum processo do seu desenvolvimento, de tal modo que o crescimento é retardado ou paralisado, havendo casos em que ocorre a morte da planta (Alvarenga et al., 2002).



### 1.2.11 Cultura do Milho-doce

O milho é uma das culturas de grande importância mundial na produção de grãos, atingindo no decorrer da sua evolução extraordinário grau de especialização, manifestando sobre tudo pelos seus órgãos de reprodução, sendo um dos cereais mais cultivados em todo mundo, devido sua adaptação a diversos tipos de clima e solo, como também pelo seu teor de proteína e amido, conferindo-lhe grande importância na alimentação humana e de animais domésticos, além de constituir-se fonte de matéria prima básica para uma enorme quantidade de produtos industriais. (Pork Wold,2001).

A cultura do milho tem grande importância econômica e social em nosso país. Seus produtos como grãos, matéria verde fresca, amido, amilose, xarope de glicose e maltodextrinas são utilizados na alimentação humana, diretamente ou após a industrialização (Pork Wold,2001).

O milho-doce, utilizado principalmente como milho verde, tanto in natura como para processamento, difere do milho comum, não por suas características taxonômicas, mas pelo alto teor de açúcares e baixo teor de amido, ambos resultantes da ação de genes recessivos individuais ou associados em combinações duplas ou triplas (Paiva et al.,1992).

O milho-doce (*Zea mays L.*) vem sendo consumido em diversos países na forma de grãos cozidos e envasados ou em forma de espiga cozida (in natura ou congelada). No Brasil várias agroindústrias fomentam a produção e comercializam o milho-doce enlatado (conserva). Na região Nordeste, este produto, principalmente na forma de espiga, possui importância econômica devido ao expressivo consumo regional e a utilização como matéria prima de muitos pratos da culinária local; identificando-se aí o grande nicho econômico desta cultivar (Pedrotti,2003).

Para instalar uma lavoura de milho com alta produtividade e correspondente rentabilidade é necessário tomar uma série de decisões no planejamento da lavoura. A tecnologia disponível para a produção é um fator muito importante na seleção da cultivar a ser plantada. Para a obtenção de uma alta produtividade é fundamental ter conhecimento sobre a cultura, respeitar as exigências de clima e solo e saber implementar estratégias racionais de manejo, que são básicas para que a cultivar

escolhida possa expressar todo seu potencial produtivo e assim propiciar a rentabilidade esperada. (Correio Agrícola,2004).

Segundo Cruz et al.(2007) uma vez que o plantio direto altera as condições químicas, físicas e biológicas do solo, elas também afetarão o desenvolvimento das plantas e a produtividade. O cultivo do milho em sistemas conservacionista como o plantio direto tem sido observado maior concentração das raízes das plantas de milho na camada superior do solo em plantio direto, comparado com o convencional. Porém, quanto maior o tempo de adoção do sistema plantio direto, ou seja, com rotação de culturas, melhor será a distribuição do sistema radicular em camada, caracterizando um melhor aproveitamento do volume de solo explorado, levando sempre em consideração o tipo de solo, as condições climáticas de cada local e o nível de fertilidade de cada área avaliada.

### **1.2.12 Sucessão de Culturas**

Na implantação e condução do sistema de plantio direto de maneira eficiente é indispensável que o esquema de sucessão de culturas promova, na superfície do solo, a manutenção permanente de uma quantidade mínima de palhada que nunca deverá ser inferior a 4 T/ ha de fitomassa seca (Cruz et al., 2002).

Alguns fatores como solo, temperatura e disponibilidade de água podem apresentar-se limitantes para a implantação e o bom desenvolvimento das espécies a serem utilizadas para produzir uma quantidade significativa de material vegetal e proporcionar uma boa cobertura do solo. Uma alternativa para contornar esse problema é a prática da adubação verde, além de suprir nutrientes, os adubos verdes podem aumentar o conteúdo de matéria orgânica e melhorar as condições físicas, químicas e biológicas dos solos (Monegat,1991).

Segundo Albuquerque et al.(2005) a recuperação de solos degradados por meio do uso de plantas de cobertura foi mais efetiva quando estas foram associadas ao preparo reduzido, evidenciando a importância de sistemas de manejo com baixo revolvimento e alto aporte de resíduos vegetais.

As leguminosas têm comumente sido utilizadas como adubo verde, devido à sua rusticidade, elevada produção de matéria seca, sistema radicular profundo e simbiose com bactérias fixadoras do nitrogênio atmosférico (Araújo &Almeida, 1993).

A crotalaria, porém, que possui a maior proporção de sua fitomassa no caule, altamente lignificado e fibroso, a relação C/N (carbono/nitrogênio) poderá ser acima de 25, valor considerado próximo ao equilíbrio entre os processos de mineralização e imobilização (Monegat, 1991).

Segundo Júnior & Coelho (2008) a crotalaria além de contribuir significativamente para a fixação biológica do nitrogênio, destaca-se na produção de fitomassa podendo proporcionar prolongada cobertura do solo. O emprego de leguminosas para cobertura do solo em sistema de plantio direto é uma alternativa para o suprimento parcial ou total de nitrogênio. Além do suprimento de nitrogênio, a cobertura do solo por essas espécies pode determinar aumento no rendimento das culturas comerciais, considerando a manutenção da umidade do solo, a diminuição das temperaturas máximas, da amplitude térmica, a reciclagem de nutrientes como fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre.

Observou-se uma ação direta das culturas na formação e estabilização dos agregados, tendo ocorrido estabilidade maior em sistemas de cultivo que aportavam material orgânico e cobriam o solo durante o ano todo. As seqüências de culturas influenciaram diferenciadamente a agregação do solo, dependendo da época do ano e tempo de estabelecimento dos sistemas de culturas. As seqüências de culturas com sucessão de gramíneas com leguminosas apresentaram maior agregação (Wohlenberg, 2004).

### **1.2.13 Plantas de Cobertura do Solo**

A elevação dos preços dos insumos básicos, principalmente dos fertilizantes dependentes do petróleo, e a queda da produtividade das culturas, decorrentes do mau uso do solo, evidenciam hoje a necessidade de buscar alternativas tecnológicas que, sem onerar o produtor, tornem possível o aumento da fertilidade do solo, como forma de melhor aproveitar e até melhorar os recursos naturais. Uma das técnicas capazes de possibilitar substancial economia de fertilizantes, principalmente os nitrogenados, e proteger o solo contra insolação excessiva, evaporação rápida da água e reciclagem de nutrientes é o uso de plantas de cobertura do solo (Oliveira et al., 2002).

As espécies vegetais mais adequadas para cobertura de solo são geralmente reconhecidas pela sua velocidade de crescimento, capacidade de adsorver íons H<sup>+</sup>, fixar

N atmosférico (Pavan & Chavas, 1998). As leguminosas naturalmente dispensam o uso de fertilizantes nitrogenados, pois obtêm o nitrogênio da relação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, embora algumas leguminosas utilizadas como planta de cobertura do solo sejam pouco exigentes em nutrientes, o processo de fixação biológica do nitrogênio é muito dependente de fósforo (Barreto & Fernandes, 2001).

As plantas de cobertura poderão ser implantadas em cultivo singular ou em associações. Pode-se fazer uso do consórcio de gramíneas + leguminosas, ou gramíneas + crucíferas ou ainda, misturar duas, três ou mais espécies, que além de apresentarem um importante efeito melhorador das características físicas do solo (agregação, estruturação), produzem resíduos com relação média de C/N, favorecendo a mineralização paulatina do nitrogênio, além de promoverem ao longo dos anos um maior equilíbrio e acúmulo de carbono no perfil do solo (Calegari & Medeiros, 2001).

### **1.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os Agroecossistemas dos Tabuleiros Costeiros Sergipano apesar de apresentarem algumas limitações das condições naturais como camada coesa, distribuição irregular das chuvas e evapotranspiração elevada, quando trabalhado com sistemas de cultivo conservacionistas como o plantio direto e cultivado com culturas como o milho doce (*Zea mays L*) que tem alta relação C/N em sucessão a plantas de cobertura como a crotalária (*Crotalaria juncea*) e guandu (*Cajanus cajan*) que têm baixa relação C/N mas outras vantagens como fixação biológica do nitrogênio atmosférico, pode proporcionar a melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, garantindo alta produtividade de milho doce (*Zea mays L*), expresso pelo potencial genético da cultura, atendendo às condições técnicas, econômicas e ambientais como potencial alternativo para o agricultor nos Tabuleiros Costeiros Sergipano.

### **1.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS**

ALBUQUERQUE, J.A; ARGENTON, J; BAYER, C; WILDNER, Leandro. P; KUNTZE, M. A. G. Relação de atributos do solo com a agregação de um Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de verão para cobertura do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* vol.29 no.3 Viçosa May/June 2005

- ALBUQUERQUE, J.A; REINERT, D.J; FIORIN, J.E; RUDELL, J.;PETRERE,C.& FONTINELLI,F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*.v19.Viçosa,1995.p115-119.
- ALTIERI, M. A. *Agroecology the science of sustainable agriculture*. Boulder: westview Press, 1996.
- ALVARENGA, R.C,REINERT,D.J,NOVOTNY,E.H, *Cultivo do Milho: Preparo Convencional do Solo*, Embrapa, CNPMS, Sete Lagoas, 2002.
- ALVARENGA, R.C., CRUZ, J.C., NOVOTNY, E.H . *Cultivo do Milho: Plantas de Cobertura do Solo*. Sete Lagoas: EMBRAPA CNPMS; 2002. (EMBRAPA-CNPMS, Comunicado técnico; 41).
- ANDRÉA.M.M, MORENO.M.J.H. Comparação de Métodos para Determinação de Biomassa Microbiana em dois Solos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v28, n6,Viçosa, 2004, p 982-986.
- ANDRIOLI, F.F; BRTIN, E. G; MORAES; M; SAI, E.J. FREZZARIN; G.N; Produção de matéria seca e N Acumulado em plantas de cobertura cultivadas em pré-safra ao milho, em plantio direto in *Reuniao brasileira de manejo e conservação do solo e da água*.xvi. Santa Maria, 2004.
- AQUINO, A.M; LINHARES, R.A. *Princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável*. 1 ed.Brasília-DF: Embrapa, informação tecnologia, 2005. 517p.
- ARAÚJO, Q.R. *Solo de Tabuleiros Costeiros e qualidade de vida das populações*.Editus. Ilhéus.2000.97p.
- ARAÚJO, A.P. & ALMEIDA, D.L. Adubação verde associada a fosfato de rocha na cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*.,v28,Brasília, 1993.p245-251.
- BARRETO, A.C, FERNANDES, M.F, Recomendações Técnicas para o Uso de Adubação Verde em Solos de Tabuleiros Costeiros, Embrapa Tabuleiros Costeiros, *Circular Técnico*, Aracaju, 2001.
- BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Nitrogênio total de um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v21. Viçosa, 1997.p235-239.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; AMADO, T.J.C; MARTIN NETO, L. & FERANDES, S.A. *Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil*. Soil Till. Res., 54:101-109, 2008.
- BEUTLER, A.N; SILVA, M.L.N; CURI, N; PEREIRA,M.M; CRUZ,J.C & PEREIRA FILHO, I.A. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo Vermelho Distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos cerrados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25:167-177, 2001.
- BHATTI, A.U.; MULLA, D.J. & FRAZIER, B.E. *Estimation of soil properties and wheat yields on complex eroded hills using geostatistics and thematic mapper images*. Remote Sens. Environ., 37:181-191, 1991.
- BONA, F. D. de; BAYER, C.; BERGAMASCHI, H. & DIECKOW, J. Carbono orgânico no solo em sistemas irrigados por aspersão sob plantio direto e preparo convencional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30. Viçosa.2006. p.911-919.

- BORGES, E.N, NOVAIS,R.F, BARROS, N.F, COSTA, L.M, NEVES,J.C.L. *Respostas de Mudanças de Eucalipto a Camadas Compactadas de Solo*, Revista *Árvore*. Viçosa, 1999, p,181-195.
- BRADY, N.C; WEIL,R.P, *The Nature and Properties of Soils*, Ed Pretice Hall, New Jersey, 2002, 1000p.
- CALEGARI A. *Coberturas verdes em sistemas intensivos de produção*. IN: MERCANTE F.M (Ed) Workshop: Nitrogênio na sustentabilidade de sistemas intensivos de produção agropecuária. Ed., Dourados, MS, 2000. p. 141-153.
- CALEGARI, A; MEDEIROS, G. B. Utilização de práticas biológicas na recuperação de camadas subsuperficiais adensadas/compensadas.*Anais-Workshop*. Embrapa Tabuleiros Costeiros. 2001.p243-259.
- CASTRO, C.F, CORSINI, P.C, SOARES,D, POLITANO,W, *Acceptance of Soil and Water Conservation Strategies and Technologies in Ssouthern Brazil*, 1993, p341-363.
- CAVALCANTE, E.G.S; ALVES, M.C; SOUZA, Z.M; Gener Tadeu PEREIRA, G.T. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob diferentes usos e manejos, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. vol.31 no.6 Viçosa Nov./Dec. 2007. 13p.
- CINTRA, L. F. D; ANJOS, J. L; MELLO, W. M. P. I. *Anais-Workshop* coesão em solos dos Tabuleiros Costeiros. Embrapa Tabuleiros Costeiros: Aracaju, 2001. 339p.
- CONCEIÇÃO, P.C, *Indicadores de Qualidade do Solo Visando a Avaliação de Sistemas de Manejo do Solo*. UFSM, Santa Maria, 2002, 138p.
- CONWAY, G. R. *The Properties of Agroecosystems. Ambiental Systems*. V 24, P 95-117. 1987.
- CORREIO, Agrícola. Janeiro/junho,2004.27p.
- CORSINE, P.C, FERRAUDO, A.S, Efeitos de Sistemas de Cultivo na Densidade e Macroporosidade do Solo e no Desenvolvimento Radicular do Milho em Latossolo Roxo, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v34, nº 2.Brasília,1999. p289-298.
- COSTA, F. S; ALBUQUERQUE, J. A; BAYER,C; FONTOURA, S. M. V;WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetado pelo plantio direto e preparo convencional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*.v 27.n3. Viçosa. 2003.18p.
- COSTA, F.S. Propriedades físicas e produtividade de culturas de um Latossolo Bruno sob sistemas de manejo do solo em experimento de longa duração. Larges, *Dissertação de Mestrado*. Universidade do Estado de Santa Catarina, 2001. 98p.
- CRUZ, J. C; VIANA, J. H. M; ALVARENGA, R. C; FILHO, I. A. P; SANTANA, D. P; PEREIRA, F. T. F; HERNANI, L. C. *Sistemas de produção 2*. Versão eletrônica, 3 ed Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas,setembro, 2007.
- CRUZ, J.C, ALVARENGA,R.C, NOVOTNY, E.H, PERREIRA, F.S, PERREIRA,F.T.F, HERNANI,L.C, *Cultivo do Milho: Sistema de Plantio Direto*, Embrapa-CNPMS, Sete Lagoas, 2002.
- CURI, N, LARACH, J.O.I,KAMPF, N, MONIZ,AC, FONTES,M.E.F, *Vocabulário da Ciência do Solo*, SBCS, Campinas, 1993,90p.
- DE-POLLI,H; PIMENTEL,M.S. *Indicadores de qualidade do solo*, cap 1, Processos biológicos no sistema solo-planta, Embrapa informação tecnológica,Brasília, 2005. p17-28.

- DEXTER, A.R. *Advances in Characterization of Soil Structure, Soil and Tillage Research*, v 11, Amsterdam, 1988, p199-238.
- DORAN, J.W; SARRANTONIO; M LIEBIG, M.A; HALVORSON, J.J. *On-farm assessment of soil Quality and health*. In. DORAN, J.W.; JONES, AJ. Methods for assessing soil quality. Madison: Soil Science Society of America Special Publication Number 49, 1996. p.83-105.
- DUFranco,G; DEChen,S.C.F; FREITAS,S.S. Atributos Físicos, Químicos e Biológicos Relacionados com a Estabilidade de Agregados de dois Latossolos em Plantio Direto no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, maio/junho. Vol.28.n 3, 2004.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRI. *Manual de métodos de análise de solo*. 2ed. Rio de Janeiro, Ministério da agricultura, 1997.212p.
- FASSBENDER, H. *Química de Suelos, con énfasis en suelos de América Latina*. Turrialba, IICA. 1975. 374 p.
- FERREIRA, A.S.; CAMARGO, F.A.O.; VIDOR, C. Utilização de microondas na avaliação da biomassa microbiana do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, p.991-996, 1999.
- FILHO, J. C. A; CARVALHO, A; SILVA, F. B. R. Investigadores preliminares sobre a pedogênese de horizontes coesos em solo dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste do Brasil. *Anais-Workshop*. Embrapa Tabuleiros Costeiros.Aracaju.2001.p 123-142.
- FOLONI, J.S.S, CALONEGO, J.C, LIMA,S.L. Efeito da Compactação do Solo no Desenvolvimento Aéreo e Radicular de Cultivares de Milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v38 nº 8, 2003, p947-953.
- FRAZÃO,L.A; PÍCCOLO,M.C; FEIGL, B.J; CERRI, C.C; PELLEGRINO,C.E.C. Propriedades químicas de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado mato-grossense. *Pesquisa agropecuária Brasileira*. Brasília, 2008.11p.
- GENRO JUNIOR, S. A; REINERT, D.J; REINERT, J..M. Variabilidade temporal da resistência à penetração de um latossolo argiloso sob semeadura direta com rotação de culturas. *Revista Brasileira da Ciência do Solo*. V28.Viçosa,2004. p.477-484.
- GIACOMINI, S.J., AITA, C., VENDRUSCOLO, E.R.O., CUBILA, M., NOCOLOSO, R.S., FRIES, M.R. Matéria seca relação c\n e acumulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27.Viçosa,2003. p.325-334.
- GLIESSMAN, S. R. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentáveis*. Editora UFRGS, 3 ed. Porto Alegre, 2005.p74-76.
- GOEDERT, W.J; LOBATO,E; O Solo como Base dos Sistemas de Produção Agrícola, *Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, Campinas, 1988.
- GOMES, M.A.F; FILIZOLA,L.F. *Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola*. Embrapa – Meio ambiente. Jaguariúna, 2006. 6p.
- GOMES, P. F. *Curso de estatística experimental*. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 467p

- GREGORICH, E.G, *Quality*, In Lal, R, *Encyclopedia of Soil Science*, Marcel Dekker, New York, 2002, p 1058-1061.
- HART, R. D. *Agrosistemas; Conceptos Basicos*. Turrialba, Serie Materialis de Ensenanza I, CATIE, 1980, 211p.
- HUDSON, C. L. L. *Indicadores de Qualidade do Solo e Água para Avaliação do Uso Sustentável da Microbacia Hidrográfica do Rio Passo Cue, Região Oeste do Paraná*, Piracicaba, 2003, 131p.
- ISLAM, K.R.; WEIL, R.R. *Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon*. *Biology and Fertility Soils*, v.27, p.408-416, 1998.
- JACOMINE, P. K. T. *Evolução do conhecimento sobre solos coesos no Brasil*. *Anais-Workshop Tabuleiros Costeiros*. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju. 2001. p 19-46.
- JENKINSON, D.S; LADD, J. N. *Microbial biomass in soil: Soil biochemistry*. V.5. New York: Marcel Dekker, 1981. p415-471.
- JÚNIOR, J. B. D; COELHO, F. C. *Atributos físicos e seus efeitos no rendimento da cana-de-açúcar em sistema de plantio direto*. *Bragantia*, vol.67 no.3. Campinas, 2008.
- JUNIOR & REINERT, S.A. Genro, D.J. *Variabilidade Temporal da Resistência à Penetração de um Latossolo Argiloso sob Semeadura Direta com Rotação de Culturas*, *Revista Brasileira Ciência do Solo*. v28 n°3, Viçosa, 2004.
- JUNIOR, M.S.D, MIRANDA, E.E.V, *Comportamento da Curva de Compactação de Cinco Solos na Região de Lavras*, *Ciência Agrotec*, v24, n° 2, Lavras, 2000, p337-346.
- KERTZMAN, F.F. *Modificações na Estrutura e no Comportamento de um Latossolo Vermelho Eutrófico Provocados pela Compactação*. Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 1996.
- KLEIN, V.A, LIBARDI, P.L, SILVA, A.P, *Resistência Mecânica do Solo à Penetração sob Diferentes Condições de Densidade e Teor de Água*. *Engenharia Agrícola*, v18, n° 2, Jaboticabal, 1998, p45-54.
- LARA, R. A; LANÇAS, K. P. *Avaliação dos Atributos Físicos de um Nitossolo Vermelho Distrófico sob Sistema Plantio Direto, Preparo Convencional e Mata Nativa*, *Revista Brasileira Ciência do Solo* v. 29 n°4, Viçosa, 2005.
- LAVKULICH, L.M, *Soil: The Environmental Integrator*. In: POWTER, C.B; ABOUD, S.A; Mc GILL, W.B, *Environmental Soil Science: Anthropogenic Chemicals and Soil Quality Criteria*, Brandon, Canadian Society of Soil Science, 1995, p1-43.
- MANTOVANI, E.C, *Técnicas da Avaliação da Compactação dos Solos*, In *Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, XVI*, Santa Maria, 2004.
- MARTEN, G.C. *Productivity, Stability, Equability and Autonomy as Properties for Agrossystems Assessment*. *Agricultural Systems*. V 26, p 291-316, 1988.
- MARTIN, N. B. et al. *Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI*. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 7-28, jan. 1998.
- MELLONI, R; PERREIRA, E. G. M; ALVARENGA, M. I. N. *Indicadores da qualidade do solo*. *Informe agropecuário*, v29, n 244, maio/junho. Belo Horizonte. 2008. p17-29.
- NOGUEIRA, Apolino José da Silva, *Compactação e Compressibilidade do Solo sob Sistemas de Manejo e Níveis de Umidade*, *Revista Ciência Rural*, v36 n°6, Viçosa, 2006.



- MONEGAT, C. Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades. Chapecó, Edição do Autor, 1991. 337p.
- OLIVEIRA, T.K; CARVALHO, G.J & MORAIS, R.N.S, Planta de Cobertura do Solo e seus Efeitos sobre o Feijoeiro em Plantio Direto, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v37, nº 8, 2002, p 1079-1087.
- PAVAN, M.A; CHAVES, J.C.D. *A Importância da Matéria Orgânica nos Sistemas Agrícolas*, IAPAR, Londrina, 1998, 36p.
- PEDROTTI, A; MELLO JÚNIOR, A.V. Avanços em Ciência do solo: A Física do Solo na Produção Agrícola e Qualidade Ambiental. Editora da UFS, FAPITEC-SE e SBCS. São Cristóvão, 2009.93p. (no prelo).
- PEDROTTI, A; MELLO JUNIOR, A. V. A compactação do solo e a sua influência na sustentabilidade dos agroecossistemas. Editora da UFS. São Cristóvão, 2009.62p. (em elaboração).
- PEDROTTI, A., HOLANDA, F.S.R. *Aspectos ambientais e tecnológicos do processo produtivo do semi-árido nordestino*. IN. SILVA, T.E.M., LOPES, E.S.A. Múltiplos olhos sobre o semi-árido nordestino- sociedade, desenvolvimento e políticas publicas. Aracaju: FAP. São Cristóvão: UFS. 2003, 303-329.
- PEDROTTI, A. Avaliação da Compactação de um Planossolo Submetido Diferentes Sistemas de Cultivo, UFPel/FAE., *Dissertação de Mestrado*, Pelotas, 1996, 92p.
- PEIXOTO, M. S. F.P. *Atributos físicos, químicos e biológicos como indicadores da qualidade do solo*. CCA-034 : Biologia do solo. UFRB. Março de 2008.22p.
- PERINA; GUERRA, J.G.M., TEIXEIRA, M.G., PEREIRA, M.G., FONTANA, A. Efeito da cobertura viva com leguminosas herbáceas perenes na agregação de um argissolo. *Revista brasileira de ciência do solo*, v. 26, p. 713- 720, 2002.
- PORK, World. Novembro/Dezembro, 2005.60p.
- PRADO, R.M; ROQUE, C.G; SOUZA, Z.M. Sistemas de Preparo e Resistência à Penetração e Densidade de um Latossolo Vermelho Eutrófico em Cultivo Intensivo e Pousio, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v37, nº 12, 2002,p 1795-1801.
- RAIJ, B.V, *Solo e Meio Ambiente*, In *Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água*, Santa Maria, 2004.
- REZENDE, J.O, *Compactação e Adensamento do Solo, Métodos para Avaliação e Práticas Agrícolas Recomendadas*, In Congresso Brasileiro da Ciência do Solo, Rio de Janeiro, 1997.
- ROSELEM, C.A; FERNANDES, E.M; ANDREOTTI,M; CRUSCIOL, C.A.C. Crescimento Radicular de Plântulas de Milho Afetado pela Resistência do Solo à Penetração. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*,v34,nº5, 1999, p 821-828.
- SALTON, J. C; MIELNICZUC, J; BAYER, C; BOENI, M; CONCEIÇÃO, P. C; AMOACY,C. F; MACEDO, M. C. M; BROCH, L.D. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*.v32.n1. Viçosa. 2008.18p.
- SANTOS, H. P.; TOMM, G. O. Rotação de culturas para trigo, após quatro anos: efeitos na fertilidade do solo em plantio direto. *Ciencia Rural.*, Santa Maria, v. 29, n. 2, 1999. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84781999000200012&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84781999000200012&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 10 Fev 2007.

- SCHLINDWEIN, S.L & D'AGOSTINE, L.R. *Sobre o Conceito de Agroecossistemas*, 2003, 20p.
- SILVA, A. P; GIAROLA, N. F. B. Estabelecimento de índice de resistência dos solos para quantificação do grau de coesão. *Anais-Workshop*. Embrapa Tabuleiros Costeiros. Aracaju. 2001.p145-157.
- SILVA, J.E. & RESCK, D.V.S. *Matéria orgânica do solo*. In: VARGAS, M.A.T. & HUNGRIA, M., ed. *Biologia dos solos dos cerrados*. Planaltina, Embrapa-CPAC, 1997, p.467-524.
- SILVEIRA, R.B.; MELLONI, R.; MELLONI, E.G.P. Atributos microbiológicos e bioquímicos como indicadores da recuperação de áreas degradadas, em Itajubá/MG. *Cerne*, v.12, n.1, p.48-55, 2006.
- SINGER, M. J., EWING, S. (2000): *Soil Quality*. In: Sumner, M. E. (edt): *Handbook of Soil Science*, Chapter G-271-298, CRC press, 1st edition, 2000.
- SIQUEIRA,R, *Sistemas de Preparo em Diferentes Tipos de Coberturas Vegetais do Solo. Tese de Doutorado*. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.
- SMITH, J.L., HALVORSON, J.J., PAPENDICK, R.I., 1993. Using multiple variable indicator kriging for evaluating soil quality. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57, 743–749. Sur, H.S., Prihar, S.S., Jalota, S.K., 1981.
- SOUZA, Z.M. & ALVES, M.C. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado sob diferentes usos e manejos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*,v27.Viçosa, 2003.:p133-139.
- SPARLING, G.P; FELTHAM, C.W.; REYNOLDS, J.; WEST, A.W.; SINGLETON, P. *Estimation of soil microbial C by fumigation-extraction method: use on soils of high organic matter content, and reassessment of the K<sub>c</sub>-factor*. *Soil Biology Biochemistry*, v.22, p.301-307, 1990.
- SPIRONELLO, A.; RAIJ, B. van; PENATTI, C.P.; CANTARELLA, H.; MORELLI, J.L.; ORLANDO FILHO, J.; LANDELL, M.G.A.; ROSSETTO, R.. *Cana-de-açúcar*. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: IAC, 1996. p.237-239.
- STOLF,R. FERNANDES,J. & FURLANI,N.V.L. *Recomendações para uso do penetrômetro de impacto modelo IAA/Planasulcar-Stolf*. São Paulo, MIC/IAA/PNMCA-Planasulcar, 1983. 8p.
- STONE, L. F; SILVEIRA, P.M. Efeitos de sistemas de preparo e rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*,v25, n2. Campinas. 2001.p395-400.
- STRECK, V.R; REINERT, O. J; REICHERT, J. M; KAISER, D. R. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. *Revista Ciência Rural*. V34. Santa Maria.2004.p755-760.
- TAVARES, J.F; BARBOSA, G.M.C; GUIMARÃES,M.F & FONSECA, I.C.B. Resistência à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (*Zea mays*) sob diferntes sistemas de manejo em um Latossolo Roxo, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*,v 25. Viçosa,2001.p725-730.

- TEXEIRA, C.F. A; PAULETTO, E.A; SILVA, J.B. Resistência Mecânica à Penetração de um Argissolo Amarelo Distrófico Típico sob Diferentes Sistemas de Produção em Plantio Direto. *Ciência Rural*, v33.nº 6, Santa Maria, 2003, p.1165-1167.
- TORMENA, Antonio Cássio, Variabilidade Espacial da Resistência à Penetração e da Taxa de Estratificação de Carbono Orgânico do Solo em um Latossolo Vermelho Eutroférico, *Revista Ciência Rural*. v36 nº6, Santa Maria, 2006.
- TORMENA, C. A; BARBOSA, M.C; COSTA, A. C. S; GONÇALVES, A. C. A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo de solo. *Scientia Agrícola*, v.59,, n.4, p.795-801, 2002.
- TORMENA, C.A. A Compactação do Solo em Agroecossistemas Agrícolas. In *Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da ÁGUA*, XVI, Santa Maria, 2004.
- TORRES,J.L.R;PEREIRA,M.G; FABIAN,A.J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. *Pesquisa agropecuária brasileira*. v.43 n.3 Brasília, março. 2008.15p.
- TSUNECHIRO,A.MASCARENHAS,M,D,O.PAIVA,F,B,F.FURLANETO,B.DUARTE,A ,P. Análise Técnica e Econômica de Sistemas de Produção de Milho Safrinha, Região do Médio Paranapanema, Estado de São Paulo. *Informações Econômicas*, v.36 , n.9. São Paulo, set. 2006.
- TURCO, R.F;KENEDY, A. C; JAWSON,M. D. *Microbial indicators of soil quality*. Defining soil quality for a sustainable environment. Science Society of American, n 35.1994,p 37-51.
- VIEIRA, M.J. *Propriedades Físicas do Solo*. In: IAPAR. Plantio Direto no Estado do Paraná, Londrina, 1981.
- WOHLENBERG.E.V, J.M. Reichert. Dinâmica da Agregação de um Solo Franco-Arenoso em Cinco Sistemas de Culturas em Rotação de Culturas, *Revista Brasileira Ciência do Solo* v28 nº5, Viçosa, 2004.
- YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. *A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil*. *Comm. Soil. Sci. Plant Anal.*, v.19, p.1467-1476, 1988.

## CAPÍTULO II

RESENDE, Sérgio Carlos. **Comportamento físico de um Argissolo submetido a diferentes sistemas de cultivo e cultura em sucessão com milho doce nos Tabuleiros Costeiros Sergipano**. 2009. (Dissertação - Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE.

**RESUMO** - Para assegurar a sustentabilidade dos sistemas produtivos, o manejo do solo deve manter as propriedades físicas o mais próximo das condições originais em que este se encontrava na natureza. Nas condições edafoclimáticas típicas dos Tabuleiros Costeiros Sergipano foi realizado um estudo de parâmetros físicos avaliando a Resistência Mecânica à Penetração, Densidade e Agregados. Utilizou-se um sistema de faixas experimentais sob parcelas subdivididas com três repetições, compostos por 12 tratamentos que associam três manejos de solos (CC – cultivo convencional, CM – cultivo mínimo, PD – plantio direto) e quatro plantas leguminosas (comerciais: amendoim (*Arachis hypogea*), feijão (*Phaseolus vulgaris*); cobertura: guandu (*Cajanus cajan*) e crotalária (*Crotalaria juncea*). Na avaliação dos parâmetros Resistência Mecânica à Penetração, Agregados e Densidade houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade. O plantio direto apresentou maior resistência mecânica e densidade na camada até 10 cm. A crotalária proporcionou menores valores de resistência mecânica à penetração no plantio direto em todas as camadas, sendo que o guandu proporcionou maior valor de resistência mecânica no plantio direto. Nas camadas de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm e de 20 a 30 cm no plantio direto foi obtido maiores valores de diâmetro médio ponderado e maiores valores de percentagem de agregados estáveis em relação aos demais sistemas de manejo, portanto o plantio direto foi quem mais contribuiu para melhorar as propriedades físicas do solo. **Palavras-chave:** Sustentabilidade, Tabuleiros Costeiros, Plantio direto.

**ABSTRACT** - To ensure the sustainability of production systems, the soil management must maintain the physical properties of the nearest original conditions which it was in nature. On the conditions edafoclimáticas typical of the Table Lands Sergipano was conducted a study of physical parameters to evaluate the mechanical resistance to penetration, density and aggregates. Went used a system of tracks on a split-plot trial with three replicates arranged, consisting of 12 treatments that combines three management of soils (CC - conventional tillage, CM - minimum tillage, PD – no-tillage) and four plants leguminous (commercial:peanut (*Arachis hypogea*), bean (*Phaseolus vulgaris*); coverage:pea (*Cajanus cajan*) and sunn hemp (*Crotalaria juncea*)). On evaluation the parameters mechanical resistance to penetration, aggregates and density existed significant difference at 5% level of probability. The no-tillage had higher mechanical resistance to penetration and higher density in the layer of 0 to 10 cm. The sunn hemp (*Crotalaria juncea*) propitiated lower value of mechanical resistance to penetration of the no-tillage at all layer, and the pea (*Cajanus cajan*) propitiated higher value of resistance on no-tillage. In the layer of 0 to 10 cm, 10 to 20 cm and 20 cm to 30 cm. In no-tillage went observed higher values of mean weight diameter and higher values of percentage of aggregates stable in relation to other management systems, therefore the system no-tillage went who more contributed for improve the properties physical of soil.

**Key words:** Sustainability, Table Lands, no-tillage.

## 2.1 INTRODUÇÃO

Na região Nordeste do Brasil, especialmente na zona fisiográfica do litoral associada a presença de solos originados de sedimentos intemperizados do Terciário (pobres quimicamente), em superfícies aplainadas da dissecação do relevo chamado de Tabuleiros Costeiros; a velocidade das reações é intensa, devido principalmente a altas temperaturas médias associado a razoáveis teores médios de umidade durante o ano, torna-se altamente recomendável um manejo adequado do solo e o emprego de Plantas leguminosas, devido as suas vantagens constatadas nas principais regiões agrícolas do País.

A lógica presente é que um índice quantitativo de qualidade de solo pode servir como indicador da capacidade do mesmo para a produção sustentável de plantas e animais de forma economicamente viável, socialmente aceitável e ambientalmente correto. Um sistema de manejo somente poderá ser considerado sustentável se ele mantiver ou melhorar a qualidade do solo e se ele não comprometer a qualidade ambiental além de um nível que seja aceitável pela sociedade. Somente entendendo e promovendo a qualidade do solo hoje, é que se pode garantir às gerações futuras a proteção ambiental no grau requerido e a utilização dos solos em uma forma proveitosa (Gregorich, 2002).

A qualidade física de solos agrícolas pode ser afetada pelo sistema de manejo, sendo a magnitude das alterações dependente do tempo de uso do solo e das condições edafoclimáticas (Costa et al., 2003).

As características físicas de um solo são modificadas de acordo com o tipo de uso e cultivo a que ele é submetido. Algumas mudanças podem ocorrer num período curto de tempo ou mesmo em uma simples prática de preparo; outras, apenas com um manejo contínuo serão visíveis ou mensuráveis. A densidade do solo é uma propriedade relativamente instável, varia de solo para solo e dentro de um mesmo solo, dependendo principalmente do grau de compactação, do teor de matéria orgânica da ausência ou presença de cobertura vegetal, do sistema de cultivo empregado, e da camada (Vieira, 1981).

Com a modernização da agricultura, o uso de máquinas e equipamentos no solo tem aumentado, resultando em significativas alterações nas suas propriedades físicas (Streck et al., 2004)

Uma das técnicas capazes de possibilitar substancial economia de fertilizantes, principalmente os nitrogenados, e proteger o solo contra insolação excessiva, evaporação rápida da água e reciclagem de nutrientes é o uso de plantas de cobertura do solo (Oliveira et al., 2002). Segundo Wohlenberg et al. (2004) espécies de cobertura, aliadas às práticas de manejo e conservação, recuperam ou mantêm características físicas do solo.

As relações entre os agregados do solo e a matéria orgânica do solo já foram alvo de muitos estudos, que identificaram, além da fração mineral, a fauna do solo, microrganismos, raízes, agentes inorgânicos e variáveis ambientais como os principais fatores envolvidos na formação e estabilidade de agregados do solo (Bayer et al., 2008).

O plantio direto e demais formas de manejo dos restos culturais (cultivo mínimo, sobre semeadura, etc.) constitui uma alternativa para diminuir a degradação acelerada do solo e, conseqüentemente aumento de sua capacidade produtiva. Isto adquire singular importância nos diversos Estados da região Nordeste, onde se considera o período de deficiência hídrica, que em maior ou menor grau está presente em toda a região, principalmente se considerar a fragilidade dos ecossistemas presentes. Segundo Lara & Lanças (2005) com o aumento do tempo de uso do sistema plantio direto, os atributos físicos dos solos têm sido modificados, necessitando, portanto, de pesquisas com períodos de duração mais longos para estudar os fenômenos ligados à sua estrutura.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o comportamento físico de um ARGISSOLO VERMELHO Amarelo expresso pelos parâmetros resistência mecânica do solo à penetração, densidade e agregados submetido a diferentes sistemas de cultivo (plantio direto, cultivo mínimo e cultivo convencional) e plantas leguminosas: crotalária (*Crotalaria juncea*), guandu (*Cajanus cajan*), feijão (*Phaseolus vulgaris*) e amendoim (*Arachis hipogea*) em sucessão ao cultivo do milho doce (*Zea mays L.*), nas condições edafoclimáticas típicas dos Tabuleiros Costeiros Sergipano.

## **2.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.2.1 Caracterização da área de estudo**

O estudo foi realizado na Estação Experimental Campus Rural do Departamento de Engenharia Agrônômica – DEA, da Universidade Federal de Sergipe – UFS, localizado na porção central da região fisiográfica do Litoral, a 15 Km de Aracaju, cujas coordenadas geográficas de Greenwich são 10°19'S de latitude, 36°39'O de longitude,

com altitude de 18m acima do nível médio do mar, em solo classificado como ARGISSOLO VERMELHO Amarelo (antigo PODZÓLICO VERMELHO Amarelo - PV), conforme Embrapa (2006). A região possui clima, de acordo com a classificação de Köppen, do tipo As', Tropical chuvoso com verão seco e pluviometria em torno de 1200 mm anuais, com chuvas concentradas nos meses de abril a setembro.

O experimento foi instalado no ano de 2001, onde vem sendo estudado o comportamento dos sistemas de cultivo: cultivo convencional – CC (composto de gradagem com grade niveladora de discos + aração com arado de discos + gradagem), cultivo mínimo – CM (composto de 1 ou 2 gradagens com grade niveladora de discos, sendo que a segunda gradagem somente é realizada quando há incidência considerável de invasoras) e plantio direto – PD (consistindo do não revolvimento do solo) e cultivo de plantas leguminosas em sucessão à cultura do milho doce (*Zea mays L.*) variedade Biomatrix BM 3061.

As plantas leguminosas utilizadas todos os anos em sucessão ao milho doce (*Zea mays L.*) foram: comerciais - feijão (*Phaseolus vulgaris*) e amendoim (*Arachis hipogea*); cobertura - guandu (*Cajanus cajan*) e crotalária (*Crotalaria juncea*). Utilizou-se o esquema de faixas experimentais sendo os tratamentos de manejo de solo dispostos como faixas e os de culturas em sucessão como subparcelas com três repetições distribuídas ao acaso.

Para controle de invasoras durante o ciclo das diferentes culturas e sistemas de manejo estudados, quando necessário, utilizou-se capina através de enxada nos cultivos mínimo e convencional, sendo usado herbicida no plantio direto. A adubação e a calagem foram feitas de acordo com a análise química do solo, segundo recomendações técnicas.

### **2.2.2 Amostragem e análises físicas do solo**

Na determinação da densidade do solo foram utilizados anéis de metal bízelos com aproximadamente 90 cm<sup>3</sup>, nas camadas de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm, nas subparcelas das culturas em sucessão com três repetições em cada sistema de manejo, onde as amostras após coletadas foram retiradas dos anéis e acondicionadas em cápsulas de alumínio previamente identificadas e encaminhadas ao laboratório para serem colocadas na estufa a 105 °C por 24 h e depois pesadas; o cálculo da densidade foi dividindo-se o peso da massa de solo seco pelo volume do anel (Blake & Hartge, 1986).

Na determinação da resistência mecânica à penetração foi utilizado o penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar, com as seguintes características: peso da carga móvel 4000,0 g, curso de queda livre 40,0 cm, ângulo do cone da extremidade da ponta da haste 30°, diâmetro da haste metálica 0,95 cm e peso total do equipamento 7200,0 g, onde foram feitas medidas nas camadas de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm, 20 a 30 cm, nas quatro subparcelas com três repetições em cada sistema de manejo, sendo os valores de leitura obtidos em impactos transformados em Kgf/cm<sup>2</sup> utilizando a equação:  $R = 5,6 + 6,89 \text{ impactos/cm}^2$  (Stolf, 1991), e posteriormente transformado em MPa (  $1 \text{ Kgf/cm}^2 = 0,0981 \text{ MPa}$  ).

O Diâmetro Médio Ponderado dos agregados estáveis em água e percentagem de agregados estáveis foram determinados a partir de massas de solo (amostras de 25 gramas) retidas em peneiras com malhas de 2,0; 1,0; 0,5 e 0,25 mm de abertura (macroagregados), após peneiramento úmido em aparelho de oscilação vertical (Yoder,1936). O equipamento foi ajustado para realizar 42 ciclos por minuto, com altura de oscilação da peneiras de 4 cm, por um período de 5 minutos, onde anteriormente as amostras foram umedecidas por capilaridade. Concluído o período de oscilação as amostras foram levadas para secar em estufa por 24 horas a 105° C, depois em solução de hidróxido de sódio por 10 minutos e agitadas por 2 minutos para dispersão da argila e posteriormente passadas nas suas respectivas peneiras para em seguida serem pesadas. As amostras de solo foram retiradas nas camadas de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm e 20 a 30 cm para o teste de umidade. Os valores obtidos nos peneiramentos foram usados para cálculo do DMP através da equação:  $DMP = \sum_{i=1} (x_i \cdot w_i)$ , em que  $w_i$  = proporção (%) de cada classe em relação ao total; e  $x_i$  = diâmetro médio das classes, expresso em mm. Sendo a percentagem de agregados estáveis em água calculada pela somatória da percentagem de cada classe.

Para avaliação e análise estatística dos parâmetros físicos, utilizou-se o teste de médias de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade, através do programa Sisvar (Furtado,2003).

### **2.3 Resultados e Discussão**

Para o parâmetro resistência mecânica à penetração, observa-se que na camada de 0 a 10 cm o Plantio Direto obteve maiores valores de Resistência Mecânica à



Penetração em relação ao cultivo convencional e cultivo mínimo (Figura 2.1).

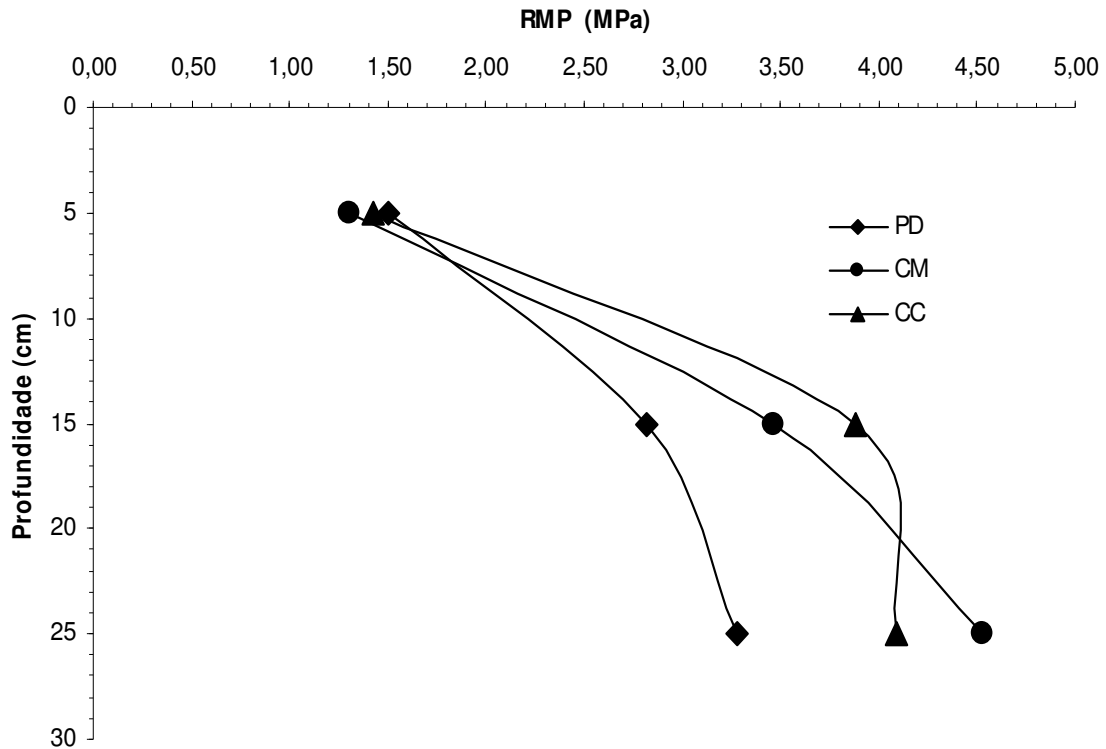


FIGURA 2.1. Resistência Mecânica à Penetração MPa em diferentes sistemas de cultivo: CC - Cultivo convencional, CM- Cultivo mínimo, PD- Plantio direto.

Estes resultados estão de acordo com Tavares et al.(2001), que trabalhando com resistência mecânica à penetração, obtiveram resultados maiores no plantio direto em relação aos outros sistemas de cultivo na camada de 0 a 15 cm. Tormena et al.(2004) também encontraram maior resistência do solo à penetração na camada de 0 a 20 cm.

Na camada de 10 a 20 cm, no presente experimento, o cultivo convencional proporcionou maior resistência mecânica à penetração, este fato deve-se a uma maior mobilização do solo, através do uso contínuo de máquinas no seu manejo ao longo dos anos o que caracteriza a formação de uma camada compactada (pé de grade) nessa camada. Segundo Pedrotti & Mello Júnior (2009) a compactação é causada pela ação do tráfego de máquinas, implementos e outros veículos, durante as operações de preparo, semeadura e tratos culturais e colheita. Esses resultados se assemelham aos encontrados por Bertol et al.(2004) que trabalhando com propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas ao campo nativo, também observaram uma camada de maior compactação a partir do 10 cm no cultivo convencional. Foi observado também que nas camadas mais profundas,

de 10 a 20 cm, a resistência mecânica à penetração no plantio direto foi menor em relação aos demais sistemas estudados, isso deve-se aos restos de vegetais postos sobre o solo, aumentando o teor de matéria orgânica e o não revolvimento do mesmo, favorecendo uma melhor estruturação ao longo dos anos, visto que o experimento foi implantado há seis anos; verificou-se que na camada superficial, onde a resistência à penetração foi maior no plantio direto, sendo que a umidade foi menor neste em relação ao cultivo convencional e cultivo mínimo, conforme é mostrado na Figura 2.2.

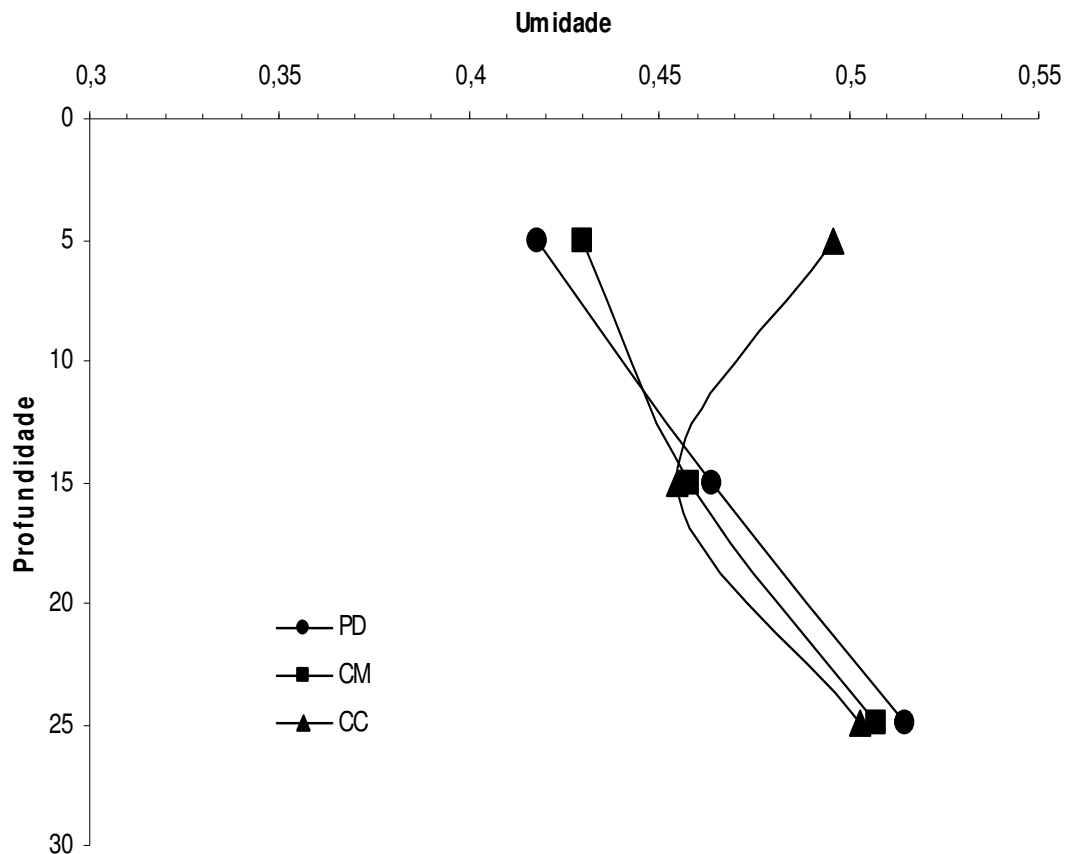


FIGURA 2. 2. Umidade kg/kg em diferentes sistemas de cultivo: CC – Cultivo convencional, CM - Cultivo mínimo, PD – Plantio direto.

Isto se deve ao não revolvimento do solo na camada superficial, originando uma camada mais compactada na superfície, sendo que no convencional e cultivo mínimo há o revolvimento do solo.

Alvarenga et al.,(2002) em trabalho realizado com o cultivo do milho e preparo convencional do solo relatam que os revolvimentos periódicos realizados no preparo do solo quebram e destroem a sua estrutura, em geral, a camada superficial do solo fica

desestruturada, enquanto que as camadas mais profundas, não alcançadas pelo arado, vão sendo compactadas sob o peso das máquinas, assim a matéria orgânica em pequena quantidade é distribuída em toda camada arável, ficando diluída e com desestruturação acelerada.

A crotalária proporcionou menor resistência mecânica à penetração no plantio direto em todas as camadas estudadas (Figura 2.3), indicando que a crotalária proporcionou uma melhor estruturação do solo nesse sistema de cultivo. O sistema com pouco revolvimento do solo, cultivo mínimo, o guandu na camada até 20 cm proporcionou menor resistência mecânica à penetração, sendo que nas camadas acima de 20 cm o feijão e crotalária proporcionaram menores valores de resistência à penetração no solo (Figura 2.4). No cultivo convencional cujo sistema há um maior revolvimento do solo o amendoim promoveu, nas camadas até 20 cm, menor resistência à penetração (Figura 2.5), mostrando que as raízes do amendoim se desenvolvem melhor, promovendo a atividade biológica à fixação do nitrogênio atmosférico quando encontra um solo mais removido.

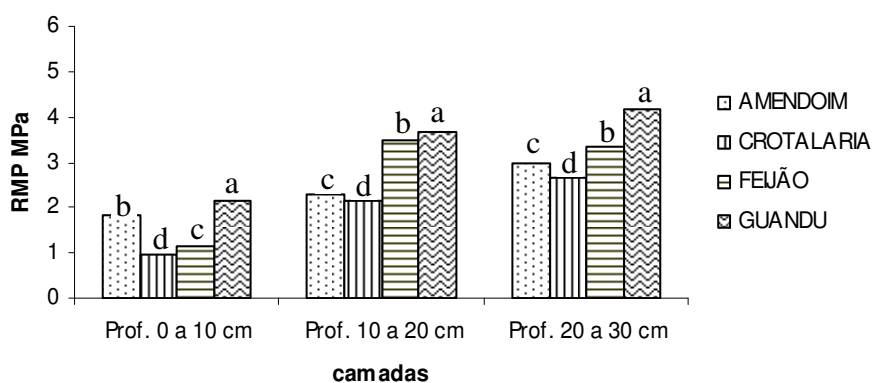


FIGURA 2.3. Resistência Mecânica à Penetração e plantas leguminosas (Plantas de cobertura e culturas comerciais) em diferentes camadas no sistema de cultivo Plantio Direto Letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

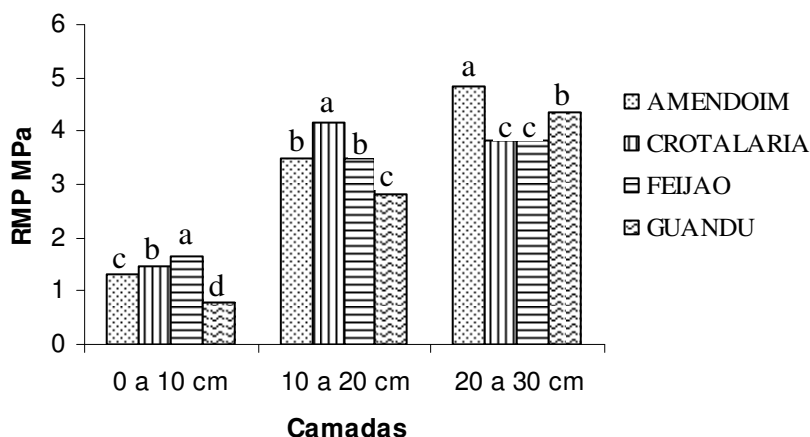


FIGURA 2.4. Resistência Mecânica à Penetração e plantas leguminosas (Plantas de cobertura e culturas comerciais) em diferentes camadas no sistema de cultivo Mínimo. Letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

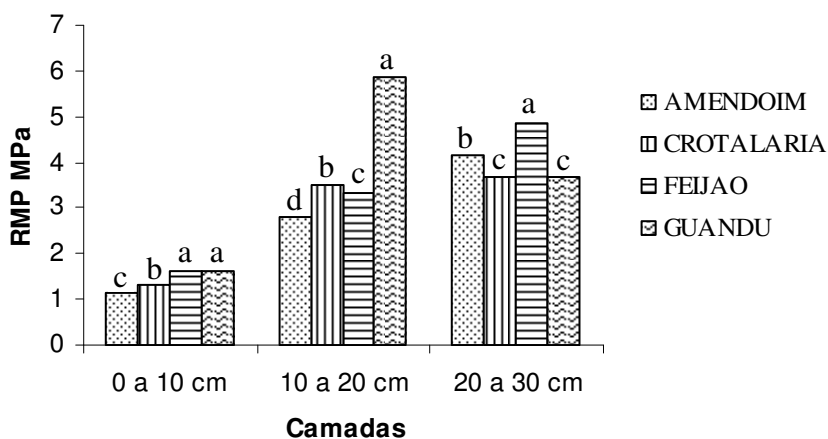


FIGURA 2.5. Resistência Mecânica à Penetração e plantas leguminosas (Plantas de cobertura e culturas comerciais) em diferentes camadas no sistema de cultivo Convencional. Letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo Andrioli et al.(2004) as plantas de cobertura são espécies empregadas com objetivo de produzir fitomassa, sendo seus resíduos mantidos na superfície do solo para a formação de cobertura morta, contribuindo para aumentar a eficiência do sistema de plantio direto.

Deste modo as plantas de cobertura quando utilizadas como práticas vegetativas de forma adequada resultam em efetivo controle da erosão, restabelecendo a manutenção e aumento da produtividade das culturas, provocando menores danos ao meio ambiente, assegurando o desenvolvimento sustentável dos agroecossistemas.

Silva et al.(2008) em trabalho realizado com desempenho agrônômico e econômico do milho irrigado em sucessão a espécies inverniais de cobertura de solo e/ou para produção de grãos relatam que as espécies de cobertura de solo de inverno melhoram as características de solo, podendo apresentar também vantagens econômicas. Assim, é importante introduzir espécies de inverno que, além de palha, possam produzir grãos para aumentar a rentabilidade e a sustentabilidade da atividade agrícola. Boer et al. (2007), em estudo de ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado avaliaram que a ciclagem de nutrientes, pelo uso de plantas de cobertura semeadas na safrinha é liberada de forma precoce para aproveitamento da safra seguinte, em razão da acelerada decomposição dos resíduos vegetais.

Analisando os resultados de correlação linear para resistência mecânica à penetração e umidade (Figura 2.6) entre as variáveis dependentes e independentes, verificou-se que houve pequena dispersão de dados entre os sistemas de cultivo.

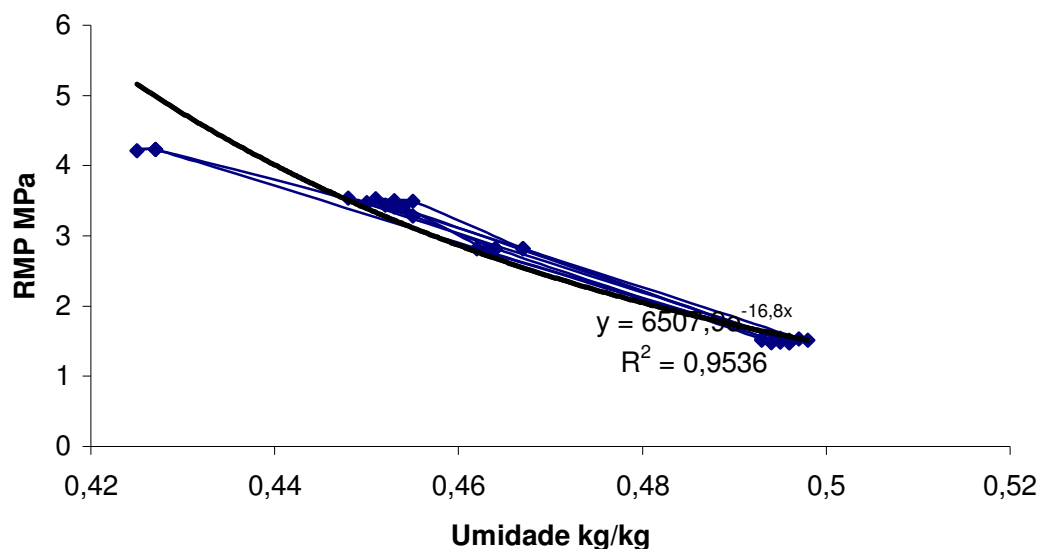


FIGURA:2.6.Parâmetros de correlação exponencial entre os valores de umidade do solo e de resistência mecânica do solo à penetração em sistemas de cultivo.

Para os sistemas de cultivo a análise de regressão mostrou que a relação de resistência mecânica à penetração e umidade favoreceu o efeito exponencial crescente com coeficiente de determinação de 0,9536, esse coeficiente mostra que houve pouca dispersão de dados. Resultados semelhantes foram encontrados por Santana et al (2006), ao estudarem atributos do solo e distribuição do sistema radicular de citros como

indicadores de horizontes coesos em dois solos de tabuleiros costeiros do estado da Bahia. Estes resultados estão de acordo com Giarola (2001) que trabalhando com estabelecimento de índice de resistência dos solos para quantificação do grau de coesão, observaram que onde a resistência mecânica do solo é maior; a umidade é menor. Resultados semelhantes foram encontrados por Junior et al (2004) quando estudaram a variação temporal da resistência mecânica à penetração de um Latossolo Argiloso sob semeadura direta com rotação de culturas.

De acordo com a Figura 2.7, a densidade até a camada de 20 cm foi maior no plantio direto, sendo que de 0 a 10 cm no cultivo convencional a densidade foi menor, devido provavelmente ao intenso revolvimento do solo, já na camada de 10 a 20 cm a densidade foi menor no cultivo mínimo.

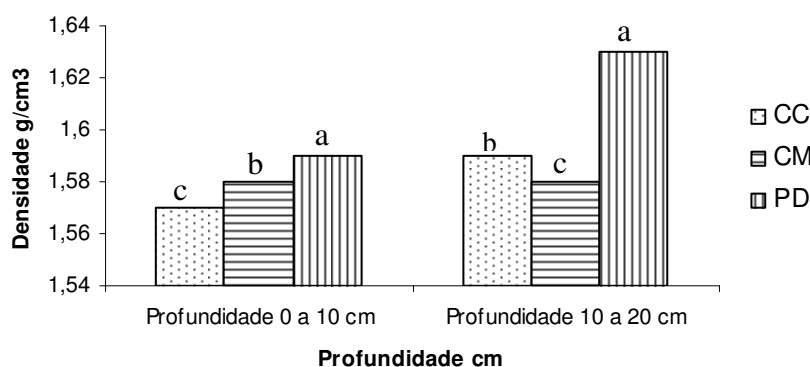


FIGURA 2.7. Densidade do solo g/cm<sup>3</sup> em diferentes camadas em sistemas de cultivo: CC – cultivo convencional; CM – cultivo mínimo; PD – Plantio direto. Letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

O trabalho realizado por Beutler et al.(2001), resultou numa maior densidade do solo no plantio direto na camada até 5 cm. Bertol et al.(2004) em estudo realizado sob propriedades físicas do solo em preparo convencional e semeadura direta, constataram que a menor densidade na camada superficial do cultivo convencional foi influenciada pelo revolvimento do solo antes da semeadura das culturas. Já Albuquerque et al.(1995), trabalhando em Latossolo Vermelho-Escuro e Costa (2001), em Latossolo Bruno, não observaram aumento da densidade na semeadura direta comparada à semeadura convencional, indicando que a influência da composição granulométrica e mineralógica depende do tipo de solo no processo de compactação.

Assim os sistemas de manejo do solo podem proporcionar mudanças nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, afetando o desenvolvimento radicular e a produção das culturas. A densidade do solo geralmente aumenta com a

camada do perfil por causa das pressões exercidas pelas camadas superiores. Essas pressões provocam o fenômeno da compactação, reduzindo a porosidade do solo.

De acordo com as Figuras 2.8, 2.9 e 2.10, nas camadas de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm no sistema plantio direto nas parcelas onde foi cultivado o feijão, a densidade foi menor. Isso caracteriza que onde não há o revolvimento do solo essa espécie tem a capacidade de se desenvolver e proporcionar uma menor densidade do solo. Já para o sistema cultivo mínimo nas parcelas onde foi cultivado o guandu na camada de 0 a 10 cm a densidade foi menor, sendo que de 10 a 20 cm nas parcelas onde foi cultivado o feijão a densidade foi menor; já no sistema de cultivo convencional nas parcelas onde foi cultivado a crotalária foram observadas menores densidades do solo.

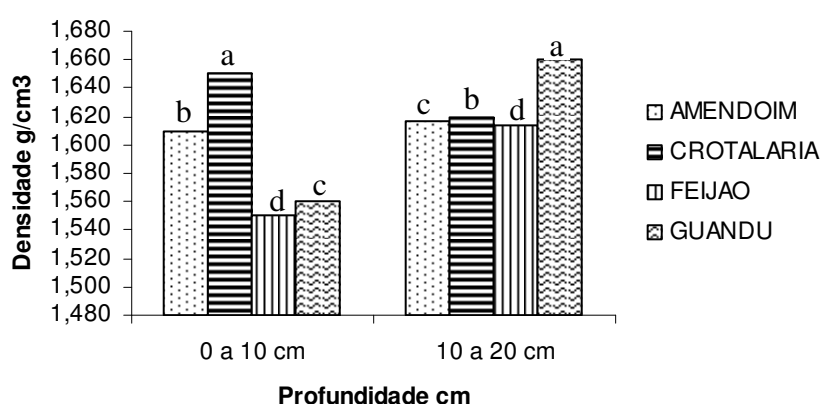


FIGURA 2.8. Densidade g/cm<sup>3</sup> e plantas leguminosas (Plantas de cobertura e culturas comerciais) em diferentes camadas no sistema de Cultivo plantio Direto. Letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

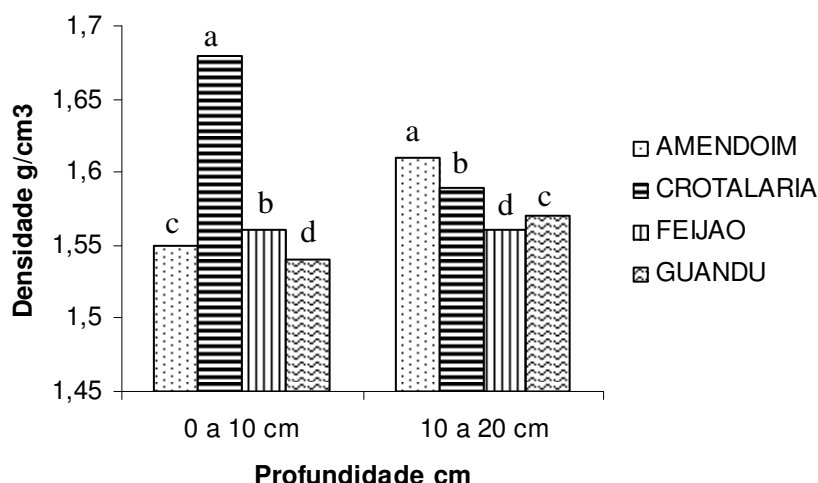


FIGURA 2.9. Densidade g/cm<sup>3</sup> e plantas leguminosas (Plantas de cobertura e culturas comerciais) em diferentes camadas no sistema de Cultivo Mínimo. Letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

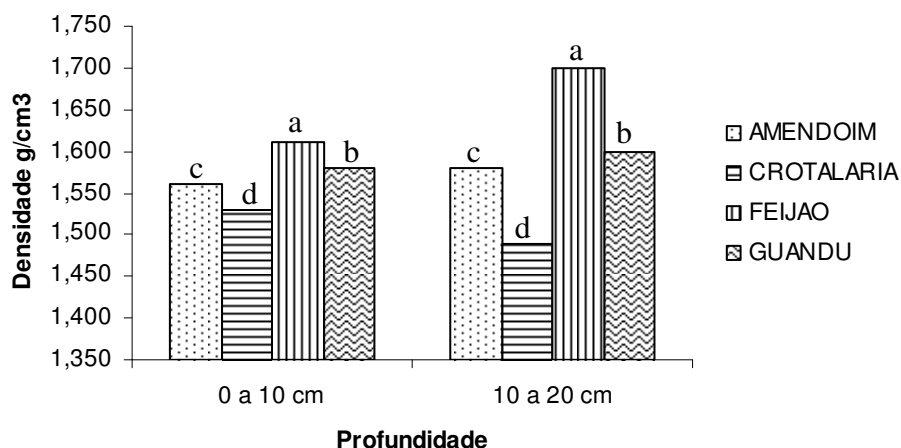


FIGURA 2.10. Densidade g/cm<sup>3</sup> e plantas leguminosas (Plantas de cobertura e culturas comerciais) em diferentes camadas no sistema de Cultivo Convencional. Letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

Verifica-se que em todas as camadas o plantio direto obteve maiores valores de DMP em relação aos demais sistemas de cultivo (Figura 2.11).

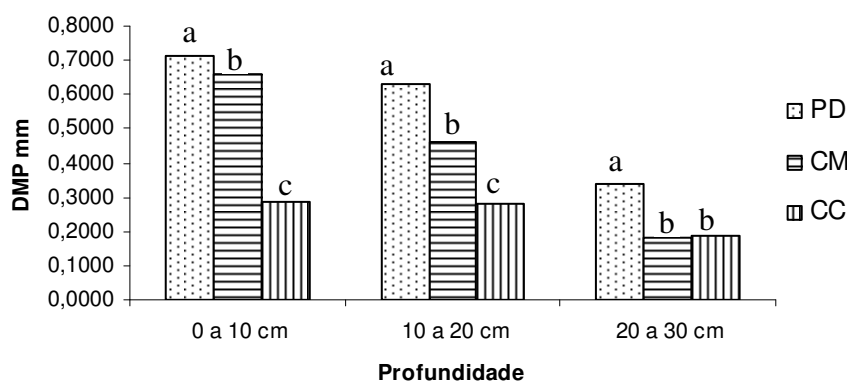


FIGURA 2.11. Diâmetro Médio Ponderado mm em diferentes camadas em sistemas de cultivo: CC – cultivo convencional; CM –cultivo mínimo; PD – Plantio direto. Letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

O sistema cultivo convencional foi o que proporcionou menores valores de DMP até a camada de 20 cm. Assim justifica-se que as práticas conservacionistas influenciam para maior agregação do solo. Estes resultados estão de acordo com Oliveira (2002), que trabalhando com Latossolo em diferentes sistemas de manejo no cerrado por 20 anos, observaram que o maior efeito agregante ao longo do tempo é maior no sistema plantio direto em comparação ao sistema convencional na camada superficial. Flores et al.(2008) em trabalho realizado visando a recuperação da qualidade estrutural pelo sistema plantio direto de um Argissolo Vermelho observaram



que o plantio direto comparado ao plantio convencional, teve maior estabilidade de agregados da classe 4,76 a 8,00 mm. Lara et al.(2005), relatam que a maior estabilidade de agregados no plantio direto com 12 anos em relação aos demais sistemas, verificada por meio do Diâmetro Médio Geométrico, pode ser explicada pelas práticas de manejo; a saber: preparo do solo, adição de materiais orgânicos e histórico cultural da área, que têm significativa influência sobre a agregação, quando considerados longos períodos de tempo. O Diâmetro Médio Geométrico sob plantio direto com 12 anos foi o que mais se aproximou do apresentado pelo solo sob mata. Segundo Salton et al.(2008), a formação de microagregados (diâmetro inferior a 0,25 mm) está relacionada à interação da matéria mineral entre si e com compostos orgânicos. Posteriormente, o crescimento de raízes e hifas de fungos, juntamente com resíduos de vegetais, insetos e outros organismos, estimula a formação de estruturas mais complexas e diversificadas, como macroagregados estáveis, com tamanho superior a 0,25 mm. Essas estruturas correspondem a um nível de organização mais elevado. Apesar do plantio direto ter proporcionado maior diâmetro médio ponderado, ainda é considerado um tamanho razoável, visto que um bom diâmetro está acima de 1 mm. Segundo Pedrotti & Mello Júnior (2009), em a física do solo e a influência na sustentabilidade dos agroecossistemas, um bom crescimento vegetal depende da presença de agregados com diâmetro entre 1 e 10 mm estáveis que contenham grande quantidade de poros com mais de 75 µm de diâmetro em condições normais de aração e poros com diâmetro entre 0,2 e 30 µm. Nisso o histórico de uso da área antes do experimento, em que a Escola Agrotécnica Federal de São Cristóvão-SE, freqüentemente removia o solo profundamente com intenso cultivo, refletiu no tamanho dos agregados encontrados neste estudo, serão necessários muitos anos com o uso de sistemas conservacionistas para que o solo volte a apresentar um tamanho de agregados considerado satisfatório para uma boa estrutura. Em trabalho realizado por Pinheiro et al. (2004) em um Latossolo do Rio de Janeiro, observaram Diâmetro Médio Ponderado de 4,2 mm quando cultivado sob gramínea. Então os trabalhos que utilizam o plantio direto vêm obtendo resultados satisfatórios em ganhos de estrutura do solo, e isso deve ser levado em consideração no aspecto da sustentabilidade dos agroecossistemas.

No sistema plantio direto nas camadas de 0 a 10 cm e 20 a 30 cm o quando proporcionou maiores valores de DMP; na camada de 10 a 20 cm no plantio direto o feijão proporcionou maior diâmetro médio ponderado em suas parcelas. No sistema de cultivo convencional, em que houve um maior revolvimento do solo, a crotalaria,

proporcionou maiores valores de diâmetro médio ponderado em todas as camadas, em relação as demais culturas, mostrando que a crotalaria provavelmente teve um melhor desenvolvimento do sistema radicular com solo removido para proporcionar uma melhor estrutura onde esses resultados são observados nas Figuras 2.12, 2.13 e 2.14.

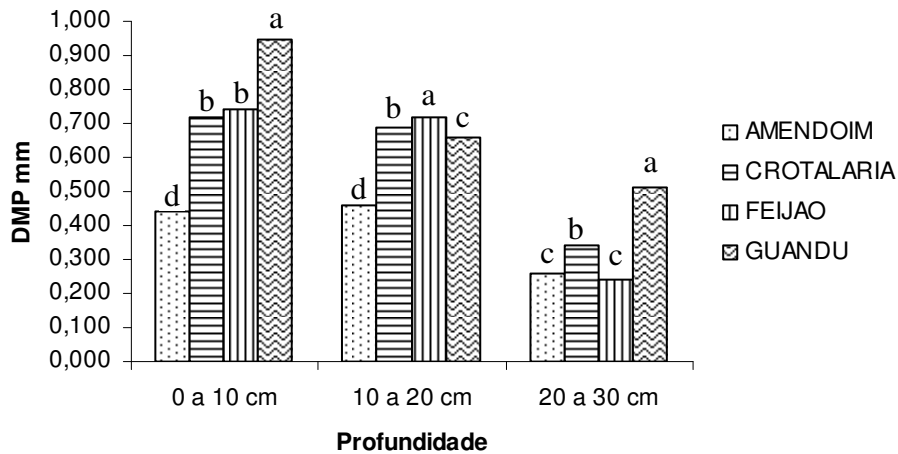


FIGURA 2.12. Diâmetro Médio Ponderado mm e plantas leguminosas (Plantas de cobertura e culturas comerciais) em diferentes camadas no sistema de cultivo Plantio Direto. Letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

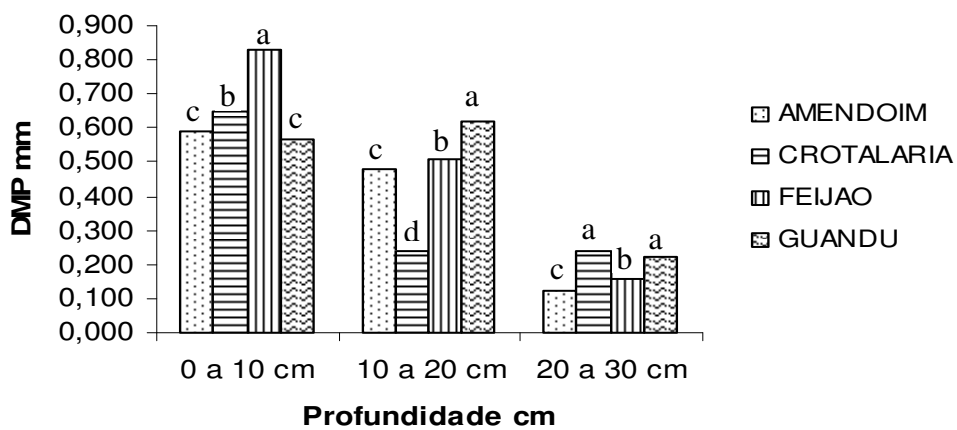


FIGURA 2.13. Diâmetro Médio Ponderado mm e plantas leguminosas (Plantas de Cobertura e culturas comerciais) em diferentes camadas no sistema de Cultivo Mínimo. Letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

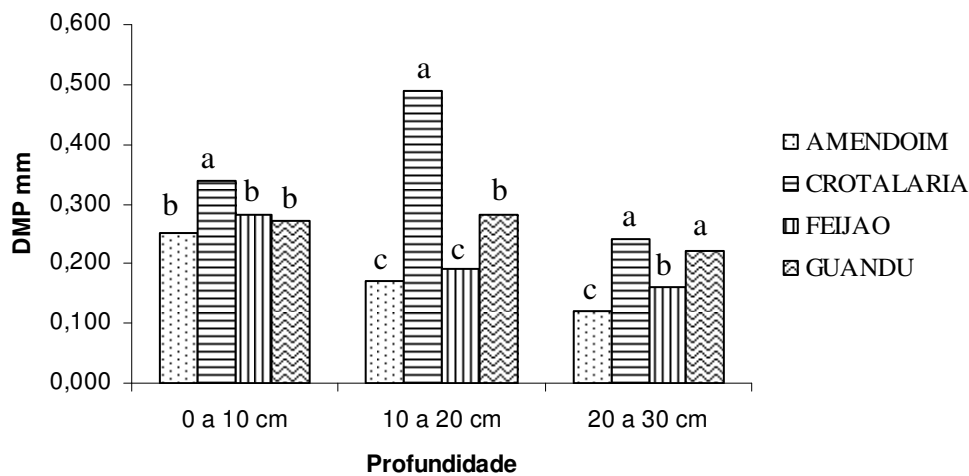


FIGURA 2.14. Diâmetro Médio Ponderado mm e plantas leguminosas (Plantas de cobertura e culturas comerciais) em diferentes camadas no sistema de Cultivo Convencional. Letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo Pedrotti e Holanda (2003) as leguminosas mais promissoras para a região nordeste são a mucuna preta, crotalaria juncea, feijão-de-porco, feijão bravo do Ceará e feijão Guandu. No entanto, a carência de resultados de pesquisa, principalmente para a região do semi-árido é um impedimento da adoção do uso mais efetivo e corriqueiro desta prática agrônômica. A utilização das mesmas é muito importante, pois os solos desta região, na maioria das vezes, estão sofrendo processos de degradação devido a uma exploração inadequada.

Giacomini et al.(2003) relatam que o uso de plantas de cobertura do solo consorciadas pode ser uma alternativa para aliar características desejáveis de diferentes espécies de plantas de cobertura do solo. Espécies de gramíneas apresentam-se como uma excelente opção para a produção de fitomassa além de uma maior persistência dos seus resíduos culturais no solo, devido à elevada relação carbono/nitrogênio (C/N) do seu material orgânico.

De acordo com Figura 2.15 no plantio direto foi observado maiores valores percentuais de macroagregados estáveis em água, em todas as camadas.

Para as camadas de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm, no cultivo mínimo foi observado valores intermediários de percentagem de macroagregados estáveis em água, sendo que no cultivo convencional foi observado menores valores de percentagem de agregados nestas camadas. Na camada de 20 a 30 cm, no cultivo mínimo foi observado menores valores de percentagem de agregados estáveis, caracterizando de acordo com os resultados analisados que os sistemas conservacionistas influenciam para maiores valores de percentagem de agregados estáveis em água.

Salton et al.(2008) em trabalho de agregação e estabilidade de agregado do solo em sistemas agropecuários do Mato Grosso do Sul observaram maiores percentuais de

agregados grandes nos sistemas com pastagem permanente e menores para o sistema lavoura com plantio direto, ficando os sistemas com a rotação lavoura-pastagem em posição intermediária. Pinheiro et al. (2004) trabalhando com Latossolo do Rio de Janeiro, observaram maior porcentagem de agregados estáveis trabalhando com gramíneas, sendo que o plantio direto apresentou porcentagem intermediária de macroagregados estáveis 3 mm, e de 2 mm para o sistema convencional que obteve menor porcentagem de macroagregados estáveis, mostrando que a atividade do sistema radicular das gramíneas, associado à ausência de revolvimento do solo, contribuiu efetivamente para formação de macroagregados estáveis.

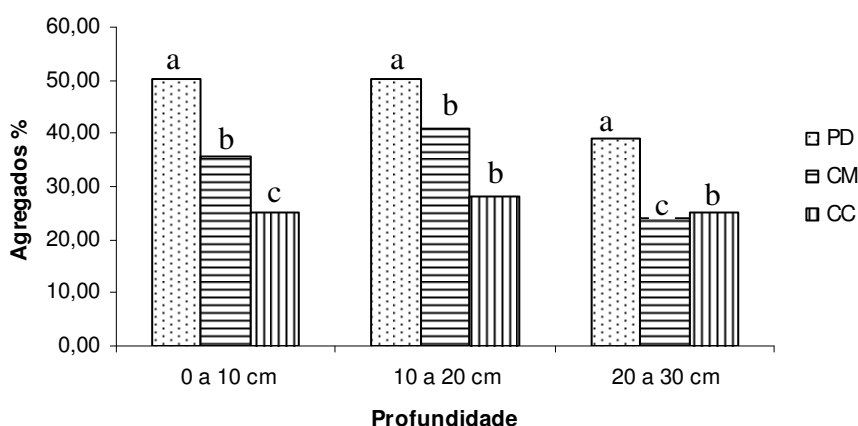


FIGURA 2.15. Porcentagem de Macroagregados Estáveis em Água % em diferentes camadas em sistemas de cultivo: CC – cultivo convencional; CM –cultivo mínimo; PD – Plantio direto. Letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

Assim o plantio direto através da formação e manutenção da cobertura morta no solo, fornece proteção contra o impacto das gotas das chuvas, reduzindo o escoamento superficial e transporte de sedimentos, diminuindo o poder de erodibilidade do solo provocados pelos agentes, nisso sua atuação na proteção do solo contra o efeito dos raios solares reduz a evaporação, temperatura do solo e a amplitude térmica do mesmo, com a decomposição e incorporação da matéria orgânica de forma lenta, favorece uma maior e mais rica atividade microbiana, o que permite maior reciclagem de nutrientes, assim bem como melhores condições para formação de agregados estáveis em água.

Mielniczuk et al.(2003) relatam que um dos principais atributos do solo relacionados a sua qualidade é a formação de macroagregados estáveis, os quais são responsáveis pela estrutura do solo, entre outras propriedades emergentes.

O guandu no sistema de cultivo plantio direto (Figura 2.16), proporcionou maiores valores de percentagem de agregados estáveis em todas as camadas, mostrando que essa cultura teve um melhor desempenho do sistema radicular e da liberação de matéria orgânica na decomposição de suas raízes, bem como na associação com os microorganismos do solo para uma melhor formação em estrutura do mesmo; já para o sistema de cultivo mínimo nas camadas de 0 a 10 cm; 10 a 20 cm e 20 a 30 cm, as culturas crotalária, feijão e guandu (Figura 2.17), respectivamente apresentaram maiores percentagem de agregados estáveis em suas parcelas, mostrando uma alternância de valores entre as culturas nos sistemas de cultivo testados. Para o sistema de cultivo convencional (Figura 2.18) na camada de 0 a 10 cm o guandu obteve maiores valores de agregados estáveis em água, sendo que nas camadas de 10 a 20 cm e de 20 a 30 cm a crotalária obteve maiores valores de percentagem de agregados estáveis em água.

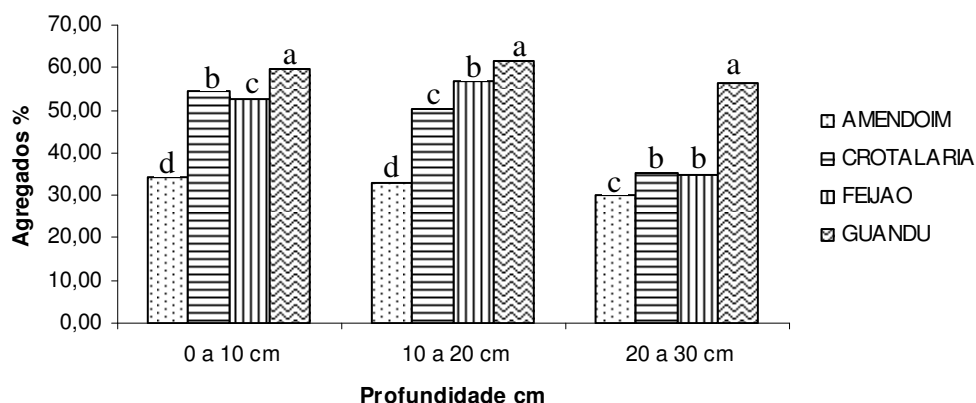


FIGURA 2.16. Percentagem de Agregados Estáveis em Água % e plantas leguminosas (Plantas de cobertura e culturas comerciais) em diferentes camadas no sistema de cultivo Plantio Direto. Letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

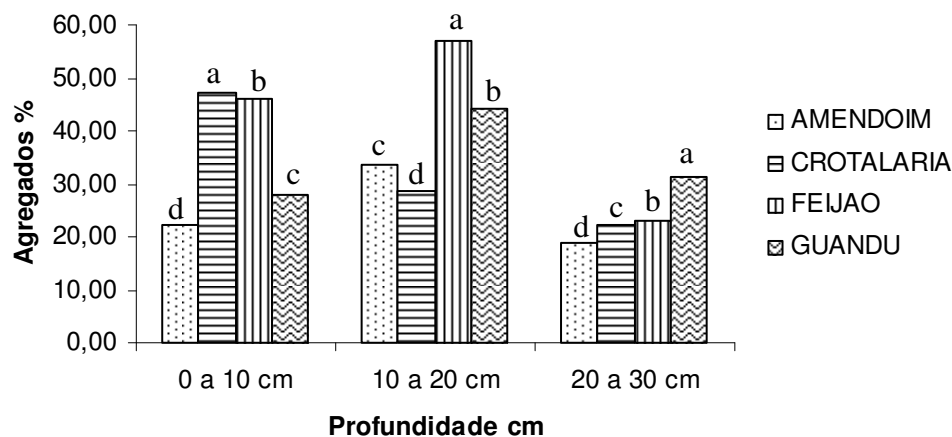


FIGURA 2.17. Percentagem de Agregados Estáveis em Água % e plantas leguminosas (Plantas de Cobertura e culturas comerciais) em diferentes camadas no sistema de Cultivo Mínimo. Letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

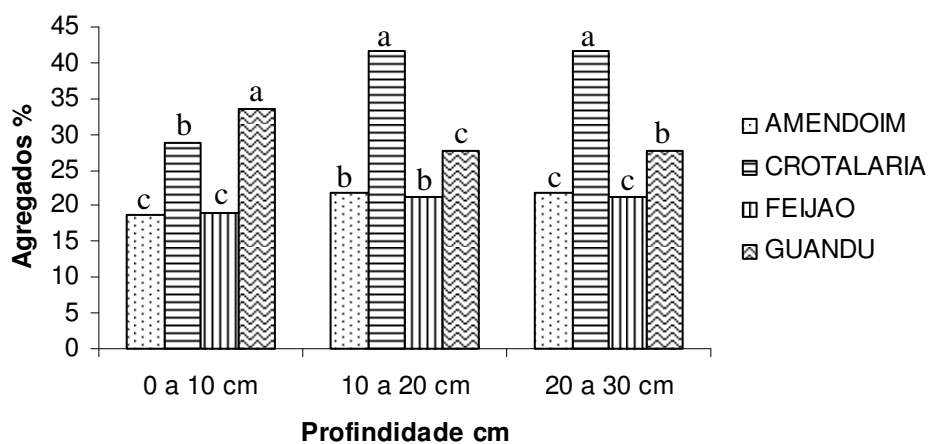


FIGURA 2.18. Percentagem de Agregados Estáveis em Água % e plantas leguminosas (Plantas de cobertura e culturas comerciais) em diferentes camadas no sistema de Cultivo Convencional. Letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se que os parâmetros testados, diâmetro médio ponderado e percentagem de agregados estáveis em água, apresentaram resultados mais satisfatórios entre os sistemas de cultivo conservacionistas como o plantio direto e o cultivo mínimo, caracterizando melhor estrutura das propriedades físicas do solo, proporcionada também pelas plantas leguminosas como a crotalária e o guandu.

Perin et al., (2002) avaliando os teores de carbono orgânico e os índices de agregação do solo, observaram que o uso de leguminosas na cobertura do solo propiciou

os maiores teores de carbono orgânico no solo e os maiores índices de agregação do solo quando comparado com uma área conduzida sob capina.

A presença de algumas espécies de plantas indicadas para plantas de cobertura do solo tem a virtude de evitar a multiplicação de nematóides fitoparasitas. Tem sido reconhecido que a mucuna preta e a crotalária são muito eficientes na redução de população de nematóides (Pavan e Chaves, 1998). Existem, ainda, algumas situações especiais, nas quais as plantas de cobertura conseguem extrair do solo algum nutriente que está numa forma indisponível à maioria das culturas. Um exemplo disso é o caso do Guandu que, devido à reação ácida de suas raízes, é capaz de absorver fósforo do solo, anteriormente não disponível e que depois da decomposição da sua fitomassa retorna ao solo numa forma orgânica, facilmente assimilável pelas plantas cultivadas (Alvarenga et al., 2002).

## 2.4 CONCLUSÕES

No plantio direto foram observados valores mais elevados de Resistência Mecânica à Penetração e Densidade na camada superficial, principalmente até os primeiros 10 cm.

A crotalária proporcionou menores valores de Resistência Mecânica à Penetração em todas as camadas estudadas no sistema plantio direto.

O plantio direto proporcionou maiores valores de percentagem de agregados nas classes de maior tamanho e conseqüentemente mais DMP em todas as camadas estudadas.

## 2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J.A; REINERT, D.J; FIORIN, J.E; RUDELL, J.;PETRERE,C.& FONTINELLI,F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. V19.Viçosa, 1995.p115-119.
- ALVARENGA, R.C,REINERT,D.J,NOVOTNY,E.H, *Cultivo do Milho: Preparo Convencional do Solo*, Embrapa, CNPMS, Sete Lagoas, 2002.
- ALVARENGA, R.C., CRUZ, J.C., NOVOTNY, E.H . *Cultivo do Milho: Plantas de Cobertura do Solo*. Sete Lagoas: EMBRAPA CNPMS; 2002. (EMBRAPA-CNPMS, Comunicado técnico; 41).

- ANDRIOLI, F.F; BRTIN, E. G; MORAES; M; SAI, E.J. FREZZARIN; G.N; *Produção de matéria seca e N Acumulado em plantas de cobertura cultivadas em pré-safra ao milho, em plantio direto* in REUNIAO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA.XVI. Santa Maria, 2004.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; AMADO, T.J.C; MARTIN NETO, L. & FERANDES, S.A. *Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil*. Soil Till. Res., 54:101-109, 2008.
- BERTOL,J.A.Albuquerque, Propriedades Físicas do Solo sob Preparo Convencional e Semeadura Direta em Rotação e Sucessão de Culturas Comparadas ao Campo Nativo, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v28 nº 1, Viçosa, 2004.
- BEUTLER, A.N; SILVA, M.L.N; CURI, N; PEREIRA,M.M; CRUZ,J.C & PEREIRA FILHO, I.A. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo Vermelho Distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos cerrados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*,v 25.Viçosa, 2001.p167-177.
- BLAKE, G.R. & HARTGE, K.H. *Bulk density*. In: KLUTE, A., ed. *Methods of soil analysis*. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, 1986. p.363-375.
- BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, p.1269-1276, 2007.
- COSTA, F. S; ALBUQUERQUE, J. A; BAYER,C; FONTOURA, S. M. V;WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetado pelo plantio direto e preparo convencional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*.v 27.n3. Viçosa. 2003.18p.
- COSTA, F.S. Propriedades físicas e produtividade de culturas de um Latossolo Bruno sob sistemas de manejo do solo em experimento de longa duração. Larges, *Dissertação de Mestrado*. Universidade do Estado de Santa Catarina, 2001. 98p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 412p.
- FLORES, C.A; REINERT, D. J; REICHERT, J. M; ALBUQUERQUE, J. A; PAULETTO, E. A. Recuperação da qualidade estrutural,pelo sistema plantio direto, de um Argissolo Vermelho. *Ciência Rural*, v48, n8. Santa Maria, 2008.p2164-2172.
- FURTADO, D. F, *Sisvar*, DEX/UFLA, Versão 4.6 ( Build 62), Lavras, 2003.
- JUNIOR, G. S. A; REINERT, D.J; REINERT, J..M. Variabilidade temporal da resistência à penetração de um latossolo argiloso sob semeadura direta com rotação de culturas. *Revista Brasileira da Ciência do Solo*. v28 nº3, p.477-484, 2004.
- GIACOMINI, S.J., AITA, C., VENDRUSCOLO, E.R.O., CUBILA, M., NOCOLOSO, R.S., FRIES, M.R. Matéria seca relação c\n e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27. p.325-334, 2003.
- GIAROLA, N. F. B. Estabelecimento de índice de resistência dos solos para quantificação do grau de coesão. *Anais – Workshop coesão em solos do tabuleiros costeiros*. Embrapa Tabuleiros Costeiros. Aracaju.2001.p145-160.
- GOMES, P. F. Curso de estatística experimental. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 467p
- GREGORICH, E.G, *Quality, In Lal, R, Encyclopedia of Soil Science, Marcel Dekker, New York*, 2002, p 1058-1061.



- LARA,R.A; LANÇAS,K.P. Avaliação dos Atributos Físicos de um Nitossolo Vermelho Distrófico sob Sistema Plantio Direto, Preparo Convencional e Mata Nativa. *Revista Brasileira Ciência do Solo* v. 29 nº4, Viçosa, 2005.
- MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F.; LOVATO, T.; FERNANDES, F.F. & DEBARBA, L. *Manejo de solo e culturas e sua relação com estoques de carbono e nitrogênio do solo*. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S.S. & ALVAREZ V., V.H., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v.3. p.209-248.
- OLIVEIRA, T.K; CARVALHO, G.J & MORAIS, R.N.S, Planta de Cobertura do Solo e seus Efeitos sobre o Feijoeiro em Plantio Direto, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v37, nº 8, 2002, p 1079-1087.
- PAVAN, M.A; CHAVES, J.C.D. *A Importância da Matéria Orgânica nos Sistemas Agrícolas*, IAPAR, Londrina, 1998, 36p.
- PEDROTTI, A; MELLO JÚNIOR, A.V. Avanços em Ciência do solo: A Física do Solo na Produção Agrícola e Qualidade Ambiental. Editora da UFS, FAPITEC-SE e SBCS. São Cristóvão, 2009.93p. (no prelo).
- PEDROTTI, A; MELLO JUNIOR, A. V. A compactação do solo e a sua influência na sustentabilidade dos agroecossistemas. Editora da UFS. São Cristóvão, 2009.62p. (em elaboração).
- PEDROTTI, A., HOLANDA, F.S.R. Aspectos *ambientais e tecnológicos do processo produtivo do semi-árido nordestino*. IN. SILVA, T.E.M., LOPES, E.S.A. Múltiplos olhos sobre o semi-árido nordestino- sociedade, desenvolvimento e políticas publicas. Aracaju: FAP. São Cristóvão: UFS. 2003, 303-329.
- PERIN.A; GUERRA, J.G.M., TEIXEIRA, M.G., PEREIRA, M.G., FONTANA, A. Efeito da cobertura viva com leguminosas herbáceas perenes na agregação de um argissolo. *Revista brasileira de ciência do solo*, v. 26, p. 713- 720, 2002.
- PINHEIRO, E.F.M.; PEREIRA, M.G. & ANJOS, L.H.C. Aggregate distribution and soil organic matter under different tillage systems for vegetable crops in a Red Latosol from Brazil. *Soil Till. Res.*, 77:79-84, 2004.
- SANTANA, M. B; SOUZA, L. S; SOUZA, L. D; FONTES, L.E. F. Atributos físicos e distribuição do sistema radicular de citrus como indicadores de horizontes coesos em dois solos de tabuleiros costeiros do estado da Bahia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*,v30,n1. Viçosa, 2006.
- SALTON, J. C; MIELNICZUC, J; BAYER, C; BOENI, M; CONCEIÇÃO, P. C; AMOACY,C. F; MACEDO, M. C. M; BROCH, L.D. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*.v32.n1. Viçosa. 2008.18p.
- PIMENTEL, F.G. *Curso de estatística experimental*, edição 8.São Paulo,1978.430p.
- SILVA1,A.A;SILVA,P.R.F;MINETTO,T;STRIEDER,M.L;JANDREY,D.B;ENDRIGO,P. C.Desempenho agrônomo e econômico do milho irrigado em sucessão a espécies inverniais de cobertura de solo e/ou para produção de grãos. *Cienc. Rural* v.38 n.3 Santa Maria maio/jun. 2008.10p.
- STOLF, R. Teoria e testes experimentais de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*.v15, n3. Campinas, 1991. p 229-235.

- STRECK, V.R; REINERT, O. J; REICHERT, J. M; KAISER, D. R. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. *Revista Ciência Rural*. V34. Santa Maria.2004.p755-760.
- TAVARES, J.F; BARBOSA, G.M.C; GUIMARÃES,M.F & FONSECA, I.C.B. Resistência à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (*Zea mays*) sob diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Roxo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v25.Viçosa,2001.p725-730.
- TORMENA, C.A;FRIEDRICH, R; PINTRO,J. C; COSTA,A. C.S; FIDALSKI,J. Propriedades físicas e estratificação de carbono orgânico num Latossolo Vermelho após dez anos sob dois sistemas de manejo.*Revista Brasileira de Ciência do Solo*,v28,n6. Viçosa, 2004.p 1023-1031.
- VIEIRA, M.J. *Propriedades Físicas do Solo*. In: IAPAR. Plantio Direto no Estado do Paraná, Londrina, 1981.
- WOHLENBERG.E.V, J.M. Reichert. Dinâmica da Agregação de um Solo Franco-Arenoso em Cinco Sistemas de Culturas em Rotação de Culturas. *Revista Brasileira Ciência do Solo* v28 n°5, Viçosa, 2004.
- YODER, R.E. *A Direct Method of Aggregat Analysis of Soil and a Study of the Physical Nature of Erosion Losses*. Journal of America Society of Agronomy, 28: 337-357. 1936.

### CAPÍTULO III

RESENDE, Sérgio Carlos. **Atributos químicos e plantas leguminosas em sistemas de manejo nos tabuleiros costeiros sergipano.** Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão-SE, 2009 (Dissertação - Mestrando em Agroecossistemas).

**RESUMO** - A qualidade química de solos agrícolas pode ser afetada pelo sistema de manejo, onde essas alterações são dependentes do tempo de uso do solo e das condições edafoclimáticas. Neste estudo, avaliou-se o comportamento das propriedades químicas do solo em sistemas de cultivo plantio direto (PD), cultivo mínimo (CM), cultivo convencional (CC) e plantas leguminosas: amendoim (*Arachis hypogea*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), guandu (*Cajanus cajan*) e crotalária (*Crotalaria juncea*) em sucessão todos os anos ao milho doce em um ARGISSOLO VERMELHO Amarelo sob agroecossistemas dos Tabuleiros Costeiros Sergipano. Em relação aos parâmetros químicos estudados como capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V) e teor de fósforo (P) não foi observada diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade, sendo que no sistema de cultivo plantio direto foram observados maiores valores absolutos em todos os parâmetros agrônômicos testados. Quanto as plantas leguminosas o guandu proporcionou maiores valores de fósforo no sistema plantio direto e cultivo convencional. O feijão proporcionou maiores valores de CTC no sistemas de cultivo plantio direto e cultivo mínimo.

**Palavras chave:** plantio direto, propriedade químicas, agroecossistemas.

**ABSTRACT** - The chemical quality of agricultural land may be affected by the management system, where such changes are dependents on time of use of soil and conditions edafoclimáticas. Went evaluated the behaviour of chemical properties soil in tillage cropping systems no-tillage (DP), minimum tillage (CM), conventional tillage (CC) and plants leguminous: peanut (*Arachis hypogea*), beam (*Phaseolus vulgaris*), pea (*Cajanus cajan*) and sunn hemp (*Crotalaria juncea*) in succession all year sweet corn in the Ultissol Red Yellow on a agroecosystems of Table Lands Sergipano. Regarding the chemical parameters studied as cation exchange capacity (CTC), base saturation (V) and content of phosphorus (P) was not significantly different at 5% level of probability, and in cultivation system no-tillage went obseved higher values in all agronomic parameters evaluated. In relation the plants leguminous the pea proportioned higher values of Phosphorus in systems no-tillage and conventional tillage. The beam proportioned higher values of CTC on systems no-tillage and minimum tillage.

**Key words:** no-tillage, chemical property, agroecosystems.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A agricultura dos últimos 50 anos é marcada pela alta aplicação de insumos, onde se inclui a mecanização, irrigação, fertilizantes químicos, pesticidas e herbicidas. A revolução verde acentuou ainda mais a dependência técnica dos agricultores. Entre os anos de 1950 e 1984, a produção de grãos cresceu substancialmente, mais rápida do que a população, em cerca de 2,6 vezes, elevando a produção por pessoa, na média, em 40%. As razões para esse incremento são várias, podendo ser destacados a expansão de terras para a agricultura e o uso das chamadas técnicas modernas de produção. Contudo, desde 1984, essa produção per capita de grãos tem caído anualmente, e as causas para isso são, em parte: a seca, a perda da fertilidade do solo, a erosão e outros. De acordo com o Instituto pela Vigília Mundial, a agricultura mundial está sendo afetada cada vez mais por tendências ambientais, pelo crescimento populacional e pelo mau gerenciamento do solo, que provocou sua erosão com cultivos sucessivos, pela destruição e contaminação de lençóis freáticos, pelo alagamento e salinização de terras irrigadas, e pelos efeitos diversos de possíveis mudanças climáticas (Corson, 1996).

A avaliação da fertilidade do solo é o primeiro passo para a definição das medidas necessárias para a correção e o manejo da sua fertilidade. A análise química é um dos métodos quantitativos mais utilizados para diagnosticar a fertilidade. Ela oferece as seguintes vantagens: baixo custo operacional, disponibilidade de laboratório, rapidez na obtenção e na entrega dos resultados e possibilidade de planejar a recomendação de doses de adubos e corretivos que devem ser aplicados antes da implantação da cultura (Raij et al., 1999).

O conhecimento da variabilidade dos atributos do solo sob diferentes usos e manejos constitui-se numa importante meta para que se possa empregar manejo mais adequado, considerando a aplicação de fertilizantes, estratégias de amostragem e planejamento de delineamento de pesquisa em campo (Bhatti et al., 1991).

O manejo do solo e das culturas são importantes condicionadores da variabilidade de atributos do solo. Solos de mesma classe taxonômica, considerados relativamente homogêneos, podem apresentar variação em seus atributos como resultado da aplicação de diferentes práticas de manejo. Da mesma maneira, solos de classes diferentes, submetidos ao mesmo manejo, podem apresentar atributos semelhantes (Bouma et al., 1999).

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o comportamento químico de um ARGISSOLO VERMELHO Amarelo expresso pelos parâmetros Capacidade de Troca Catiônica, Saturação por Bases e Fósforo submetidos a diferentes sistemas de cultivo (plântio direto, cultivo mínimo e cultivo convencional) e plantas leguminosas: Crotalária (*Crotalaria juncea*), Guandu (*Cajanus cajan*), Feijão (*Phaseolus vulgaris*) e Amendoim (*Arachis hypogea*) em sucessão ao milho doce (*Zea mays L.*), nas condições edafoclimáticas típicas dos Tabuleiros Costeiros Sergipano.

## **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.2.1 Caracterização da área de estudo**

O estudo foi realizado na Estação Experimental Campus Rural do Departamento de Engenharia Agrônômica – DEA, da Universidade Federal de Sergipe – UFS, localizado na porção central da região fisiográfica do Litoral, a 15 Km de Aracaju, cujas coordenadas geográficas de Greenwich são 10°19'S de latitude, 36°39'O de longitude, com altitude de 18m acima do nível médio do mar, em solo classificado como ARGISSOLO VERMELHO Amarelo (antigo Podzólico Vermelho amarelo - PV), conforme Embrapa (1999). A região possui clima, de acordo com a classificação de Köppen, do tipo As', Tropical chuvoso com verão seco e pluviometria em torno de 1200mm anuais, com chuvas concentradas nos meses de abril a setembro.

O experimento foi instalado no ano de 2001, onde vem sendo estudado o comportamento dos sistema de cultivo: cultivo convencional – CC (composto de gradagem com grade niveladora de discos + aração com arado de discos + gradagem), cultivo mínimo – CM (composto de 1 ou 2 gradagens com grade niveladora de discos, sendo que a segunda gradagem somente é realizada quando há incidência considerável de invasoras) e plântio direto – PD (consistindo do não revolvimento do solo) e cultivo de plantas leguminosas em sucessão à cultura do milho doce (*Zea mays L.*) variedade Biomatrix BM 3061.

As plantas leguminosas utilizadas todos os anos em sucessão ao milho doce (*Zea mays L.*) foram: comerciais - feijão (*Phaseolus vulgaris*) e amendoim (*Arachis hypogea*); cobertura - guandu (*Cajanus cajan*) e crotalária (*Crotalaria juncea*). Utilizou-se o esquema de faixas experimentais sendo os tratamentos de manejo de solo dispostos

como faixas e os de culturas em sucessão como subparcelas com três repetições distribuídas ao acaso.

Para controle de invasoras durante o ciclo das diferentes culturas e sistemas de manejo estudados, quando necessário, utilizou-se capina através de enxada nos cultivos mínimo e convencional, sendo usado herbicida no plantio direto. A adubação e a calagem foram feitas de acordo com a análise química do solo, segundo recomendações técnicas.

### **3.2.2 Amostragem e análises químicas do solo**

Foram coletadas amostras compostas de solo na camada de 0 a 20 cm, onde foi utilizada 200 g de solo para secar ao ar e depois passada em peneiras de 2 mm.

Para determinação do Ph em água, conforme metodologia da EMBRAPA (1999), colocou-se 10 cm<sup>3</sup> de terra fina seca ao ar em copo plástico, numerado, de 100 ml, em seguida adicionou-se 25 ml de água destilada, agitando-se com bastão individual e deixando-se em repouso por uma hora, depois agitou-se a mistura novamente com bastão de vidro e mergulhando o eletrodo na suspensão homogeneizada efetuando a leitura do pH.

O cálcio, magnésio e alumínio foram determinados conforme metodologia da EMBRAPA (1997), colocando 10 cm<sup>3</sup> de terra fina seca ao ar e solução de KCl 1 M.

Para a determinação do fósforo, potássio e sódio pela extração com solução de Mehlich 1, foi utilizada a metodologia da EMBRAPA (1997), colocando 10 cm<sup>3</sup> de terra fina seca ao ar em erlenmeyer de 125 ml, em seguida adicionando 100 ml de solução extratora duplo-ácida (HCl 0,05 M + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 M), agitando a solução durante cinco minutos em agitador horizontal circular, deixando decantar até desfazer os montículos que se formam no fundo dos erlenmeyers, onde o resultado do sódio e o potássio foi obtido através da leitura no espectrofotômetro de absorção atômica usando o gás acetato, sendo o fósforo após adição de molibidato de amônio e ácido ascórbico, efetuou-se a leitura no espectrofotômetro 700 plus.

Para a determinação da acidez potencial (H+ Al), foi colocado 5 cm<sup>3</sup> de terra fina seca ao ar em erlenmeyer de 125 ml, em seguida adicionou-se 75ml de solução de acetato de cálcio 0,5 M com pH 7,1-7,2; arrolhando imediatamente e agitando algumas vezes durante o dia, depois deixando decantar durante uma noite após desfazer os montículos que se formam no fundo dos erlenmeyers, depois foi retirada 20 ml da

solução sobrenadante, adicionada a fenolftaleína e titulada com acetato de cálcio, conforme metodologia da EMBRAPA (1999).

Para o cálculo da CTC foi utilizada seguinte fórmula:  $CTC = SB + H + Al$ , onde SB é a soma das bases trocáveis (Ca + Mg + K + Na). Para a saturação por base foi utilizada a seguinte expressão:  $V = 100 \times SB / CTC$ .

Foram avaliados os 12 tratamentos, que derivam da associação dos três sistemas de manejo do solo com quatro plantas leguminosas: amendoim, crotalária, feijão e guandu. Utilizou-se o esquema de faixas experimentais (Pimentel Gomes, 1990) com três repetições dispostas em subparcelas. Cada subparcela possui uma área de 60 m<sup>2</sup> (6 m X 10 m), com espaço entre faixas para permitir a manobra de máquinas e implementos sem prejuízo da faixa vizinha e seguindo o sistema de irrigação por aspersão implantado no local, sendo os tratamentos de manejo de solo dispostos como faixas e os de sucessão de culturas como subparcelas distribuídos ao acaso com três repetições.

Para avaliação e análise estatística dos parâmetros químicos estudados, utilizou-se o teste de medias de Tukey ao nível de significância de 5% através do programa Sisvar (Furtado, 2003).

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando as características químicas do solo (Tabela 3.1), quanto a CTC do solo, pode-se observar que não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os sistemas de cultivo estudados.

TABELA 3.1. Capacidade de Troca Catiônica (CTC) mmolc/dm<sup>3</sup>, nos diferentes sistemas de cultivo, média de 36 combinações. São Cristóvão – Se. 2008.

Sistema de cultivo	Camada 0 a 20 cm
PD	28,424 a
CM	26,250 a
CC	25,666 a

CC – cultivo contínuo (gradagem+aração+gradagem); CM – cultivo mínimo (grade); PD – Plantio direto (sem cultivo). Letras diferentes na vertical diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O sistema de cultivo Plantio Direto proporcionou maiores valores de CTC em relação ao cultivo mínimo e cultivo convencional, mostrando que as propriedades químicas do solo tendem a melhorar nos sistemas conservacionistas, onde este comportamento só é caracterizado no decorrer do tempo no qual o sistema é trabalhado. Nisso as propriedades químicas do solo é influenciada pelo manejo em que há revolvimento freqüente, onde a perda dos nutrientes por lixiviação e outros processos é mais acentuada. Estes resultados estão de acordo com Cavalcante et al.(2007) que, trabalhando com variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob diferentes usos e manejos, observaram também no sistema plantio direto maiores valores de K (potássio), Ca (cálcio), Mg (magnésio) e V (saturação por bases). Resultados semelhantes foram também verificados por Souza & Alves (2003), estudando os atributos químicos de um Latossolo Vermelho distrófico de Cerrado sob diferentes usos e manejos. Em trabalho realizado por Santos (2001) com efeitos de sistemas de produção de grãos e de pastagens sob plantio direto sobre o nível de fertilidade do solo após cinco anos, foi observado que houve diferença significativa quanto aos teores de alumínio, cálcio e magnésio trocáveis afetando assim o resultado da CTC do solo.

Em relação as parcelas onde foram cultivadas as plantas leguminosas para o parâmetro capacidade de troca de cation. Nas parcelas onde foi cultivado o feijão no sistema plantio direto e cultivo mínimo, foram obtidos valores maiores de CTC, sendo que no cultivo convencional o amendoim apresentou maiores valores em CTC em suas parcelas (Figuras 3.1, 3.2 e 3.3).

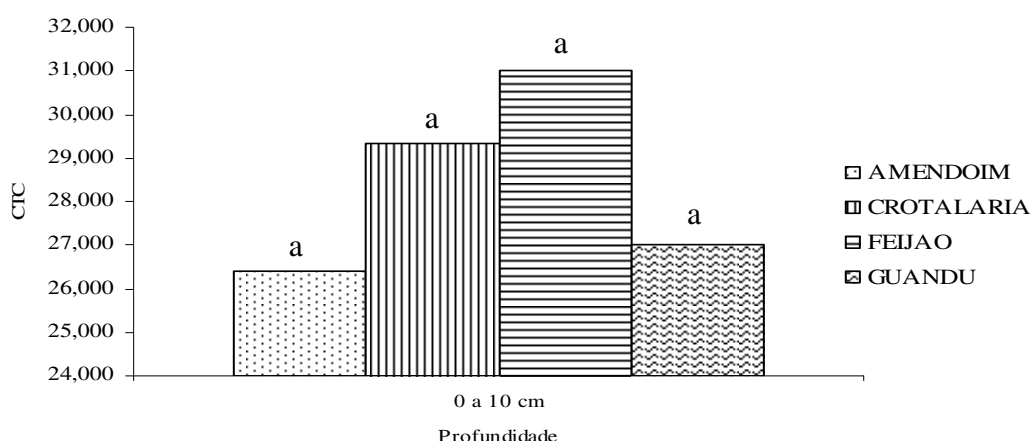


FIGURA 3.1. Capacidade de Troca Catiônica mmolc/dm<sup>3</sup> e plantas leguminosas (Plantas de cobertura e culturas comerciais), camada 0 a 20 cm no sistema de cultivo Plantio Direto. Letras diferentes na horizontal diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



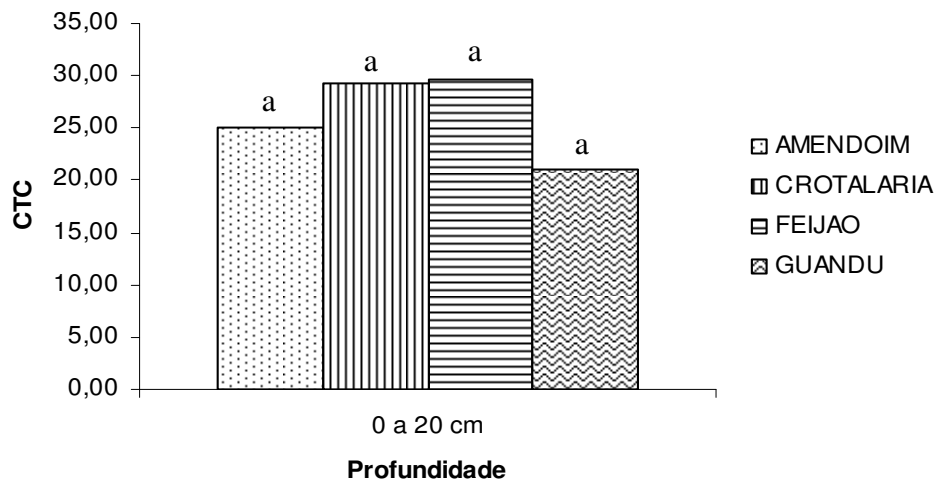


FIGURA 3.2. Capacidade de Troca Catiônica mmolc/dm<sup>3</sup> e plantas leguminosas (Plantas de cobertura e culturas comerciais), camada 0 a 20 cm no sistema de cultivo Mínimo. Letras diferentes na horizontal diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

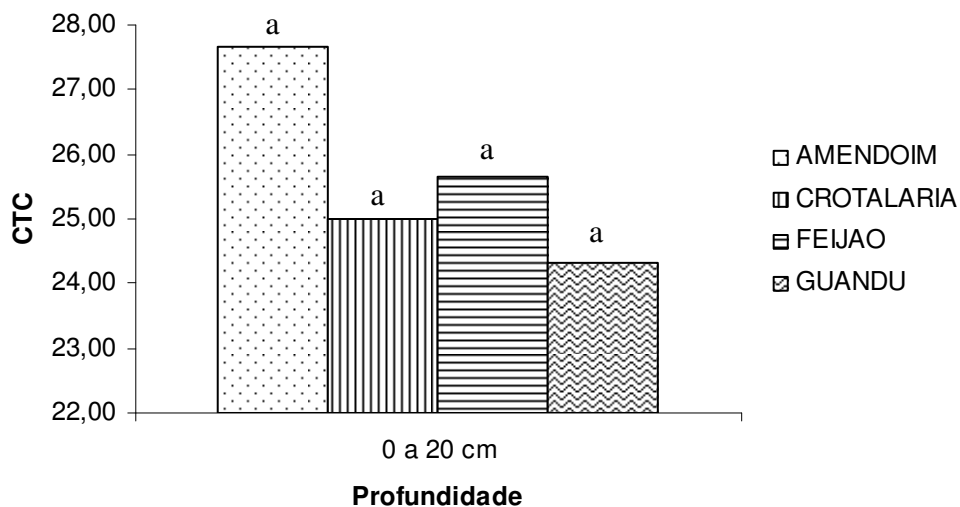


FIGURA 3.3. Capacidade de Troca Catiônica mmolc/dm<sup>3</sup> e plantas leguminosas (Plantas de cobertura e culturas comerciais), camada 0 a 20 cm no sistema de cultivo Convencional. Letras diferentes na horizontal diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Foi observado que apesar de algumas leguminosas proporcionaram resultados superiores as outras, não houve diferença estatística ao nível de 5%, estes resultados estão de acordo com Heinrichs et al.(2005) em trabalho realizado com características químicas de solo e rendimentos de fitomassa de adubos verdes e de grãos de milho, decorrente do cultivo consorciado. Estes autores observaram que não houve influência

dos tratamentos nos seguintes atributos do solo como pH, matéria orgânica, potássio, magnésio, alumínio, hidrogênio mais alumínio, soma de bases e saturação por bases, sendo essa não influência condicionada a um maior tempo para reposição da matéria orgânica para que o solo tenha melhor comportamento químico. Já para Santos et al.(2001) verificaram que houve diferença significativa em relação ao potássio trocável entre todas as camadas de amostragem do solo em todos os sistemas de produção avaliados. No presente experimento a CTC foi menor que 50 mmolc dm<sup>3</sup>, em todos os sistemas de cultivo estudados. Estes resultados estão de acordo com Frazão et al.(2008) em trabalho realizado com propriedades químicas de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado Mato-grossense, onde observaram que a capacidade de troca de cátions foi menor que 50 mmolc dm<sup>3</sup> em todos os sistemas de manejo estudados.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 3.2, no que se refere a saturação por bases, observa-se que não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os sistemas de cultivo estudados.

TABELA 3.2. Saturação por Bases (%) nos diferentes sistemas de cultivo, média de 36 combinações. São Cristóvão – Se. 2008.

Sistema de cultivo	Camada 0 a 20 cm
PD	77,00 a
CM	71,58 a
CC	66,16 a

CC – cultivo contínuo (gradagem+aração+gradagem); CM – cultivo mínimo (grade); PD – Plantio direto (sem cultivo). Letras diferentes na vertical diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O plantio direto obteve maiores valores de Saturação por Bases em relação aos sistemas de cultivo mínimo e cultivo convencional, mostrando que o comportamento químico do solo tende a melhorar em sistemas conservacionistas.

O sistema de cultivo convencional foi o que obteve menores valores de saturação por bases, apesar de não diferir estatisticamente. Isso pode ser decorrente do freqüente revolvimento do solo, fazendo com que haja uma maior lixiviação dos nutrientes essenciais às plantas. Foi observado também que a saturação por bases foi maior que 50% em todos os sistemas de cultivo estudados.

Silva et al.(2007) trabalhando com variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob diferentes usos e manejos, observaram que os sistemas plantio direto e convencional apresentaram os maiores valores de K (potássio), Ca (cálcio), Mg (magnésio) e V (saturação por bases) quando comparados aos sistemas cerrado e pastagem, uma vez que os dois primeiros envolviam o uso de culturas anuais, nas quais foram feitas adubações com fertilizantes minerais. Frazão et al.(2008) também identificaram no plantio direto uma saturação por bases maior que 50%, inferindo que a saturação por bases (V%) provavelmente será mais elevada no sistema plantio direto, quando houver maior tempo de implantação (quatro e cinco anos), o que propicia melhores condições para o cultivo agrícola.

Avaliando o comportamento das plantas leguminosas quanto à saturação por bases, para cada sistemas de cultivo, foi observado que houve uma oscilação muito acentuada de resultados entre as leguminosas comparadas. A crotalária quando cultivada em sucessão ao milho doce proporcionou maiores valores de saturação por bases no sistema de cultivo plantio direto (Figuras 3.4), sendo o guandu proporcionou maiores valores de saturação por bases quando cultivado em sucessão ao milho doce no sistema de cultivo mínimo (Figura 3.5) e no sistema cultivo convencional o feijão proporcionou maiores valores de saturação por bases (Figura 3.6).

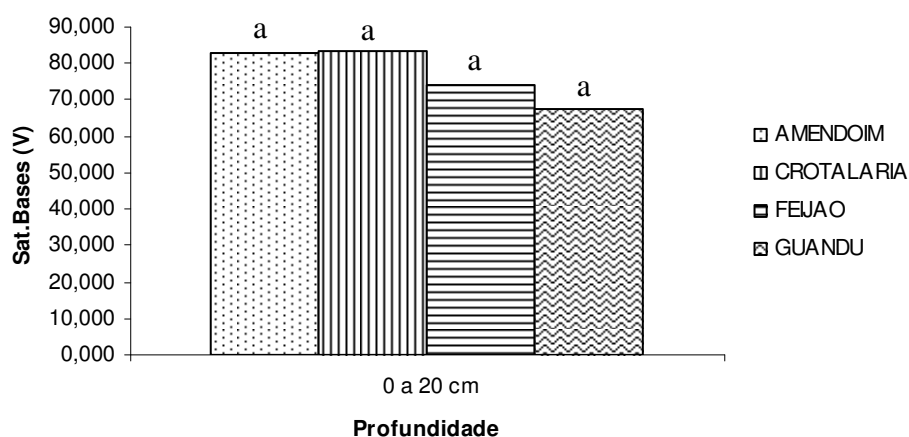


FIGURA 3.4. Saturação por Bases % e plantas leguminosas (Plantas de cobertura e culturas comerciais), camada 0 a 20 cm no sistema de cultivo Plantio Direto. Letras diferentes na horizontal diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

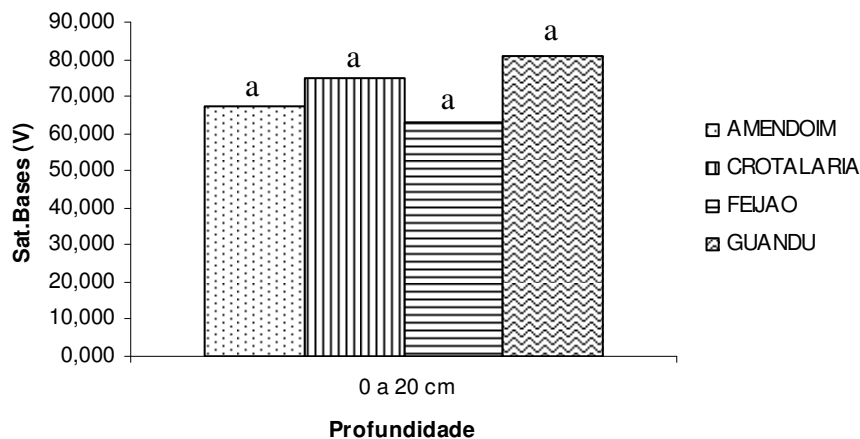


FIGURA 3.5. Saturação por Bases % e plantas leguminosas (Plantas de cobertura e culturas comerciais), camada 0 a 20 cm no sistema de Cultivo Mínimo. Letras diferentes na horizontal diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

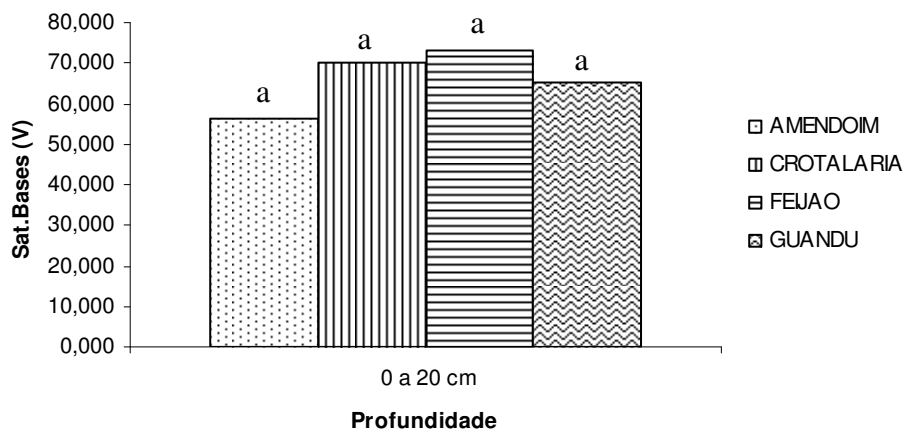


Figura 3.6. Saturação por Bases % e plantas leguminosas (Plantas de cobertura e culturas comerciais), camada 0 a 20, cm no sistema de Cultivo Convencional. Letras diferentes na horizontal diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Analisando os dados do teor de fósforo em relação aos sistemas de cultivo estudados, foi observado que não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 3.3).

TABELA 3.3. Teor de Fósforo (ppm) nos diferentes sistemas de cultivo, média de 36 combinações. São Cristóvão – Se. 2008.

Sistema de cultivo	Camada 0 a 20 cm
PD	4,916 a
CM	2,416 a
CC	1,000 a

CC – cultivo contínuo (gradagem+aração+gradagem); CM – cultivo mínimo (grade); PD – Plantio direto (sem cultivo). Letras diferentes na vertical diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O sistema de cultivo plantio direto obteve maiores valores de fósforo em relação ao cultivo mínimo e cultivo convencional, apesar de não diferir estatisticamente. O cultivo convencional obteve menores valores de fósforo em relação aos demais sistemas de cultivo estudados

O teor de fósforo nos sistemas de cultivo estudados mostrou-se baixo, sendo que o sistema plantio direto proporcionou maiores valores em relação aos demais sistemas de cultivo estudados, mostrando que o não revolvimento do solo, a quantidade de resíduos orgânicos de forma lenta quanto a sua decomposição e as adubações realizadas faz com que o sistema de cultivo plantio direto apresente melhor comportamento químico quanto ao teor de fósforo.

Segundo Fontana (2005) os baixos valores de P podem ser decorrentes da adsorção promovida pelos óxidos de ferro presentes no perfil, ou pela extração e remoção pelas culturas.

De acordo com os resultados apresentados nas Figuras 3.9, 3.10 e 3.11 o guandu proporcionou maiores valores de fósforo no sistema plantio direto e no cultivo convencional, sendo que no cultivo mínimo o amendoim proporcionou maiores valores de fósforo.

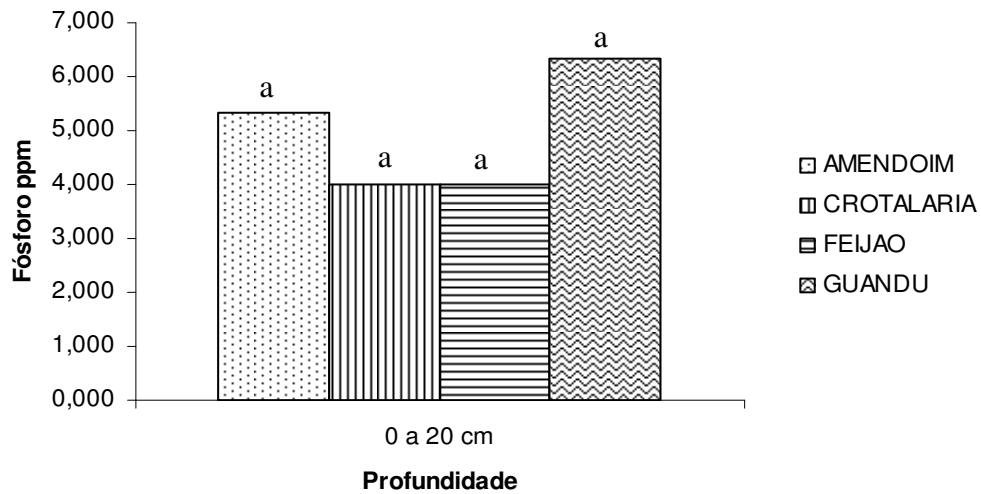


FIGURA 3.7. Fósforo (ppm) e plantas leguminosas (Plantas de cobertura e culturas comerciais), camada 0 a 20, cm no sistema de Cultivo Plantio Direto. Letras diferentes na horizontal diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

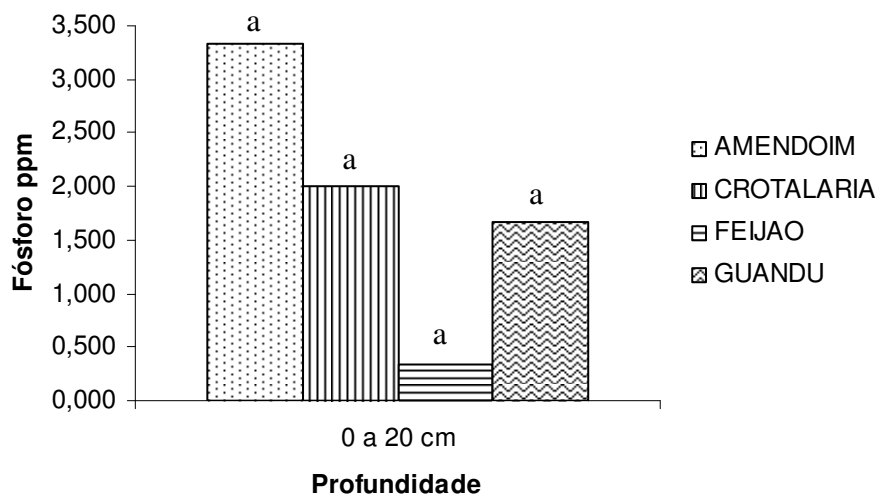


FIGURA 3.8. Fósforo (ppm) e plantas leguminosas (Plantas de cobertura e culturas comerciais), camada 0 a 20, cm no sistema de Cultivo Mínimo. Letras diferentes na horizontal diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

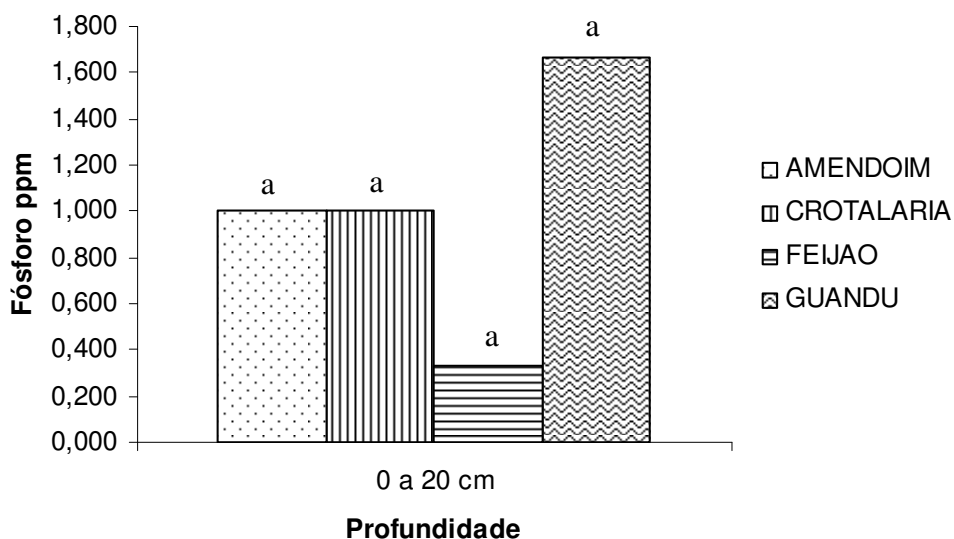


FIGURA 3.9. Fósforo (ppm) e plantas leguminosas (Plantas de cobertura e culturas comerciais), camada 0 a 20, cm no sistema de Cultivo Convencional. Letras diferentes na horizontal diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Este comportamento do guandu deve-se, provavelmente, ao sistema radicular do mesmo ser mais agressivo, explorando as camadas inferiores a 20 cm em busca de outros elementos, diminuindo a absorção do fósforo nas camadas superficiais, além da decomposição de suas raízes facilitarem a melhora das condições químicas do solo, como também pela sua alta produção de fitomassa, aumentando o teor de matéria orgânica restabelecendo uma maior quantidade de fósforo na camada até 20 cm. Segundo Heinrichs et al.(2005) em trabalho realizado com características químicas de solo e rendimento de adubos verdes e de grãos de milho decorrente do cultivo consorciado, observaram que os teores de fósforo na camada de 10-20 cm foram influenciados pela aplicação dos tratamentos nos dois anos de cultivo, onde no primeiro ano foram obtidos maiores valores no Guandu anão. Frazão et al.(2008) observaram que os maiores teores de P, em relação ao sistema nativo, foram obtidos no sistema plantio direto, com valores entre 11,2 e 20 mg dm<sup>3</sup> nas camadas de solo até 20 cm. Em razão da baixa mobilidade, o acúmulo de P (fósforo) nas camadas superficiais também pode estar ligado à deposição de resíduos culturais, o que favorece a redistribuição de formas orgânicas do elemento que são menos susceptíveis ao processo de degradação (Santos & Tomm, 2003). Segundo Salmi et al.,(2006) levando em consideração a elevada taxa de liberação do N, P e K das leguminosas, logo depois do seu manejo, é importante na busca de estratégias para maximizar o aproveitamento de nutrientes pelas culturas comerciais.

### 3.4 CONCLUSÕES

Os sistemas de cultivo estudados não diferiram estatisticamente.

O sistema de cultivo plantio direto, apesar de não diferir estatisticamente, obteve valores mais elevados de CTC, V e fósforo.

O sistema de cultivo convencional proporcionou menores valores de CTC e fósforo.

O feijão proporcionou maiores valores de CTC nos sistema de cultivo plantio direto.

O guandu proporcionou maiores valores de fósforo nos sistemas de cultivo plantio direto e cultivo convencional.

### 3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAGÃO, C.A.; DANTAS, B.F.; ALVES, E.; CATANEO, A.C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Atividade amilolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super doce tratadas com ácido giberélico. *Revista Brasileira de Sementes*, v.25, n.1, p.43-48, 2003.
- BHATTI, A.U.; MULLA, D.J. & FRAZIER, B.E. *Estimation of soil properties and wheat yields on complex eroded hills using geostatistics and thematic mapper images*. Remote Sens. Environ., 37:181-191, 1991.
- BOUMA, J.; STOOORVOGEL, J.; ALPHEN, B.J. & BOOLTINK, H.W.G. *Pedology, precision agriculture, and the changing paradigm of agricultural research*. Soil Sci. Soc. Am. J., 63:1763-1768, 1999.
- CAVALCANTE, E. G. S; ALVES, C.A; SOUZA,Z.M; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob diferentes usos e manejos, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol.31, n.6, Viçosa, 2007.p13.
- CAVALCANTE, E.G.S; ALVES, M.C; SOUZA, Z.M; Gener Tadeu PEREIRA, G.T. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob diferentes usos e manejos, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol.31 no.6 Viçosa Nov./Dec. 2007. 13p.
- CORSON, W.H. *Manual global de ecologia: o que você pode fazer a respeito da crise do meio ambiente*. 2.ed. São Paulo: Augustos, 1996. 413p.
- EMBRAPA. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*, Brasília, 1997.370p.
- FONTANA; PEREIRA,M.G; LOSS,A; CUNHA,T.J.F; SALTON,J.C. Atributos de fertilidade e frações húmicas de um Latossolo Vermelho no Cerrado, *Pesquisa agropecuária brasileira*, v.41 n.5 Brasília maio 2006.13p.



- FRAZÃO,L.A; PÍCCOLO,M.C; FEIGL, B.J; CERRI, C.C; PELLEGRINO,C.E.C. Propriedades químicas de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado mato-grossense. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília,2008.11p.
- FURTADO, D. F, *Sisvar*, DEX/UFLA, Versão 4.6 ( Build 62), Lavras, 2003.
- HEINRICHS, R; VITTI, G. C; MORREIRA, A; FIGUEIREDO, P. A. M; FANCELLI, A. L; CORAZZA, E.J. Características químicas de solo e rendimento de adubos verdes e de grãos de milho, decorrente do cultivo consorciado, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v29,n1, Viçosa, 2005. p71-79.
- MALAVOLTA,E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA,E. *Manual de química agrícola: Nutrição de plantas e fertilidade do solo*. São Paulo: Ceres, 1976. 528p.
- PAIVA,E; VASCONCELOS,M.J.E; PARENTONE,S.N; EUGÊNIO,E; MAGNAVACA,R. Seleção de progênies de milho doce de alto valor nutritivo com auxílio de técnicas eletroforéticas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v 27,Brasília, 1992. p 1213-1218.
- RAIJ, B. V; SILVA, F.C; EIRA, P.A; ABREU, C.A; GIANELLO,C; PEREZ, D,V; QUAGGIO, J.A; TEDESCO, M.J; FERREIRA, M.A; BARRETO, W.O. *Análise químicas para avaliação da fertilidade do solo*, cap 3,in: Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes, EMBRAPA, Brasília.1999. 370p.
- SALMI,G.P; Alexandre PORTO,A.S; ABBOUD,A.C.S. Dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes de genótipos de guandu sob cultivo em aléias, *Pesquisa agropecuária brasileira*, v.41 n.4 Brasília abr. 2006.12p.
- SANTOS, H.P.; TOMM, G.O. Disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica em função dos sistemas de cultivo e manejo do solo. *Ciência Rural*, v.33, p.477-486, 2003.
- SANTOS,H.P;FONTANELI, R.S;TOMM,G.O. Efeito de sistemas de produção de grãos e de pastagens sob plantio direto sobre o nível de fertilidade do solo após cinco anos, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v 25,n3,2001. p645-653.
- SCAPIM, C.A.; CRUZ, C.D.; ARAÚJO, J.M. Cruzamentos dialélicos entre sete cultivares de milho doce. *Horticultura Brasileira.*, Brasília, v.13, n.1, p.19-21. 1995.
- SILVA, A.A1; SILVA,P. R F; SUHRE,E; ARGENTA, G; STRIEDER, M. L; RAMBO,R. Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão. *Ciência Rural*, v.37 n.4 Santa Maria jul./ago. 2007.13p.
- SOUZA, Z.M. & ALVES, M.C. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado sob diferentes usos e manejos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*,v27.Viçosa,2003. p133-139.

## CAPÍTULO IV

RESENDE, Sérgio Carlos. **Atributos microbiológicos do solo e sistemas de manejo em agroecossistemas dos tabuleiros costeiros sergipano.** Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão-SE, 2009 (Dissertação – Mestrado em Agroecossistemas).

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos microbiológicos do solo tais como: biomassa microbiana, respiração basal e quociente metabólico, como também o carbono orgânico total do solo, utilizando três sistemas de cultivo (Plantio Direto, Cultivo Mínimo e Cultivo Convencional), associando ao cultivo com plantas leguminosas como feijão (*Phaseolus vulgaris*), amendoim (*Arachis hypogea*), Guandu (*Cajanus cajan*) e Crotalária (*Crotalaria juncea*) em sucessão ao milho doce (*Zea mays L.*) em um agroecossistema dos tabuleiros costeiros sergipano. O delineamento foi feito em faixas (sistemas de cultivo) com parcelas subdivididas (leguminosas), utilizando três repetições. O sistema de cultivo Plantio Direto contribuiu mais para a melhoria dos atributos microbiológicos do solo em relação aos sistemas de Cultivo Mínimo e Cultivo Convencional, onde foi observado maior valor de biomassa microbiana, maior valor em carbono orgânico, menor valor de respiração basal e menor valor em quociente metabólico. O guandu proporcionou maiores valores de biomassa microbiana e carbono orgânico no sistema de cultivo plantio direto.

**Palavras chave:** atributos microbiológicos, sistemas de cultivo, plantio direto.

**ABSTRACT** - The purpose of this study was to evaluate the soil microbiological attributes as: microbial biomass, basal breath, metabolic quotient and organic carbon from the soil, using three cropping systems (no-tillage, minimum tillage and conventional tillage), involving the cultivation of plants leguminous like bean (*Phaseolus vulgaris*), peanut (*Arachis hypogea*), pea (*Cajanus cajan*) and sunn hemp (*Crotalaria juncea*) in succession sweet corn (*Zea mays L.*) on a Table Lands sergipano agroecosystem. The design was done in bands (cropping systems) with split plot (leguminous), using three replicates. The system of crop no-tillage directions to the improvement of microbiological soil attributes in relation to systems of minimum tillage and conventional tillage, where went observed greater value of microbial biomass, greater value in organic carbon, lower value of basal breath and lower value in metabolic quotient. The pea (*Cajanus cajan*) proportioned higher values of microbial biomass and organic carbon in system no-tillage. The sunn hemp (*Crotalaria juncea*) proportioned higher values of organic carbon in system conventional tillage.

**Key words:** microbiological attributes, cropping systems, no-tillage.

## 4.1 INTRODUÇÃO

Os problemas globais de degradação ambiental e a necessidade da produção agrícola sustentável e ecologicamente correta enfatizam a necessidade de estudos sobre processos microbiológicos do solo, pois estes são partes essenciais do funcionamento de todos os ecossistemas terrestres. Os microorganismos do solo desempenham um papel essencial na produtividade de ecossistemas agrícolas e no funcionamento dos ecossistemas naturais, podendo esse papel ser benéfico ou danoso (Siqueira et al.,1988).

O desenvolvimento de uma agricultura sustentável exige a seleção de indicadores capazes de atestar o estado geral da qualidade do agroecossistema que possibilite uma avaliação das práticas de manejo aplicadas ao solo. A biota do solo, componente fundamental na ciclagem de nutrientes, influencia vários níveis de cadeia trófica por meio da sua atuação em processos bioquímicos do solo, como a decomposição da matéria orgânica, estabelecendo um processo de interdependência com a cobertura vegetal (Nusslein,1999). Esses processos envolvem a participação de componentes da fauna e microorganismos do solo, notadamente fungos e bactérias. Além dos decompositores, também estão presentes no solo microorganismos de reconhecida importância para o crescimento vegetal, tais como fungos micorrízicos e bactérias fixadoras de nitrogênio, que afetam a absorção e a disponibilidade de nutrientes e a estabilidade da matéria orgânica. Uma maior estabilidade do sistema tem sido associada a uma alta diversidade da microbiota do solo, o resultado em redundância de grupos funcionais e é uma característica capaz de garantir resiliência do agroecossistema a estresses ambientais e antrópicos (Xavier et al.,2005).

Segundo Doran & Parkin (1994), a qualidade do solo pode ser conceituada como a capacidade de esse recurso exercer várias funções, dentro dos limites do uso da terra e do ecossistema, para sustentar a produtividade biológica, manter ou melhorar a qualidade ambiental e contribuir para a saúde das plantas, dos animais e humana. Um dos desafios atuais da pesquisa é como avaliar a qualidade de um solo de maneira simples e confiável. Segundo esses autores, ela pode ser medida por meio da quantificação de alguns atributos, ou seja, de propriedades físicas, químicas e biológicas, que possibilitem o monitoramento de mudanças, a médio e longo prazo, no estado de qualidade desse solo (Araújo et al.,2007).

As variações nos números de indivíduos ou na dinâmica bioquímica natural da comunidade de microrganismos do solo, que podem ocorrer em consequência da ação antropogênica ou das variações sazonais naturais, podem ser medidas pela variação da biomassa microbiana e por variações de diferentes processos enzimáticos que podem servir como bioindicadores (Nielsen & Winding, 2002).

Os microrganismos são os principais agentes da atividade bioquímica do solo, estando envolvidos diretamente em todos os processos biológicos e influenciando processos físicos e químicos. A fauna do solo, no entanto, pode influenciar os processos por meio de duas principais vias: diretamente pela modificação física da serrapilheira e do ambiente do solo, e indiretamente, pelas interações com a comunidade microbiana (Gonzalez et al.,2001).

Segundo Passos (2007) dentre os componentes da matéria orgânica do solo, os microrganismos são um dos mais afetados pelo uso e manejo do solo, exercendo ação importante na agregação dos solos. Práticas de cultivo aumentam a oxidação da matéria orgânica pela quebra dos agregados do solo, expondo novas superfícies ao ataque de microrganismos.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o comportamento microbiológico de um ARGISSOLO VERMELHO Amarelo expresso pelos parâmetros Biomassa Microbiana, Respiração Basal, Quociente Metabólico e Carbono Orgânico submetido a diferentes sistemas de cultivo (plantio direto, cultivo mínimo e cultivo convencional) e de plantas leguminosas (Crotalária, Guandu, Feijão e Amendoim), nas condições edafoclimáticas típicas dos Tabuleiros Costeiros Sergipano.

## **4.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.2.1 Caracterização da área de trabalho**

O estudo foi realizado na Estação Experimental Campus Rural do Departamento de Engenharia Agrônoma – DEA, da Universidade Federal de Sergipe – UFS, localizado na porção central da região fisiográfica do Litoral, a 15 Km de Aracaju, cujas coordenadas geográficas de Greenwich são 10°19'S de latitude, 36°39'O de longitude, com altitude de 18m acima do nível médio do mar, em solo classificado como ARGISSOLO VERMELHO Amarelo (antigo Podzólico Vermelho amarelo - PV),

conforme Embrapa (1999). A região possui clima, de acordo com a classificação de Köppen, do tipo As', Tropical chuvoso com verão seco e pluviometria em torno de 1200 mm anuais, com chuvas concentradas nos meses de abril a setembro.

O experimento foi instalado no ano de 2001, onde vem sendo estudado o comportamento dos sistemas de cultivo: cultivo convencional – CC (composto de gradagem com grade niveladora de discos + aração com arado de discos + gradagem), cultivo mínimo – CM (composto de 1 ou 2 gradagens com grade niveladora de discos, sendo que a segunda gradagem somente é realizada quando há incidência considerável de invasoras) e plantio direto – PD (consistindo do não revolvimento do solo) e cultivo de plantas leguminosas em sucessão à cultura do milho doce (*Zea mays L.*) variedade Biomatrix BM 3061.

As plantas leguminosas utilizadas todos os anos em sucessão ao milho doce (*Zea mays L.*) foram: comerciais - feijão (*Phaseolus vulgaris*) e amendoim (*Arachis hipogea*); cobertura - guandu (*Cajanus cajan*) e crotalária (*Crotalaria juncea*). Utilizou-se o esquema de faixas experimentais sendo os tratamentos de manejo de solo dispostos como faixas e os de culturas em sucessão como subparcelas com três repetições distribuídas ao acaso.

Para controle de invasoras durante o ciclo das diferentes culturas e sistemas de manejo estudados, quando necessário, utilizou-se capina através de enxada nos cultivos mínimo e convencional, sendo usado herbicida no plantio direto. A adubação e a calagem foram feitas de acordo com a análise química do solo, segundo recomendações técnicas.

#### **4.2.1 Amostragem e análises microbiológicas do solo**

As amostras foram retiradas do solo (200 gramas), colocadas em caixas de isopor com gelo e levadas imediatamente para o Laboratório.

Para determinação do carbono orgânico conforme metodologia da EMBRAPA (1997), foi triturado em gral 20 g de terra fina seca ao ar e passado em peneira de 80 mesh, depois foi pesado 0,5 g da terra fina seca ao ar triturada e colocada em um erlenmeyer de 250 ml, em seguida foi pipetada 10 ml da solução de bicromato de potássio 0,2 M adicionado à amostra de solo, colocada em um tubo de ensaio de 25 mm de diâmetro 250 mm de altura, cheio de água e protegido com papel aluminizado, na boca do erlenmeyer, em seguida aquecida em placa elétrica até a fervura branda,

durante 5 minutos. Após resfriar foi colocado 1 ml de ácido ortofosfórico e indicador difenilamina, agitando-se e titulando-se com sulfato ferroso amoniacal 0,05M e anotando-se o volume gasto.

O carbono da biomassa microbiana foi avaliado pelo método da fumigação-extração, de acordo com Vance et al. (1987), que se baseia no fato de que o carbono dos microrganismos mortos pela fumigação é liberado para o solo, de onde é possível extraí-lo quimicamente. Subamostras fumigadas e não fumigadas são submetidas à extração com  $K_2SO_4$  (0,5 mol L<sup>-1</sup>), por 2 h sob agitação, e, depois, são centrifugadas e filtradas. Em seguida foi retirado 9 ml do filtrado e levado ao freezer em tubos fechados por 24 horas. A biomassa foi determinada por colorimetria onde foi preparada a solução de trabalho com um balão volumétrico de 1000 ml, contendo 200 ml de H<sub>2</sub>O desmineralizada, foi adicionado em ordem: 300 ml de pirofosfato de sódio ( $Na_4P_2O_7$ ) 0,1 M; 46 ml de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 0,5 M; 20 ml de permanganato de potássio (KMnO<sub>4</sub>) 0,1 M, 80 ml de sulfato de manganês mono-hidratado (MnSO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O) 0,1 M. Em seguida foram preparadas as amostras para leitura, onde foi pipetado 2 ml do extrato filtrado e 3 ml de água deionizada para recipiente de vidro e adicionado, em ordem, 2,5 ml da solução de trabalho (ST) e 2,5 ml de ácido sulfúrico concentrado. Agitou-se e foi deixado em repouso por um período de 02 horas. Após este período, foi lida a absorvância da curva padrão e das amostras em espectrofotômetro utilizando-se um comprimento de ondas de 495 nm. Em seguida foi encontrada a equação de reta entre a absorvância e a concentração de C da biomassa microbiana através da equação  $C$  (mg.L<sup>-1</sup>) = ((Absorb-a) /b) \* (V/P) \* F Onde: C, concentração de carbono; Abs, absorvância da amostra analisada; a, intercepto da reta encontrada na curva padrão; b, coeficiente de declividade da reta; V, volume usado na extração; P, peso seco do solo; f, fator de diluição.

Para a determinação da Respiração Basal, as amostras foram peneiradas em peneiras de 2 mm, onde em seguida foi pesado 32 g de solo, sendo ajustada a umidade através dos valores na capacidade de campo do solo, colocou-se 4 ml de NaOH 0,3 M em frascos separados dentro dos frascos que estavam o solo, sendo em seguida fechados e colocados para incubação por 10 dias. Em seguida foram retirados os frascos que continham o NaOH e foi colocado 3 ml de BaCl (60g/300ml H<sub>2</sub>O) e 2 gotas de Fenolftaleína, titulando-se em seguida com HCl 0,125 M (250 ml HCl 0,25M/ 250 ml H<sub>2</sub>O), anotando-se o volume gasto em cada amostra. Foi colocado novamente 4 ml de NaOH junto aos frascos que continham o solo, fechados e colocados em local escuro

por mais 10 dias. A taxa de respiração por unidade de biomassa, ou quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>), foi obtida pela relação entre a taxa de respiração basal, que consiste na medida da produção de CO<sub>2</sub>, resultante da atividade metabólica no solo, pela unidade de biomassa microbiana (Anderson & Domsch, 1985).

Para avaliação e análise estatística dos parâmetros químicos estudados, utilizou-se o teste de medias de Tukey ao nível de significância de 5% através do programa Sisvar (Furtado,2003).

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 4.1, na análise da biomassa microbiana podemos observar que houve diferença significativa ao nível de 5 % de probabilidade entre os sistemas de cultivo estudados.

TABELA 4.1. Carbono da Biomassa Microbiana (mg C/g de solo seco) nos diferentes sistemas de cultivo, média de 36 combinações. São Cristóvão – Se. 2008.

Sistema de cultivo	Camada 0 a 10 cm	Camada 10 a 20 cm
PD	0,180 a	0,163 a
CM	0,076 b	0,050 b
CC	0,041 c	0,046 c

CC – cultivo contínuo (gradagem+aração+gradagem); CM – cultivo mínimo (grade); PD – Plantio direto (sem cultivo). Letras diferentes na vertical diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados da Tabela 4.1 mostram que no sistema de cultivo plantio direto foi observado maiores valores de biomassa microbiana nas camadas de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm em relação aos sistemas cultivo mínimo e cultivo convencional, indicando que o não revolvimento do solo condiciona maior atividade microbiana.

Os maiores valores de biomassa microbiana no plantio direto são provavelmente decorrentes do acúmulo de matéria orgânica ocasionado pela menor taxa de decomposição em relação ao sistema convencional, onde há maior revolvimento do solo e incorporação dos restos vegetais aumentando assim a taxa de decomposição. No plantio direto, onde não ocorre o revolvimento do solo, o ambiente tende a promover o equilíbrio à medida que o sistema vai atuando. No sistema de cultivo mínimo há um menor revolvimento do solo, fazendo com que o carbono da biomassa microbiana seja maior do que no sistema de cultivo convencional e menor do que o sistema de cultivo

plântio direto. O menor valor de biomassa microbiana ocorreu no sistema de cultivo convencional, mostrando que o revolvimento intenso do solo provoca alterações tanto nas suas propriedades físicas e químicas, estabelecendo condições que se refletem na diminuição do carbono da biomassa microbiana. Esses resultados se assemelham aos obtidos por Mendes et al.(2003) que, trabalhando com Propriedades biológicas em agregados de um Latossolo Vermelho escuro sob plântio convencional e direto no cerrado, constataram que o sistema plântio direto apresentou maior nível de carbono da biomassa microbiana em relação ao cultivo convencional. Figueiredo et al.(2007), em trabalho realizado com carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em resposta a diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Vermelho no cerrado, observaram maior teor de carbono microbiano no plântio direto a partir do segundo ano quando comparados com cultivo com aração. Mendes et al. (2003) e Costa et al. (2006) verificaram tendência de maiores valores de carbono da biomassa microbiana em solo sob sistema de plântio direto, o que indica que esse sistema favorece a atividade biológica do solo. Guggenberger et al.(1999), em trabalho realizado com bactérias e fungos em agroecossistemas com sistema de cultivo convencional e sistema de plântio direto, também observaram maiores valores de carbono da biomassa microbiana no sistema plântio direto. Mozaniel et al.(2007) em trabalho realizado com atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo, observaram que houve efeito significativo do sistema de manejo do solo sobre o carbono da biomassa microbiana, onde o solo sob plântio direto apresentou maior valor (292 mg de C kg<sup>-1</sup> de solo) que o solo sob plântio convencional (262 mg de C kg<sup>-1</sup> de solo).

Com base nas amostras de solo coletadas podemos observar na Tabela 4.2, que houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre as plantas leguminosas testadas para a análise do carbono da biomassa microbiana em todos os sistemas de cultivo estudados.



TABELA 4.2. Carbono da Biomassa Microbiana (mg C/g de solo seco) nos diferentes sistemas de cultivo e plantas leguminosas empregadas; média de 36 combinações. São Cristóvão – Se. 2008.

Culturas	Camada 0 a 10 cm			10 a 20 cm		
	PD	CM	CC	PD	CM	CC
Amendoim	0,115 d	0,154 a	0,032 b	0,156 c	0,041 c	0,001 d
Crotalaria	0,203 b	0,073 b	0,011 d	0,174 b	0,097 a	0,041 c
Feijão	0,171 c	0,048 c	0,021 c	0,137 d	0,048 b	0,065 b
Guandu	0,232 a	0,030 d	0,099 a	0,183 a	0,016 d	0,075 a

CC – cultivo contínuo (gradagem+aração+gradagem); CM – cultivo mínimo (grade); PD – Plantio direto (sem cultivo). Letras diferentes na vertical diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Nas parcelas onde foram cultivadas as plantas leguminosas, o guandu proporcionou maiores valores de carbono da biomassa microbiana no sistema plantio direto e sistema de cultivo convencional nas duas camadas estudadas de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm, sendo que no cultivo mínimo na camada de 0 a 10 cm o amendoim proporcionou maior valor de biomassa microbiana. Isso mostra que, onde o revolvimento do solo foi menor, a ação das raízes do amendoim teve uma atuação mais na criação de condições adequadas para o desenvolvimento dos microorganismos, restabelecendo a qualidade do solo em termos de carbono da biomassa microbiana. Estes resultados evidenciam que o guandu, onde não houve o revolvimento do solo (plantio direto) proporcionou maiores valores de biomassa microbiana, isso deve ter sido favorecido provavelmente pela alta produção de biomassa vegetal em relação às outras culturas, pois o mesmo apresentou um porte maior, conseqüentemente produzindo maior biomassa, este fato foi constatado também no sistema cultivo convencional onde houve maior revolvimento do solo. Sendo assim a biomassa microbiana participa no solo como um componente instável da matéria orgânica, onde nesse processo toda atividade é influenciada pelas condições bióticas e abióticas, caracterizando a biomassa microbiana como um indicador das alterações resultantes das práticas culturais e de manejo do solo. Então essas mudanças provocadas no solo, através do manejo aplicado, faz com que a biomassa microbiana atue como um bio indicador imprescindível à qualidade do solo.

Analisando a respiração basal (Tabela 4.3), podemos observar que houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os sistemas de cultivos estudados.

TABELA 4.3. Respiração Basal (mg C-CO<sub>2</sub> resp/g solo/dia) nos diferentes sistemas de cultivo, média de 36 combinações. São Cristóvão – Se. 2008.

Sistema de cultivo	Camada 0 a 10 cm	Camada 10 a 20 cm
PD	0,008 b	0,008 b
CM	0,013 a	0,009 b
CC	0,013 a	0,012 a

CC – cultivo contínuo (gradagem+aração+gradagem); CM – cultivo mínimo (grade); PD – Plantio direto (sem cultivo). Letras diferentes na vertical diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O sistema plantio direto proporcionou menores valores de respiração em relação aos sistemas de cultivo mínimo e cultivo convencional, mostrando que no sistema de cultivo convencional o efeito do revolvimento do solo cria uma situação de estresse para os microorganismos do solo à sua reprodução, fazendo com que haja um maior metabolismo dos microorganismos. A perturbação no ambiente provocada por alguns tipos de manejo no solo altera a vida microbiológica do mesmo, se refletindo numa maior taxa de respiração, em que os microorganismos exercitam seu metabolismo a procura de condições ideais de sobrevivência.

Estes resultados estão de acordo com Costa et al.(2006), que trabalhando em qualidade de solo submetido a sistemas de cultivo com preparo convencional e plantio direto, observaram que a respiração basal, que reflete a taxa de liberação de C-CO<sub>2</sub> durante dias, também apresentou alta variação nas parcelas sob sistemas de cultivo convencional e sistema de plantio direto.

Segundo Moreira & Malavolta (2004), a respiração basal por unidade de biomassa microbiana diminui em agroecossistemas mais estáveis, mostrando que o manejo do solo com freqüentes revolvimentos provoca maior respiração nos microorganismos para estabelecer o processo de desenvolvimento e reprodução no ambiente.

Com base na Tabela 4.4, analisando a influência das plantas leguminosas, no sistema de cultivo plantio direto não foi observado diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade na camada de 0 a 10 cm, sendo que nos sistemas de cultivos mínimo e convencional, nas camadas de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm, houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 4.4. Respiração Basal (mg C-CO<sub>2</sub> resp/g solo/dia) nos diferentes sistemas de cultivo e plantas leguminosas empregadas; média de 36 combinações. São Cristóvão – Se. 2008.

Culturas	Camada 0 a 10 cm			Camada 10 a 20 cm		
	PD	CM	CC	PD	CM	CC
Amendoim	0,007 a	0,009 d	0,013 b	0,009 b	0,008 cd	0,013 a
Crotalaria	0,009 a	0,014 bc	0,011 b	0,005 c	0,007 bc	0,014 a
Feijão	0,009 a	0,012 cd	0,018 a	0,005 c	0,009 b	0,009 c
Guandu	0,008 a	0,018 a	0,011 b	0,015 a	0,011 a	0,011 b

CC – cultivo contínuo (gradagem+aração+gradagem); CM – cultivo mínimo (grade); PD – Plantio direto (sem cultivo). Letras diferentes na vertical diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Então devido o sistema de cultivo plantio direto não apresentar diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade na camada de 0 a 10 cm entre as plantas leguminosas testadas, mostra o resultado de equilíbrio ambiental presente no solo, quando trabalhado com sistemas conservacionistas como o plantio direto, assim as condições ideais para que os componentes do solo se interajam são estabelecidas por um processo de manejo que agrida menos o agroecossistema explorado.

O amendoim na camada de 0 a 10 cm proporcionou menores valores de respiração basal nos sistemas onde não houve revolvimento do solo e no sistema com pouco revolvimento (Plantio direto e Cultivo mínimo, respectivamente). Isso deve-se à melhor adaptabilidade dessa cultura para as condições naturais do solo, provavelmente através dos microorganismos, principalmente das bactérias fixadoras de nitrogênio associados à planta, interagindo para que houvesse um ambiente mais equilibrado em relação aos microorganismos presentes no solo. A crotalaria proporcionou menores valores de respiração basal, na camada de 0 a 10 cm, no sistema de cultivo convencional, mostrando que onde houve um intenso revolvimento do solo, provocando maior perturbação do ambiente, essa cultura tem um melhor desempenho de recuperação das condições adequadas à vida microbiótica do solo. Para a camada de 10 a 20cm a crotalaria também apresentou menores valores de respiração basal nos sistemas de cultivo plantio direto e cultivo mínimo, esse comportamento deve-se ao melhor desenvolvimento do sistema radicular e propriedades inerentes a cultura para que promovesse melhores condições aos microorganismos, resultando em menores valores

de respiração basal; observando que somente no cultivo convencional na camada de 10 a 20 cm é que o feijão obteve menores valores de respiração basal. Estes resultados estão de acordo com Silveira et al.(2006) que trabalhando com atributos microbiológicos e químicos como indicadores da recuperação de áreas degradadas, em Itajubá/MG,observaram que os resultados mostraram extrema sensibilidade microbiana em relação ao manejo do solo. Segundo Melloni et al.(2008) a influência dos organismos do solo no desenvolvimento das plantas é muito complexa, sendo normalmente segmentada para facilitar o entendimento dos aspectos ligados à decomposição da matéria orgânica e fornecimento de nutrientes para as plantas, mas tem também importância fundamental nos aspectos ligados à estrutura do solo e as suas conseqüências como: maior retenção de água, menor erosão, melhor desenvolvimento do sistema radicular, maior atividade microbiana entre outros.

Analisando os dados da Tabela 4.5, nas duas camadas estudadas, observa-se que houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os sistemas de cultivo estudados.

TABELA 4.5. Quociente Metabólico ( $q\ CO_2$ ) nos diferentes sistemas de cultivo, média de 36 combinações. São Cristóvão – Se. 2008.

Sistema de cultivo	Camada 0 a 10 cm	Camada 10 a 20 cm
PD	0,051 c	0,054 b
CM	0,279 b	0,269 a
CC	0,582 a	0,297 a

CC – cultivo contínuo (gradagem+aração+gradagem); CM – cultivo mínimo (grade); PD – Plantio direto (sem cultivo). Letras diferentes na vertical diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O sistema plantio direto proporcionou menores valores de quociente metabólico em relação ao sistema de cultivo mínimo e sistema de cultivo convencional. Esses resultados portanto evidenciam que quanto menor a perturbação do agroecossistema, maior será o seu equilíbrio ao nível de resiliência, resultando em valores menores de quociente metabólico. Segundo Carneiro et al.(2008) o  $qCO_2$  elevado indica que está ocorrendo maior gasto de energia para a manutenção da comunidade microbiana, ou seja, devido à condição de estresse, os microrganismos têm que consumir mais substrato para sua sobrevivência. Barretta et al.(2007) em trabalho realizado com atributos microbianos e químicos do solo em sistemas de produção convencional e orgânico de

maças no estado de Santa Catarina, também observaram maiores valores de respiração metabólica no sistema de cultivo convencional. Esses resultados se assemelham aos encontrados por Xavier et al. (2006), onde o sistema convencional apresentou maior valor de  $qCO_2$  em relação aos demais na camada superficial, indicando a influência negativa das práticas de manejo na área cultivada, decorrente do estresse na biomassa microbiana do solo nesse sistema, onde segundo os resultados, o  $qCO_2$  foi um bom indicador das mudanças nos teores de matéria orgânica, considerando o manejo do solo. Melloni et al. (2008), em indicadores de qualidade do solo, observaram que a utilização de  $qCO_2$  pode ser uma ferramenta significativa para a quantificação da influência de fatores externos aos microorganismos do solo, principalmente os relacionados com o desempenho funcional de comunidades microbianas em certas condições e com o impacto de diferentes estratégias de manejo de solos. O quociente metabólico pode indicar o desempenho das comunidades microbianas, sua relação com a função de microorganismos e se o surgimento ou o desaparecimento de populações microbianas, em termos de energia, são vantajosos ou não ao funcionamento do ecossistema em estudo.

Analisando o comportamento das plantas leguminosas em relação ao quociente metabólico (Tabela 4.6), observa-se que só não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade no sistema de cultivo plantio direto.

TABELA 4.6. Quociente Metabólico ( $q CO_2$ ) nos diferentes sistemas de cultivo e plantas de cobertura empregadas; média de 36 combinações. São Cristóvão – Se. 2008.

Culturas	Camada 0 a 10 cm			10 a 20 cm		
	PD	CM	CC	PD	CM	CC
Amendoim	0,0663 a	0,0617 d	0,4167 c	0,0586 a	0,1784 b	0,4168 a
Crotalaria	0,0469 a	0,1996 bc	0,9481 a	0,0319 a	0,0755 c	0,3579 b
Feijão	0,0563 a	0,2511 b	0,8467 b	0,0419 a	0,1996 b	0,1518 c
Guandu	0,0368 a	0,6049 a	0,1175 d	0,0838 a	0,7365 a	0,1498 c

CC – cultivo contínuo (gradagem+aração+gradagem); CM – cultivo mínimo (grade); PD – Plantio direto (sem cultivo). Letras diferentes na vertical diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No sistema de cultivo plantio direto, nas camadas de 0 a 10 cm e 10 a 20cm, observa-se que houve melhor equilíbrio de respiração em relação aos demais sistemas estudados, onde as culturas leguminosas estudadas proporcionaram valores semelhantes de quociente metabólico, indicando que o solo quando trabalhado com sistemas como o

plantio direto faz com que haja menor perda de carbono para a atmosfera. O quando no sistema plantio direto proporcionou os menores valores de quociente metabólico na camada de 0 a 10 cm, caracterizando que o mesmo, quando cultivado em sistema conservacionista, tende a melhorar as propriedades microbiológicas do solo nas primeiras camadas, fazendo com que os microorganismos nesse ambiente tenham menos estresse no seu processo de sobrevivência.

O amendoim proporcionou menores valores de quociente metabólico nos sistemas de cultivo mínimo e cultivo convencional, na camada de 0 a 10 cm. Na camada de 10 a 20 cm a crotalaria proporcionou menores valores de quociente metabólico nos três sistemas de cultivo estudados (PD, CM, CC), sendo assim a crotalaria em camadas mais profundas tende a criar condições de equilíbrio do solo quanto aos microorganismos, fazendo com que haja menor perda de carbono do solo.

Com base nas amostras de solo coletadas na camada de 0 a 20 cm para análise de carbono orgânico, esses resultados (Tabela 4.7) evidenciam que não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os sistemas de cultivo testados.

TABELA 4.7. Carbono orgânico (mg C/g solo) nos diferentes sistemas de cultivo, média de 36 combinações. São Cristóvão – Se. 2008.

Sistema de cultivo	Camada 0 a 20 cm
PD	2,2376 a
CM	2,1037 a
CC	2,0725 a

CC – cultivo contínuo (gradagem+aração+gradagem); CM – cultivo mínimo (grade); PD – Plantio direto (sem cultivo). Letras diferentes na vertical diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O sistema de cultivo plantio direto proporcionou maiores valores absolutos de carbono orgânico em relação aos sistemas de cultivo mínimo e sistema de cultivo convencional, demonstrando que o uso de sistemas conservacionistas como o plantio direto influencia na recuperação do teor de carbono orgânico do solo, estabelecido pelo maior aporte de material orgânico essencial para a manutenção das atividades microbiológicas do solo. Ferreira et al.(2007) em experimento realizado com dinâmica do carbono da biomassa microbiana em cinco épocas do ano em diferentes sistemas de manejo do solo no cerrado, também observaram maiores valores de carbono orgânico nos sistemas de plantio direto em relação aos demais sistemas estudados. D’Andrea et

al.(2004) constataram que em solos com cobertura vegetal natural, o carbono orgânico encontra-se em equilíbrio dinâmico, com teores praticamente constantes com o tempo. Assim a recuperação do carbono orgânico do solo só é estabelecida de forma consistente, quando trabalhada por vários anos com sistemas de cultivo conservacionistas. Carneiro et al.(2008) analisando carbono orgânico, nitrogênio total, biomassa e atividade microbiana do solo em duas cronosseqüências de reabilitação após a mineração de bauxita, observaram também que a recuperação de carbono orgânico e o nitrogênio total só foram alcançados de modo consistente em períodos mais longos de reabilitação (18 anos). Ferreira et al.(2007) observaram, que embora componentes do reservatório de carbono orgânico tenham diferido entre ecossistemas nativos e cultivados, a maioria dos trabalhos publicados concentra-se em camadas de até 20 cm e em ecossistemas que possuem características edafoclimáticas diferentes das do Cerrado, onde existe volume escasso de informações que expliquem as relações específicas entre o impacto das práticas agrícolas nos teores de carbono e o da matéria orgânica biologicamente ativa.

Em relação as plantas leguminosas (Tabela 4.8), pode-se observar que não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade para a análise do carbono orgânico.

TABELA 4.8. Carbono orgânico (mg C/g solo) nos diferentes sistemas de cultivo e plantas de cobertura empregadas; média de 36 combinações. São Cristóvão – Se. 2008.

Camada 0 a 20 cm			
Culturas	PD	CM	CC
Amendoim	2,181 a	1,586 a	2,079 a
Crotalaria	1,575 a	2,099 a	2,263 a
Feijão	2,060 a	2,524 a	1,712 a
Guandu	2,598 a	2,741 a	2,236 a

CC – cultivo contínuo (gradagem+aração+gradagem); CM – cultivo mínimo (grade); PD – Plantio direto (sem cultivo). Letras diferentes na vertical diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Nas parcelas onde foi cultivado o guandu foram apresentados maiores valores absolutos de carbono orgânico nos sistemas de cultivo plantio direto e cultivo mínimo, esse resultado deve-se a maior quantidade de fitomassa produzida pelo guandu, sendo que no sistema de cultivo convencional a crotalaria juntamente com o guandu proporcionaram maiores valores de carbono orgânico.

Vargas & Scholles (2000), em trabalho realizado com biomassa microbiana e produção de C-CO<sub>2</sub> e N mineral de um Podzólico Vermelho-escuro submetido a diferentes sistemas de manejo, observaram que a presença de leguminosas aumenta a disponibilidade de carbono orgânico, como também a disponibilidade de nitrogênio, importante para aumentar a atividade microbiana. Rezende et al., 2004 também observaram que o teor de carbono está relacionado com o aumento da biomassa microbiana. Segundo Xavier et al.(2006) o uso do coquetel de leguminosas/gramíneas não acarretou aumentos nos teores de C e N microbiano (C<sub>mic</sub> e N<sub>mic</sub>) nas áreas sob cultivo orgânico. Este resultado indica que a biomassa produzida pelo coquetel foi consumida em curto prazo, razão pela qual as diferenças entre os efeitos das duas situações não puderam ser detectadas após seis anos de incorporação. Cavalcante et al.(2007), em estudo com variabilidade espacial de MO (matéria orgânica), P (fósforo), K (potássio) e CTC (capacidade de troca catiônica) do solo sob diferentes usos e manejos, comparando os diferentes sistemas, observaram que os sistemas de cerrado e plantio direto, onde foram utilizadas várias leguminosas, apresentaram os maiores teores de MO (matéria orgânica) em relação aos sistemas de preparo convencional e pastagem nas camadas estudadas.

Os resultados deste estudo mostram que além do tempo de reabilitação, as espécies vegetais e o manejo dado ao solo são imprescindíveis na recuperação do teor de carbono orgânico na biomassa microbiana do solo, atributos que servem como indicadores das funções biológicas do solo. Assim os atributos relacionados à atividade biológica do solo sofrem grande impacto com os sistemas de manejo inadequados, mas a recuperação de suas funções acontece com um trabalho contínuo, onde sistemas de manejo conservacionista como o plantio direto permite maior aporte de material orgânico ao solo, principalmente em suas camadas mais superficiais, sendo que esse maior aporte tende a favorecer o incremento do teor de carbono orgânico do solo, desse modo o uso de leguminosas nos sistemas conservacionistas como o plantio direto influencia no aumento do teor de carbono orgânico no solo.

#### **4.4 CONCLUSÕES**

Os atributos microbiológicos do solo foram afetados em função dos sistemas de cultivo estudados.



O sistema de cultivo plantio direto influenciou à melhora dos atributos microbiológicos do solo, obtendo maiores valores de biomassa microbiana, maiores valores de carbono orgânico, menores valores de respiração basal e menores valores de quociente de respiração.

O guandu proporcionou maiores valores de biomassa microbiana e carbono orgânico no sistema de cultivo plantio direto.

A crotalária proporcionou maiores valores de carbono orgânico no sistema de cultivo convencional.

#### 4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, T.H. & DOMSCH, K.H. *Determination of ecophysiological maintenance carbon requirements of soil microorganisms in a dormant state*. Biol. Fertil. Soils, 1:81-89, 1985.
- ANDRIOLI, F.F; BRTIN, E. G; MORAES; M; SAI, E.J. FREZZARIN; G.N; Produção de matéria seca e N Acumulado em plantas de cobertura cultivadas em pré-safra ao milho, em plantio direto: in reunião brasileira de manejo e conservação do solo e da água.XVI. Santa Maria, 2004.
- ARAGÃO, C.A.; DANTAS, B.F.; ALVES, E.; CATANEO, A.C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Atividade amilolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super doce tratadas com ácido giberélico. *Revista Brasileira de Sementes*, v.25, n.1, p.43-48, 2003.
- ARAÚJO,R; GOEDERT, W.J; LACERDA, M.P.C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob Cerrado nativo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* v.31 n.5 Viçosa set./out. 2007.18p.
- BALOTA, E.L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D.S.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.22, p.641-650, 1998.
- BARETTA, C. R. D. M; FILHO,O.K; AMARANTE,C. V. T; RIBEIRO, G. M; ALMEIDA,D.Atributos microbianos e químicos do solo em sistemas de produção convencional e orgânico de maçãs no estado de Santa Catarina, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31 n.4 Viçosa jul./ago. 2007.p 21.
- CARNEIRO, M. A. C; SIQUEIRA, J .O; MOREIRA, F. M. .S; A, L L. SOARES, Carbono orgânico, nitrogênio total, biomassa e atividade microbiana do solo em duas cronosseqüências de reabilitação após a mineração de bauxita, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32 n.2 Viçosa mar./abr. 2008, 20p.
- CAVALCANTE, E.G.S; ALVES, M.C; SOUZA, Z.M; Gener Tadeu PEREIRA, G.T. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob diferentes usos e manejos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol.31, n6. Viçosa Nov./Dec. 2007. 13p.

- COSTA,E.A; GOEDERT,W.J; SOUSA,D.M.G. Qualidade de solo submetido a sistemas de cultivo com preparo convencional e plantio direto, *Pesquisa agropecuária brasileira*. v.41 n.7, Embrapa, Brasília jul. 2006.11p.
- D'ANDRÉA,A.F;SILVA,M.L.N; CURI,N; GUILHERME,L.R.G. Carbon and nitrogen storage, and inorganic nitrogen forms in a soil under different management systems. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v.39 n.2 Brasília fev. 2004.17p.
- DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. *Defining and assessing soil quality*. In: DORAN, J.W. & COEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F & STEWART, B.A., eds. *Defining soil quality for sustainable environment*. Madison, Soil Science Society of America, 1994. p.3-21. (SSSA Special Publication, 35).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- FERREIRA,E.A.B;RESCK,D.V.S; GOMES,A.C; RAMOS,M.L.G.R. Dinâmica do carbono da biomassa microbiana em cinco épocas do ano em diferentes sistemas de manejo do solo no cerrado. *Pesquisa agropecuária brasileira* , v.31 n.6 Viçosa nov./dez. 2007.21p.
- FIGUEIREDO,C.C; RESCK,D.V.S; GOMES,A.G; FERREIRA,E.A.B; RAMOS,M.L.G. Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em resposta a diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Vermelho no cerrado.*Revista brasileira de ciência do solo*,v31,viçosa. 2007.p 551-562.
- FURTADO, D. F, *Sisvar*, DEX/UFLA, Versão 4.6 ( Build 62), Lavras, 2003.
- GOMES, P. F. *Curso de estatística experimental*. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 467p
- GONZÁLEZ, G; LEY, R. E; SCHMIDT, S. K; ZOU, X; SEASTEDT, T. R. *Soil ecological interactions: comparisons between tropical and subalpine forests*. Oecologia, v.128, New York, 2001. p549-546.
- GUGGENBERG, G; FREY, S. D; SIX, J; PAUSTAN, K & ELLIOTT, E.T.*Bacterial and fungal cell-wall residues in conventional and no-tillge agroecosystems*. Soil. Sci. Soc.Amj.,63: 1188-1198, 1999.
- MELLONI, R; PERREIRA, E. G. M; ALVARENGA, M. I. N. Indicadores da qualidade do solo. *Informe agropecuário*, v29,n 244,maio/junho. Belo Horizonte. 2008.p17-29.
- MENDES,I.C; SOUZA,L.V; RESCK,D.V.S; GOMES,A.C. Propriedades biológicas de um Latossolo Vermelho escuro sob plantio convencional e direto no cerrado.*Revista brasileira de ciência do solo*,v27,Viçosa, 2003.p 435-443.
- MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F.; LOVATO, T.; FERNANDES, F.F. & DEBARBA, L. *Manejo de solo e culturas e sua relação com estoques de carbono e nitrogênio do solo*. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S.S. & ALVAREZ V., V.H., eds. *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v.3. p.209-248.
- MOREIRA,A; MALAVOLTA,E. Dinâmica da matéria orgânica e da biomassa microbiana em solo submetido a diferentes sistemas de manejo na Amazônia Ocidental, *Pesquisa Agropecuária brasileira*. v.39 n.11 Brasília nov. 2004.11p.
- MOZANIEL,B.S;KLIEMANN,H.J; SILVEIRA,P.; LANNA,A.C. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. *Pesquisa Agropecuária brasileira*. v.42 n.12 Brasília dez. 2007.

- NIELSEN, M.N. & WINDING, A. *Microorganisms as indicators of soil health. Denmark, National Environmental Research Institute, 2002. 84p. (Technical Report, 388).*
- NUSSLEIN, K; TIEDJE, J. M. *Soil bacterial community shift correlated with change from forest to pasture vegetation in a tropical soil. Applied and environmental microbiology, Washigton, v.65, n.8, p. 3622-3626, 1999.*
- PAIVA,E; VASCONCELOS,M.J.E; PARENTONE,S.N; EUGÊNIO,E; MAGNAVACA,R. Seleção de progênies de milho doce de alto valor nutritivo com auxílio de técnicas eletroforéticas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, v 27, p 1213-1218, 1992.*
- PASSOS, R.R; MENDONÇA, E. S; CANTARUTTI, R. B; SOUZA, A. P. Substâncias húmicas, atividade microbiana e carbono lábil em agregados de um Latossolo Vermelho distrófico sob duas coberturas vegetais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo. V31, n 5. Viçosa. 2007.p 18-36.*
- PINHEIRO, E.F.M.; PEREIRA, M.G. & ANJOS, L.H.C. *Aggregate distribution and soil organic matter under different tillage systems for vegetable crops in a Red Latosol from Brazil. Soil Till. Res., 77:79-84, 2004.*
- REZENDE, L.A.; ASSIS, L.C. & NAHAS, E. *Carbon, nitrogen and phosphorous mineralization in two soils amended with distillery yeast. Biores. Technol., 94:159-167, 2004.*
- SCAPIM, C.A.; CRUZ, C.D.; ARAÚJO, J.M. Cruzamentos dialélicos entre sete cultivares de milho doce. *Horticultura Brasileira., Brasília, v.13, n.1, p.19-21. 1995.*
- SILVEIRA, R. B; MELLONI, R; MELLONE, E. G. P. Atributos microbiológicos e bioquímicos como indicadores de recuperação de áreas degradadas, em Itajubá/MG. *Cerne, Lavras, v12, n1, 2006. p48-55.*
- SIQUEIRA, J. O; FRANCO, A. A. *Biotecnologia do solo, fundamentos e perspectivas. Brasília: MEC/ABEAS; Lavras: ESAL/FAEPE, 1988. 236p.*
- VANCE, E.D.; BROOKES, P.C. & JENKINSON, D.S. *An extraction method for measuring soil microbial biomass C. Soil Biol., v19. Biochem , 1987. p703-707.*
- VARGAS, L.K. & SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO<sub>2</sub> e N mineral de um Podzólico Vermelho-Escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo, v24. Viçosa, 2000. p35-42.*
- XAVIER ,F. A. S; MAIA ,S. M. F; OLIVEIRA, T. S; MENDONÇA, E. S. Biomassa microbiana e matéria orgânica leve em solos sob sistemas agrícolas orgânico e convencional na Chapada da Ibiapaba – CE. *Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.30, n.2. Viçosa mar./abr. 2006.22p.*
- XAVIER, G.R; ZILLI, J.E; SILVA, F.V; SALLES, J.F; RUNJANEK, N.G. *O papel da ecologia microbiana e da qualidade do solo na sustentabilidade dos agroecossistemas. Cap 2, processos biológicos no sistema solo-planta, EMBRAPA, Brasília, 2005. p29-45.*

## CAPÍTULO V

RESENDE, Sérgio Carlos. **Culturas de sucessão e produtividade do milho doce em sistemas de cultivo à sustentabilidade dos agroecossistemas nos tabuleiros costeiros sergipano**. Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão – SE, 2009 (Dissertação – Mestrado em Agroecossistemas).

**RESUMO** – A sustentabilidade nos agroecossistemas dos tabuleiros costeiros pode ser afetada pelo sistema de manejo do solo, alterando as propriedades físicas, químicas e biológicas, comprometendo a produtividade das culturas exploradas. Neste estudo avaliou-se o efeito dos sistemas de cultivo (plantio direto, cultivo mínimo e cultivo convencional) e culturas de sucessão: amendoim (*Arachis hypogea*), crotalaria (*Crotalaria juncea*), feijão (*Phaseolus vulgaris*) e guandu (*Cajanus cajan*) na produtividade do milho doce (*Zea mays L.*), objetivando a sustentabilidade do agroecossistema estudado em um ARGISSOLO VERMELHO Amarelo dos tabuleiros costeiros sergipano. No sistema de cultivo plantio direto foi observado melhores condições de sustentabilidade e produtividade, obtendo maior produtividade de milho doce, maior número de plantas por hectare, maior número de espiga por hectare e maior porcentagem de relação de plantas com espiga e total de plantas. A crotalaria proporcionou maior produtividade de milho doce nos sistemas cultivo convencional e cultivo mínimo, enquanto que o feijão no sistema plantio direto.

**Palavras-Chave:** agroecossistemas, sustentabilidade, plantio direto.

**ABSTRACT** – The sustainability in agroecosystems of Table Lands can be affected by the system of soil management, changing the physical, chemical and biological, undermining the productivity of crops exploited. This study evaluated the effect of cropping systems (no-tillage, minimum tillage and conventional tillage) and succession of crops: peanut (*Arachis hypogea*), sunn hemp (*Crotalaria juncea*), bean (*Phaseolus vulgaris*) and pea (*Cajanus cajan*) in yield of sweet corn (*Zea mays L.*), to the sustainability of agroecosystem studied in a Ultisol Red yellow of Table Lands Sergipano. In the no-tillage cultivation system went observed better conditions for sustainability and productivity, achieving greater productivity of sweet corn, greater number of plants per hectare, higher number of ear per hectare and highest percentage of relationship of plants with ear and full of plants. The sunn hemp provided greater productivity of sweet corn in conventional tillage systems and minimum tillage, while the bean in no-till system.

**Key words:** agroecosystems, sustainability, no-tillage.

## 5.1 INTRODUÇÃO

A busca pela sustentabilidade ambiental e produtividade nos agroecossistemas dos tabuleiros costeiros sergipano faz necessário o desenvolvimento e aplicação de técnicas conservacionistas, durante o processo de exploração econômica, para que as suas propriedades sejam mantidas em um nível de resiliência aceitável.

Os agroecossistemas manejados corretamente são fundamentais para minimizar os impactos causados pela humanidade ao meio ambiente. Nisso os agroecossistemas são definidos como sistemas ecológicos modificados pelo homem para a produção de alimentos, fibra ou outro produto agrícola, ou simplesmente, a modificação de ecossistemas pelo homem, levando em consideração o seu entorno as relações com a natureza, os fenômenos bióticos e abióticos (Conway,1987).

Enquanto a proteção da qualidade do solo deve ser a prioridade, frequentemente torna-se necessário tentar restaurar a qualidade de solos já degradados. Alguns solos possuem suficiente resiliência (capacidade de recomposição) para se recuperarem de degradações leves, deixando-os em processo de revegetação natural. Em outras situações, contudo, esforços bem maiores devem ser despendidos para tentar restaurar solos que já foram intensamente degradados.

Na medida em que as sociedades ao redor do mundo vão se conscientizando dos danos causados aos seus ecossistemas naturais e agrícolas, a ciência da ecologia de restauração tem evoluído rapidamente para suprir os profissionais afins, com orientações seguras para a restauração de comunidades de plantas e animais aos seus níveis originais de diversidade e produtividade. A tarefa de restauração do solo é parte essencial desses esforços, requerendo um profundo conhecimento de todos os aspectos do ecossistema solo para poder realizá-la (Brady e Weil, 2002).

O plantio direto vem sendo utilizado como uma forma de manejo sustentável do solo, interferindo nas propriedades físicas, químicas e microbiológicas, através da quantidade de matéria orgânica deixada na superfície, promovendo uma decomposição mais duradoura dos restos vegetais e animais, criando um ambiente adequado para o processo de reestruturação do solo que será importante à sustentabilidade e produtividade dos sistemas explorados. Assim, para que o solo tenha uma regularidade quanto a manutenção das suas propriedades, é necessário que haja um trabalho contínuo para que o sistema solo/planta possa expressar o seu potencial produtivo sem comprometer a sustentabilidade do solo.

Na implantação e condução do sistema de plantio direto de maneira eficiente é indispensável que o esquema de sucessão de culturas promova na superfície do solo, a manutenção permanente de uma quantidade mínima de palhada que nunca deverá ser inferior a 4 T/ há de fitomassa seca (Cruz et al., 2002). Alguns fatores como solo, temperatura e disponibilidade de água podem se apresentar limitantes na implantação e desenvolvimento das espécies a serem utilizadas para produzir uma quantidade significativa de material vegetal e proporcionar uma boa cobertura do solo. As espécies a serem utilizadas devem ser adaptadas às condições climáticas da região e ao solo.

No Brasil, com a expansão do mercado de milho doce (*Zea mays L.*) para a indústria de enlatamento de milho verde e maior preocupação com sua qualidade, algumas empresas governamentais e privadas vêm desenvolvendo programas de melhoramento para produção de cultivares de milho doce adaptadas ao clima de cada região, que apresentem endosperma com conversão reduzida de açúcar em amido (Aragão et al., 2003).

O milho-doce, utilizado principalmente como milho verde, tanto in natura como para processamento, difere do milho comum, não por suas características taxonômicas, mas pelo alto teor de açúcares e baixo teor de amido, ambos resultantes da ação de genes recessivos individuais ou associados em combinações duplas ou triplas (Paiva et al., 1992).

O milho doce (*Zea mays L.*) vem sendo consumido em diversos países na forma de grãos cozidos e envasados (grãos enlatados) ou em forma de espiga cozida (in natura ou congelada). No Brasil várias agroindústrias fomentam a produção e comercializam o milho doce enlatado (conserva). Na região Nordeste, este produto, principalmente na forma de espiga, possui muita importância econômica devido ao expressivo consumo regional e a utilização como matéria prima de muitos pratos da culinária local; identificando-se aí o grande nicho econômico desta cultivar (Pedrotti et al., 2003).

Desta forma o presente trabalho tem o objetivo de avaliar a influência dos sistemas de cultivo, culturas de sucessão na produtividade do milho doce.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.2.1 Caracterização da área de trabalho

O estudo foi realizado na Estação Experimental Campus Rural do Departamento de Engenharia Agrônômica – DEA, da Universidade Federal de Sergipe – UFS, localizado na porção central da região fisiográfica do Litoral, a 15 Km de Aracaju, cujas coordenadas geográficas de Greenwich são 10°19'S de latitude, 36°39'O de longitude, com altitude de 18m acima do nível médio do mar, em solo classificado como ARGISSOLO VERMELHO Amarelo, conforme Embrapa (1999). A região possui clima, de acordo com a classificação de Köppen, do tipo As', Tropical chuvoso com verão seco e pluviometria em torno de 1200mm anuais, com chuvas concentradas nos meses de abril a setembro.

O experimento foi instalado no ano de 2001, onde vem sendo estudado o comportamento dos sistemas de cultivo: cultivo convencional – CC (composto de gradagem com grade niveladora de discos + aração com arado de discos + gradagem), cultivo mínimo – CM (composto de 1 ou 2 gradagens com grade niveladora de discos, sendo que a segunda gradagem somente é realizada quando há incidência considerável de invasoras) e plantio direto – PD (consistindo do não revolvimento do solo) e cultivo de plantas leguminosas em sucessão à cultura do milho doce (*Zea mays L.*) variedade Biomatrix BM 3061.

As plantas leguminosas utilizadas todos os anos em sucessão ao milho doce (*Zea mays L.*) foram: comerciais - feijão (*Phaseolus vulgaris*) e amendoim (*Arachis hipogea*); cobertura - guandu (*Cajanus cajan*) e crotalária (*Crotalaria juncea*). Utilizou-se o esquema de faixas experimentais sendo os tratamentos de manejo de solo dispostos como faixas e os de culturas em sucessão como subparcelas com três repetições distribuídas ao acaso.

Para controle de invasoras durante o ciclo das diferentes culturas e sistemas de manejo estudados, quando necessário, utilizou-se capina através de enxada nos cultivos mínimo e convencional, sendo usado herbicida no plantio direto. A adubação e a calagem foram feitas de acordo com a análise química do solo, segundo recomendações técnicas.

## 5.2.2 Avaliação de parâmetros agronômicos na produtividade do milho

Os parâmetros de avaliação na produtividade do milho-doce foram número de espigas, número de plantas e o peso de espigas verdes; sendo estes relacionados para cada sistema de cultivo do milho doce.

Para avaliação e análise estatística dos parâmetros de produtividade utilizou-se o teste de médias de Tukey com nível de significância de 5% através do programa Sisvar (Furtado,2003).

## 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à produtividade do milho doce (Figura 5.1) observa-se que houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os sistemas de cultivo estudados.

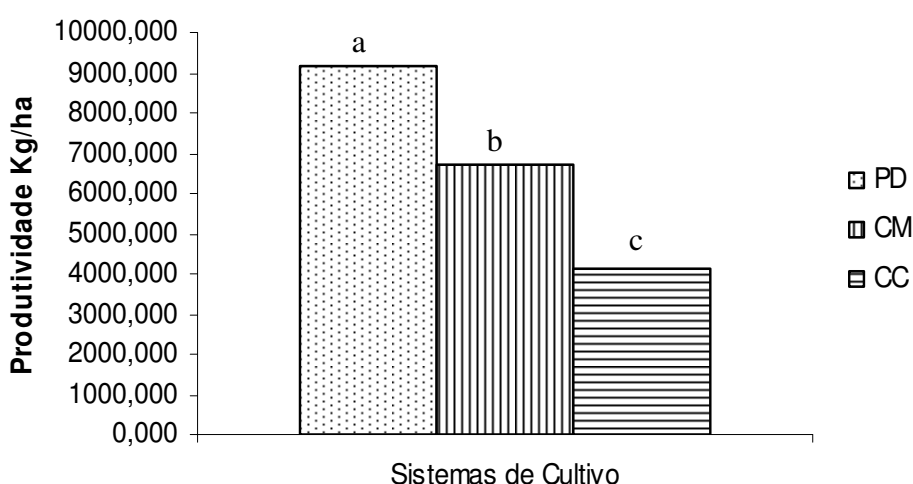


FIGURA 5.1. Produtividade de milho doce Kg/ha em sistemas de cultivo: CC – Cultivo Convencional; CM –Cultivo Mínimo; PD – Plantio Direto. Letras diferentes na horizontal diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Pelos dados apresentados na Figura 5.1, permite-se observar que o Plantio direto é superior em termos de produção aos demais sistemas de cultivo estudados. Atribui-se essa superioridade aos benefícios inerentes a tal prática de cultivo, como por exemplo: a conservação da água no perfil do solo por um período maior de tempo e quantidade, maior fertilidade da camada explorada pelas raízes, melhor estruturação do solo e menores perdas do mesmo por erosão. Freddi et al.(2006) trabalhando com produtividade do milho relacionada com a resistência mecânica à penetração do solo



sob preparo convencional, observaram produtividade de milho acima de 5,6 T/há em sistema de plantio convencional.

Segundo Kluthcouski et al.(2003) o consórcio de culturas produtoras de grãos e forrageiras tropicais é possível, graças ao diferencial de tempo e espaço, no acúmulo de biomassa entre as espécies; nesse sentido a sucessão de culturas ao milho doce com espécies leguminosas dentro de um sistema de cultivo conservacionista como o plantio direto favorece no aumento da produtividade. Cavalcante et al.(2007) em variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob diferentes usos e manejos observaram maiores valores de K (Potássio), Ca (Cálcio), Mg (Magnésio) e V (Saturação por bases) no sistema plantio direto, assim estes resultados são fundamentos para que o sistema plantio direto tenha obtido uma produtividade maior de milho doce em relação aos demais sistemas de cultivo estudados. Segundo Silva et al.(2007) com a evolução do sistema de semeadura direta, novas técnicas de manejo são exigidas para aumentar o rendimento de grãos de milho, sem elevar o custo de produção. Entre estas, está o uso de espécies de cobertura de solo no inverno com capacidade de fixação e/ou reciclagem de nutrientes e que conferem maior proteção ao solo.

No presente experimento, foi observado que alguns fatores contribuíram para a variação dos valores nos parâmetros de produção, como por exemplo, a menor incidência de espécies e número de invasoras no sistema plantio direto. Resultados semelhantes foram observados em trabalho realizado por Arf et al. (1999), onde afirmam a diminuição do uso de herbicidas ou capinas no sistema de plantio direto, maiores condições de drenagem e conseqüentemente menores presença e nível de incidência de erosão laminar e em sulcos, maior uniformidade de estande, maior vigor das plantas e melhor aspecto fitossanitário, além da menor incidência média de pragas, principalmente lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*).

Desta forma os resíduos do milho deixados na superfície do solo é de suma importância à conservação da umidade no solo, para melhorar a atividade microbiológica do mesmo, como também diminuir as perdas de solo por erosão, visto que a palha de milho tem alta relação C/N, com uma decomposição mais lenta do que as espécies leguminosa. A associação do sistema com estas, portanto favorece o fornecimento de nitrogênio ao solo, fazendo com que o agroecossistema explorado se estabeleça num nível de resiliência adequado, promovendo assim a sua sustentabilidade sem comprometer o potencial de produtividade das culturas exploradas.

Analisando os dados da Tabela 5.1, observa-se que houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre as plantas leguminosas testadas em cada sistema de manejo para o parâmetro de produtividade de milho doce.

TABELA 5.1. Produtividade do milho-doce em diferentes espécies leguminosas empregadas (Kg/ha.), na safra 2008; média de 36 combinações. São Cristóvão – Se. 2008.

Culturas	Produtividade (Kg/ha.)		
	CC	CM	PD
Amendoim	2353,00 d	6920,00 b	9554,00 b
Crotalária	5103,00 a	7263,00 a	9004,00 c
Feijão	4286,00 c	6174,00 d	9674,00 a
Guandu	4808,00 b	6473,00 c	8438,00 d

CC – cultivo contínuo (gradagem+aração+gradagem); CM – cultivo mínimo (grade); PD – Plantio direto (sem cultivo). Letras minúsculas diferentes na vertical, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para as plantas leguminosas testadas a crotalária proporcionou maiores valores de produtividade do milho doce nos sistemas de cultivo mínimo e convencional. O feijão proporcionou maior produtividade de milho doce no sistema de cultivo plantio direto.

Então observa-se que a crotalária quando cultivada em sucessão ao milho doce proporcionou maior produtividade de milho em relação às culturas comerciais como o feijão e amendoim nos sistema de cultivo em que há o revolvimento do solo (convencional e mínimo), caracterizando como uma planta de cobertura importante para os agroecossistemas dos Tabuleiro Costeiro Sergipano. Torres et al.(2008), em trabalho realizado com produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto, observaram que o milheto e a crotalária são as plantas de cobertura com maior produção de fitomassa seca e acúmulo de nitrogênio nos dois períodos avaliados, entre as gramíneas e leguminosas, respectivamente.

O guandu também proporcionou boa produção de milho doce em suas parcelas, como também excelente produção de fitomassa. Salmi et al. (2006), trabalhando com guandu, observaram que 75% da fitomassa seca permaneciam sobre o solo 30 dias após a deposição. Segundo Duda et al.(2003) no sistema plantio direto, o uso de plantas de cobertura é uma alternativa para aumentar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, podendo restituir quantidades consideráveis de nutrientes aos cultivos, uma vez que essas plantas absorvem nutrientes das camadas subsuperficiais do solo e os liberam, posteriormente, na camada superficial pela decomposição dos seus resíduos. Desta

forma as plantas de cobertura estabelecidas com um sistema de cultivo adequado é uma estratégia para melhoria da qualidade do solo nos agroecossistemas e diminuir os efeitos nocivos do monocultivo.

As plantas leguminosas cultivadas em sucessão ao milho doce, através de seus resíduos deixados sob o solo, proporcionou melhoria na qualidade do solo, principalmente nos atributos físicos, químicos e biológicos, traduzindo em maior produtividade, aumentando a rentabilidade e a sustentabilidade da atividade agrícola.

Assim a utilização adequada destas plantas de cobertura do solo ou culturas comerciais, complementam e contribuem para a obtenção de melhor eficiência dos sistemas conservacionistas, podendo ao longo do tempo, aumentar os teores de matéria orgânica, conforme (Silveira & Cunha,2002).

Analisando a Tabela 5.2 observa-se que houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade para os parâmetros números de plantas por hectare, número de espigas comerciais por hectare e relação de número de plantas com espigas e número de plantas.

TABELA 5.2. Número de plantas do milho-doce e número de espigas, por hectare, e porcentagem de plantas com espigas comerciais; nos diferentes sistemas de cultivo e após a sucessão de quatro culturas; média de 36 combinações. São Cristovão – SE. 2008.

Sistema de cultivo	n° de plantas/há	N° de espigas/ha	Relação entre n°. plantas com espigas e Total de plantas (%)
<b>PD</b>	44.382 a	39.679 a	89
<b>CM</b>	42.559 b	35.679 b	84
<b>CC</b>	28.683 c	24.632 c	85

CC – cultivo contínuo (gradagem+aração+gradagem); CM – cultivo mínimo (grade); PD – Plantio direto (sem cultivo). Letras diferentes na vertical diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se que o sistema de cultivo plantio direto resultou em maior número de plantas e maior número de espigas comerciais em termos médios em relação aos sistemas de cultivo mínimo e cultivo convencional.

Estes resultados estão de acordo com Pedrotti et al.(2003) em trabalho realizado com parâmetros de produção do milho-doce em sistemas de cultivo e sucessão de

culturas no Tabuleiro Costeiro Sergipano, observaram maior número de plantas e espigas no sistema plantio direto em relação aos sistemas de cultivo mínimo e sistema convencional. Ressalta-se também que o sistema de plantio direto apresentou acréscimo de produção de 5.030,00 Kg/ha de milho-doce em relação ao CC e 2.460,00 Kg/ha em relação ao CM, correspondendo a um aumento de 54,86 e 26,83% respectivamente, em relação ao PD. Vargas et al. (2005) relatam que as culturas em sucessão ao milho com baixa disponibilidade de nitrogênio comprometem o desenvolvimento e o rendimento de grãos, devido a alta relação C/N, imobilizando boa parte do nitrogênio presente no solo, essa observação deve também ser levada em consideração para o cultivo do milho doce, objetivando uma produtividade aceitável, daí a importância da utilização de plantas leguminosas em sucessão ao milho doce. Silva et al.(2008) observaram que a compatibilização de fatores técnicos e econômicos dos sistemas de sucessão corretos influenciam a escolha e a viabilidade do sistema mais adequado para cada situação.

Nesse sentido um dos principais desafios para a implantação de sistemas conservacionistas nos Tabuleiros Costeiros Sergipano é a definição de espécies (Plantas de Cobertura do Solo ou Culturas Comerciais), que ao mesmo tempo possuam como características marcantes, elevada produtividade de fitomassa (quantidade de matéria seca utilizada na cobertura morta e suficiente para o sistema) e produtividade de sementes/grãos. Este é o ponto determinante como fator de sucesso do uso de sistemas de manejo do solo como o Plantio Direto, devido a intensa velocidade de oxidação da matéria orgânica, condicionada pela umidade e temperatura média elevada em boa parte do ano. Isto proporciona o efeito “guarda-chuva” mais passageiro dos resíduos vegetais e dos efeitos positivos da matéria orgânica no solo através do melhoramento das suas propriedades físicas, químicas e biológicas, pela rápida decomposição da fitomassa depositada sobre o solo. Assim, é recomendável a utilização de duas espécies de plantas de cobertura do solo com relação C/N diferenciada, proporcionando-se com isso um maior alongamento destes benefícios ao solo.

Apesar de algumas limitações existentes nos Tabuleiros Costeiros Sergipano como camada coesa de caráter pedogenético e distribuição pluviométrica irregular, onde 70% da precipitação está concentrada num período de 5 a 6 meses contínuos (Portela et al.,2001), a produtividade alcançada em sistemas conservacionistas é considerada alta em relação a média nacional e a resultados encontrados em outras regiões. Resultados se assemelham aos encontrados por Silva et al.(2008), que trabalhando com desempenho agrônomico e econômico do milho irrigado em sucessão a espécies inverniais de

cobertura de solo e/ou para produção de grãos, encontraram rendimentos médios de grãos de milho irrigado em sucessão aos seis sistemas de cobertura de solo no inverno, sendo de 12,4 T/ha no primeiro ano e de 10,5 T/ha e 10,0 T/ha no segundo ano, respectivamente com aplicação de 100 e 180 kg/ha de nitrogênio em cobertura. No terceiro ano, os rendimentos médios obtidos foram de 7,8, 12,0 e 12,6 T/ha de grãos, respectivamente sem aplicação de nitrogênio em cobertura e com 100 e 180 kg/ha de nitrogênio em cobertura.

Segundo Carvalho et al.(2004) a sucessão de culturas a adubos verdes pode melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo, com conseqüente aumento na produtividade, então a cultura do milho tem um alto potencial produtivo, alcançando 10 t /ha, no Brasil, em condições experimentais e por agricultores que adotam tecnologias adequadas.

#### **5.4 CONCLUSÕES**

Foram observados maiores valores de produtividade de milho doce no sistema de cultivo plantio direto.

A crotalaria proporcionou maior produtividade de milho nos sistemas de cultivo mínimo e cultivo convencional.

O feijão proporcionou maior produtividade de milho doce no sistema de cultivo plantio direto.

#### **5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ARAGÃO, C.A.; DANTAS, B.F.; ALVES, E.; CATANEO, A.C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Atividade amilolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super doce tratadas com ácido giberélico. *Revista Brasileira de Sementes*, v.25, n.1, p.43-48, 2003.
- ARF, O.; SILVA, L.S.; BUZETTI, S.; ALVES, M.C.; SÁ, M.E.; RODRIGUES, R.A.F.; HERNANDEZ, F.B.T. Efeito da rotação de culturas, adubação verde e nitrogenada sobre o rendimento do feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, n.11, p.2029-2036, 1999.
- BRADY, N.C; WEIL,R.P, *The Nature and Properties of Soils*, Ed Pretice Hall, New Jersey, 2002, 1000p.
- CARVALHO, M. A. C; SORATTO, R. P; ATHAYDE, M. L. F; ARF, O; SÁ, M. E. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v.39 n.1 Brasília jan. 2004.

- CAVALCANTE, E.G.S; ALVES, M.C; SOUZA, Z.M; Gener Tadeu PEREIRA, G.T. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob diferentes usos e manejos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol.31, n6. Viçosa Nov./Dec. 2007. 13p.
- CONWAY, G. R. *The Properties of Agroecosystems. Ambiental Systems*. V 24, P 95-117. 1987.
- COSTA,F. S; ALBUQUERQUE, J. A; BAYER, C; FONTOURA, S. M. V; WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol.27 no.3.Viçosa Maio/Junho 2003.
- CRUZ, J.C, ALVARENGA,R.C, NOVOTNY, E.H, PERREIRA, F.S, PERREIRA,F.T.F, HERNANI,L.C. *Cultivo do Milho: Sistema de Plantio Direto*, Embrapa-CNPMS, Sete Lagoas, 2002.
- DUDA, G.P.; GUERRA, J.G.M.; MONTEIRO, M.T.; DE-POLLI, H.; TEIXEIRA, M.G. Perennial herbaceous legumes as live soil mulches and their effects on C, N and P of the microbial biomass. *Scientia Agricola*, v.60, p.139-147, 2003.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- FREDDI, O. S.; CARVALHO, M. P; JÚNIOR, V. V; CARVALHO, G. J. Produtividade do milho relacionada com a resistência mecânica à penetração do solo sob preparo convencional. *Engenharia Agrícola*, v.26 n.1 Jaboticabal jan./abr. 2006.12p.
- FURTADO, D. F. *Sisvar*, DEX/UFLA, Versão 4.6 ( Build 62), Lavras, 2003.
- KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L.P.; OLIVEIRA, I.P. de; COSTA, J.L. da S.; SILVA, J.G. da; VILELA, L.; BACELLOS, A. de O.; MAGNABOSCO, C. de U. Sistema Santa Fé: tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 28p. (*Circular técnica*, 38).
- GOMES, P. F. *Curso de estatística experimental*. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 467p
- PAIVA,E; VASCONCELOS,M.J.E; PARENTONE,S.N; EUGÊNIO,E; MAGNAVACA,R. Seleção de progênies de milho doce de alto valor nutritivo com auxílio de técnicas eletroforéticas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v 27, p 1213-1218, 1992.
- PEDROTTI,A; HOLANDA,F.S.R; VIEIRA,A.M.J. *Parâmetros de produção do milho-doce em sistemas de cultivo e sucessão de culturas no Tabuleiro Costeiro Sergipano*. Seminário de pesquisa FAP-SE. Aracaju, 2003.
- PORTELA, J. C; LIBARDI,P. L; LIER,Q. J. Retenção de água em solo sob diferentes usos no ecossistema Tabuleiros Costeiros. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v5,n1. Campina Grande, 2001.p 49-54.
- SALMI, G.P.; SALMI, A.P.; ABBOUD, A.C.S. Dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes de genótipos de guandu sob cultivo em aléias. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, p.673-678, 2006.
- SILVA,A.A; FERREIRA,P.R.S; SUHRE,E; ARGENTA,G; STRIEDER,M.L; RAMBO,L. Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão. *Ciencia. Rural* v.37 n.4 Santa Maria jul./ago. 2007.14p.

- SILVA, A.A.; SILVA, P.R.F.; MINETTO, T.; STRIEDER, M.L.; JANDREY, D.B.; ENDRIGO, P. C. Desempenho agrônomico e econômico do milho irrigado em sucessão a espécies invernais de cobertura de solo e/ou para produção de grãos. *Ciencia. Rural* v.38 n.3 Santa Maria maio/jun. 2008.10p.
- SILVEIRA, P.M. & CUNHA, A.A. Variabilidade de micronutrientes, matéria orgânica e argila de um Latossolo submetido a sistemas de preparo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.9, p.1325-1332, 2002.
- TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; FABIAN, A.J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43 n.3 Brasília, março. 2008.15p.
- VARGAS, L.K. et al. Imobilização de nitrogênio em solo cultivado com milho em sucessão à aveia preta nos sistemas plantio direto e convencional. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35, p.76-83, 2005.

## ANEXOS

### Descrição Morfológica do ARGISSOLO VERMELHO Amarelo

- Ap 0- 34 cm, 10 YR 4/3, úmido, arenoso, blocos subangulares fraco, macio, friável, não plástico.  
 A/Bt 34- 65 cm, 7,5 YR 5/6, úmido, franco arenoso, blocos subangulares fraco, ligeiramente duro, friável, não plástico.  
 Bt 65-107cm, 7,5 YR 5/6, úmido, argiloso, bloco angular fraco, duro, firme, plástico  
 Bt/C 107cm +, 5 YR 5/8, úmido, franco argiloso, bloco angular grande forte, duro, friável, plástico.

### ANÁLISE QUÍMICA EM 2004 (ÁREA DO EXPERIMENTO).

ATRIBUTO	HORIZONTES		
	A	A/Bt	Bt
pH em água (1:2,5)	6,2	5,8	4,8
P (Fósforo) – ppmP	1,3	2,0	0,1
K (Potássio) – ppmK	6,8	78,1	5,6
Ca (Cálcio) – emg	-	-	-
Mg (Magnésio) – emg	-	-	-
Al (Alumínio) – e.mg/100g	0,95	0,15	1,4
Na (Sódio) – ppm Na	4,5	10	5,4
H + Al (Acidez Potencial) – cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	-	-	-
Matéria Orgânica – %	1,0	1,8	0,6
Areia - %	85,79	51,78	30,88
Argila - %	10,66	37,91	64,33
Silte - %	3,55	10,25	4,79





FIGURA 01: Perfil e Paisagem típica do local do ARGISSOLO VERMELHO Amarelo Típico na área do presente experimento.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)