



FERNANDO YURI DA SILVA REIS

**SEQUESTRO DE CARBONO PELO CAPIM VETIVER CULTIVADO
EM SOLOS DE TEXTURA ARENOSA E ARGILOSA**

**INCONFIDENTES-MG
2015**

FERNANDO YURI DA SILVA REIS

**SEQUESTRO DE CARBONO PELO CAPIM VETIVER CULTIVADO
EM SOLOS DE TEXTURA ARENOSA E ARGILOSA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação Tecnológica em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes, para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientadora: DSc. Lilian Vilela Andrade Pinto

**INCONFIDENTES-MG
2015**

FERNANDO YURI DA SILVA REIS

**SEQUESTRO DE CARBONO PELO CAPIM VETIVER CULTIVADO
EM SOLOS DE TEXTURA ARENOSA E ARGILOSA**

Data de aprovação: ___ de _____ 2015

**Orientadora: Prof^ª. DSc. Lilian Vilela Andrade Pinto
IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes**

Michender W. M. Pereira

**Co-orientador: MSc. Michender Werison Motta Pereira
UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas**

**Prof. DSc. Luiz Carlos Dias Rocha
IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia, a minha professora Lilian Vilela Andrade Pinto, minha mãe Maria da Penha Hilduíno da Silva Reis, e a comunidade Theotokos.

AGRADECIMENTOS

*Agradeço Primeiramente a **Deus** que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitário, mas em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer, ele é o sustento, o motivador, o amparo, o refúgio, **bendito seja o nome do Senhor!***

*A minha orientadora **DSc. Lilian Vilela Andrade Pinto**, pelo empenho, pelo zelo, pela humildade, pelo amor e por ter me adotado como um verdadeiro filho durante esse tempo que trabalhamos juntos.*

*Agradeço a todos os **professores** por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender.*

*Agradeço de maneira especial ao professor **DSc. Luiz Carlos Dias Rocha** pela parceria e grande colaboração nos trabalhos realizados.*

*Agradeço **MSc. Michender Werison Motta Pereira** por ser também um grande parceiro, e principalmente por ter contribuído tanto com a sua disponibilidade, seu conhecimento científico e sua amizade.*

*Agradeço a minha mãe **Maria da Penha** heroína que me deu apoio, incentivo não só nas horas difíceis, de desânimo e cansaço, mas em todos os momentos. A minha mãe é uma vencedora!*

*Agradeço ao meu pai **Sebastião Salviano dos Reis**, meu irmão **Fabricio da Silva Reis**, a Minha Vó **Glória Ramos dos Reis**.*

*Agradeço a minha noiva **Ariane Estefany Maria** por todo o carinho, paciência e suporte durante essa importante fase.*

*As minhas madrinhas **Andreia Rezende de Paiva** e **Camila Mauricio dos Reis** que sempre me amparam e demonstraram o seu zelo e amor por mim.*

*Aos meus grandes colegas **Neife Santos Abraão** e **Misael Silva Juliani** que formaram comigo uma extraordinária equipe de pesquisa “os menino bão”, sei que ela perdurará e o mundo que espere os nossos resultados, pois eles estão começando a chegar!*

*A minha **Comunidade Theotokos** lugar onde eu experimentei a Deus, onde encontrei amigos e irmãos verdadeiros, e onde eu pude discernir a minha vocação.*

*A **Comunidade Aliança**, lugar onde encontrei verdadeiros irmãos e onde foi possível que eu continuasse exercendo a minha vocação fundamental de anunciar a palavra de Deus.*

EPÍGRAFE

“A vida não pode ser
simplesmente
uma procura de riqueza,
de bem-estar, de honrarias,
mas constitui também
uma aspiração mais profunda
no interior de cada um,
um desejo de vida interior
e de encontro com o Senhor,
que bate à porta do nosso coração
para nos dar a sua vida e seu amor.”

João Paulo II

RESUMO

O avanço das atividades industriais decorrido nas últimas décadas trouxe inúmeros benefícios ao ser humano, mas em contrapartida ocasiona inúmeros impactos ao meio ambiente. Um dos aspectos mais consideráveis na atualidade, que causam impactos significativos, é o aquecimento global que tem como um dos fatores de sua atenuação o excesso de CO₂ na atmosfera. O capim vetiver é uma gramínea altamente utilizada em todo o mundo para proteção de encostas, tratamento de efluentes, fitorremediação de áreas contaminadas, produção de óleo essencial, alimentação animal, etc. Neste sentido, torna-se de grande valia para a comunidade científica a obtenção de mais informações sobre o potencial do vetiver para sequestrar o carbono atmosférico e fixá-lo em sua estrutura vegetal (biomassa). Contudo, este trabalho teve como objetivo central avaliar o sequestro de carbono e produção de biomassa da parte aérea e da raiz do capim vetiver em solo arenoso e argiloso. Para tanto, mudas de vetiver em raízes nuas foram plantadas em 60 sacos de rafia com solo de textura arenosa e 60 sacos preenchidos com solo de textura argilosa, totalizando 120 unidades experimentais. Mensalmente, por um período de 6 meses, as plantas de 10 unidades experimentais de cada textura foram analisadas quanto a produção de biomassa da parte aérea, das raízes e carbono imobilizado. A textura arenosa promoveu maior acúmulo de biomassa da gramínea vetiver e conseqüentemente maior quantidade de carbono imobilizado a partir dos 120 dias, tendo sido acumulado maior quantidade de carbono nas raízes do que na parte aérea.

Palavras-chave: biomassa, matéria seca, *Chrysopogon zizanioides*.

ABSTRACT

The advance of industrial activities elapsed in recent decades has brought many benefits to humans, but in return causes numerous impacts on the environment. One of the most significant aspects at present, which have significant impacts, it is global warming that has as one of the factors of mitigation excess CO₂ in the atmosphere. Vetiver grass is a grass highly used worldwide for slope protection, wastewater treatment, phytoremediation of contaminated areas, essential oil production, animal feed, etc. In this sense, it is of great value to the scientific community to obtain more information about Bluestem potential to sequester atmospheric carbon and lock it in your plant structure (biomass). However, this work had as main objective to evaluate carbon sequestration and biomass production of shoots and grass root vetiver in sandy and clay soil. Therefore, vetiver seedlings in bare roots were planted in 60 bags of raffia with a sandy soil and 60 bags filled with clay soil, totaling 120 experimental units. Each month, for a period of 6 months the plants of 10 experimental units each texture were analyzed for aboveground biomass production and root fixed carbon. The sandy texture promoted greater biomass accumulation of vetiver grass and consequently higher amount of fixed carbon from the 120 days, having accumulated more carbon in roots than in shoots.

Key Words: biomass, dry matter, *Chrysopogon zizanioides*.

SUMÁRIO

RESUMO.....	VII
ABSTRACT	VIII
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1. SEQUESTRO DE CARBONO.....	3
2.2. POTENCIAL DE USO DE GRAMÍNEAS PARA O SEQUESTRO DE CARBONO.....	5
2.3. O VETIVER COMO SEQUESTRADOR DE CARBONO	6
2.4. O VETIVER COMO UM SUMIDOURO DE CARBONO SEQUESTRADO.....	7
2.4.1. UTILIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	8
2.4.2. FABRICAÇÃO DE ARTESANATOS E OUTROS MATERIAIS.....	9
2.5. METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÃO DE SEQUESTRO DE CARBONO	10
2.6. DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS EM SOLO ARENOSO E ARGILOSO	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1. LOCAL DE ESTUDO.....	12
3.2. PREPARO DAS MUDAS E INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO	12
3.3. DETERMINAÇÃO DA BIOMASSA E DO CARBONO IMOBILIZADO	13
3.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1. PRODUÇÃO BIOMASSA	16
4.2. SEQUESTRO DE CARBONO.....	21
5. CONCLUSÕES.....	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1. INTRODUÇÃO

O avanço industrial decorrido nas últimas décadas trouxe inúmeros benefícios ao ser humano, em contrapartida ocasionou inúmeros malefícios ao meio ambiente tais como a degradação dos solos, desmatamentos, emissão de gases do efeito estufa (Pacheco, 2008), entre outros.

Em vista desses impactos se faz cada vez mais necessário o desenvolvimento de tecnologias que minimizem os mesmos. A aplicação do capim vetiver é um exemplo da utilização dessas tecnologias sendo que o mesmo vem sendo empregado em diversos países e em vários estados do Brasil, para recuperar solos degradados com diferentes texturas e estabilizar encostas e taludes (Chaves & Andrade, 2013). Dessa forma, é importante também conhecer o potencial fotossintético da espécie em sequestrar o carbono atmosférico, utilizando-o para a síntese de carboidrato, sendo por fim depositado na parede celular.

Segundo Barretos et al. (2009), o sequestro possui fundamental importância na mitigação dos efeitos do aumento de CO_2 atmosférico, que é um dos principais gases do efeito estufa, pelo aprisionamento do carbono por certo tempo na planta. É na fase de crescimento que as espécies vegetais demandam maior quantidade de carbono para se desenvolver, retirando esse gás da atmosfera. Estudos de sequestro de carbono em áreas florestais vem crescendo a cada dia, podendo citar o trabalho de Tonon (2007) que salienta que um tronco de uma árvore é composto por 80% de carbono e cada hectare de floresta em desenvolvimento é capaz de absorver nada menos do que 150 a 200 toneladas de carbono.

No entanto a quantidade de carbono sequestrada pela gramínea vetiver, em diferentes tipos de solo, ainda não se encontra relatada na literatura, sendo importante essa quantificação em solos com diferentes texturas nos quais essa gramínea vem sendo plantada.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a potencialidade mensal do capim vetiver em sequestrar o carbono atmosférico em solos com diferentes texturas (arenoso/argiloso), verificando se a textura pode influenciar de forma relevante no potencial de sequestro tanto da parte aérea quanto da raiz.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Sequestro de Carbono

O mundo sofre com o constante aumento das emissões de CO₂, que vem intensificando o efeito estufa, podendo gerar elevações bastante significativas da temperatura no planeta. Em meio a essa situação governos tem debatido sobre formas de minimizar essas emissões, sem prejudicar o crescimento econômico (Barretos et al., 2009).

Escolher as estratégias para mitigar o aquecimento global deveria prever o sustento de sumidouro de carbono do solo, e também o bloqueio de longo prazo do excesso de carbono em profundidade no horizonte do solo (Lavania, 2009).

O sequestro de carbono é um processo em que, por meio da fotossíntese as plantas fixam CO₂ atmosférico, biossintetizando na forma de carboidratos, que é por fim depositado em sua parede celular. A partir disso obtêm-se uma minimização dos impactos gerados por esse gás de efeito estufa (Renner, 2004).

A conferência de Kyoto realizada em 1997 trouxe como importante instrumento o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL), mecanismo no qual o foco é o sequestro de carbono onde países desenvolvidos podem investir em projetos em países em desenvolvimento, contabilizando redução em emissões (Barretos et al., 2009).

Em vista de tais fatores, segundo Pimentel (2012) e Carvalho et al. (2009), atualmente, além da busca por qualquer eficiência que as plantas podem trazer deve-se buscar ganhos ambientais principalmente com relação a redução dos gases de efeito estufa, uma vez que a utilização dessas plantas podem mitigar a emissão desses gases.

A mudança de ecossistemas nativos para agrossistemas pode potencializar a liberação de gases de efeito estufa podendo contribuir de forma expressiva. No Brasil aproximadamente 75% das emissões do CO₂ são derivadas de práticas agrícolas e do desmatamento. Por um outro lado, a adoção de práticas menos agressivas como a substituição do sistema convencional por um sistema de plantio direto, substituição da queima da cana por uma colheita mecanizada, entre outras diversas ações são capazes de mitigar grande parte a emissão dos gases de efeito estufa (Cerri, 2006).

Possíveis mudanças no uso da terra e suas consequências no estoque de carbono do solo no bioma mata atlântica é apresentado na tabela 1.

Tabela 1- Possíveis mudanças no uso da terra e suas consequências no estoque de carbono do solo no bioma mata atlântica (Boddey et al., 2006).

Uso da terra	Área total Mha	Mudança no manejo	Áreas sob mudança Mha	Alterações no estoque de C 2005 a 2025 Mg ha ⁻¹ de C	Varição dos estoques de C no solo Tg
Pastagem natural	20,5	Recuperação 10% da área usando leguminosas	2	+ 25	+ 50
Pastagem plantada	20,89	Recuperação 40% da área com o uso de fertilizantes	8,4	+ 15	+ 126
Rotação de cultura	13,8	a) Aumentar a área sobre as pastagens degradadas	2	0	0
		b) Introduzir leguminosas com adubo verde no sistema de plantio direto	7,9	+ 20	+ 158
Cana-de-açúcar	4,8	a) Aumentar a área sobre as pastagens degradadas	4	0	0
		b) Aumentar de 20 para 60% as áreas onde se conservam os resíduos	5,3	5	+ 26,4
Floresta plantada	3,2	Aumentar a área sobre as pastagens degradadas	3	0	0
Café	1,96	Destinar 20% para produção orgânica	0,4	10	+ 4
Cacau	0,58	Diminuir a área em 20 %	0,12	- 10	- 1,2
Total					363

2.2. Potencial de uso de gramíneas para o sequestro de carbono

Pastagens bem manejadas podem trazer diversos benefícios inclusive com relação ao acúmulo de carbono que pode ser avaliado com a finalidade de se obter os estoques de carbono (Tarré et al., 2001), ou seja, possui um grande potencial na retirada de CO₂ da atmosfera, além de enriquecer o solo com matéria orgânica.

Ainda segundo Tarré et al. (2001), 10 anos após a retirada do bioma cerrado e crescimento de *Brachiaria*, observou-se um considerável aumento da matéria orgânica do solo advinda da decomposição dos resíduos gerados pela parte aérea e raiz havendo também um acúmulo de grande quantidade de C.

Kluthcouski et al. (2010), destacam que a *Brachiaria* em condições ideais de temperatura e umidade produz matéria seca em quantidade durante todo o ano, podendo produzir quantidade de matéria orgânica maior do que as obtidas em Cerrados virgens.

Em estudos realizados com o capim elefante (*Pennisetum hybridum*) por Vilela (2009), constatou-se que na biomassa vegetal deste capim há um teor de carbono de 42%, na base da matéria seca. Estima-se que o capim elefante tem uma produção média de biomassa seca de 40 ha ano⁻¹, o que mostra que esse capim possui um grande potencial em sequestrar carbono, realizando um acúmulo de 16,8 Mg de carbono ha ano⁻¹.

De acordo com Braga (2010), estima-se que o sequestro de carbono médio que ocorre em pastagens chegue a 0,06 Mg de C ha ano⁻¹. Uma vez que cerca de 70% das áreas agricultáveis do mundo são constituídas por pastagem, estima-se que as pastagens sequestram cerca de 0,2 Gt ano⁻¹, sendo que este valor é capaz de compensar cerca de 4% do total de emissões de carbono no planeta.

Trabalho realizado por Fisher et al. (1994) citado por Seguini (2007) estimou que o estoque de carbono a uma profundidade de 80 cm em um solo que a 9 anos é utilizado como pastagem por *Brachiaria humidicola* foi de 26 Mg de C ha⁻¹ (1 Mg = 10 g = 1 milhão de toneladas), o que é maior do que o estoque de C no solo sob vegetação nativa em Carimagua, Llanos Orientales da Colômbia.

Tem sido demonstrado que gramíneas com raízes de 1 m de profundidade, como por exemplo, *Andropogon gayanus*, podem sequestrar quantidades significativas de carbono

orgânico em profundidade no perfil do solo, uma estimativa de sequestro que vai de 100-500 Mt de carbono por ano, para uma área estimada de 35 milhões de hectares (Lavanaia, 2009), cultivada com a espécie.

A adoção de sistemas de manejo por pastagens não degradadas pode apresentar significativo reservatório de C no solo, contribuindo para a mitigação do aquecimento global devido ao não revolvimento e não queimada do solo (Torrão et al., 2007).

2.3. O Vetiver como sequestrador de carbono

O capim vetiver por apresentar inúmeras características exclusivas possui a capacidade de se adaptar a diversas situações edáficas e climáticas. Quando bem manejado o mesmo pode ser plantado em clima tropical, semitropical e mediterrâneo. Essas características de adaptabilidade são fundamentais para que o capim vetiver possa ser utilizado das mais diversas formas em vários continentes do mundo (Truong et al., 2008).

Por ser uma planta com tantas características exclusivas, a produção dessa gramínea se destaca quando comparado a outras gramíneas como a *Brachiaria* e capim gordura uma vez que o vetiver não necessita de acompanhamento devido a sua grande resistência a alterações ambientais, como clima, tipo de solo, etc (Coelho & Pereira, 2006).

De acordo com Islam (2008), o capim vetiver é capaz de produzir até 100 Mg de biomassa por hectare em 8 meses, o que constata que este capim possui um grande potencial de sequestro de carbono. Estudos com plantas como o vetiver, que possuem um alto potencial em adquirir biomassa e um profundo sistema radicular, vem aumentando no que diz respeito a utilização das mesmas para o sequestro de carbono, uma vez que essas plantas podem capturar o CO₂ e armazenar grandes quantidade de C orgânico na biomassa acima e abaixo do solo (Jansson et al., 2010).

A gramínea vetiver pode ser plantada em diversos espaçamentos, porém quando utilizada para a estabilização e proteção de encostas, de acordo com Manoel (2013), o espaçamento ideal é de 1,5m x 0,15m, podendo com esse espaçamento produzir cerca de 21,38 Mg ha⁻¹ de matéria seca.

Taranet et al. (s.d) também salientam que com características morfológicas e funções tão importantes como acelerado crescimento, penetração profunda das raízes e uma

boa resistência a condições adversas, com certeza a gramínea vetiver apresenta-se como um potencial sequestrador de carbono. Em estudo realizado pelos autores o vetiver obteve uma média de sequestro de 95,6 Mg ha⁻¹ enquanto outras gramíneas obtiveram uma média de 36,3 t ha⁻¹, comprovando que o vetiver em comparação com outras gramíneas possui um grande potencial em sequestrar carbono atmosférico.

2.4. O Vetiver como um sumidouro de carbono sequestrado

Para que o capim vetiver possa ser considerado um sumidouro de carbono se faz necessário que o mesmo possa armazenar por um longo período de tempo o carbono sequestrado deixando-o inerte. O corte das folhas do vetiver é uma prática normal que é realizada periodicamente após o plantio para incentivar o crescimento de perfilhos e para reduzir o perigo de incêndio na estação seca (Figura 1) (Chomchalow & Chapman, s.d).



Figura 1. Corte da parte aérea do vetiver em um viveiro comercial de produção de mudas em Consolação, MG.

Uma vez que as mudas do capim vetiver são geradas a partir do desenvolvimento de toceiras, para que haja uma maior eficiência com relação ao incentivo na multiplicação do número de perfilhos, e conseqüentemente uma maior produção de mudas, é recomendado que

as podas sejam feitas em um período regular de 120 dias. Além disso, o espaçamento ideal para proporcionar um maior número de perfilhos e plantas mais vigorosas é de 1,5m x 0,45cm, sendo que a partir desse espaçamento o vetiver pode apresentar uma maior quantidade de matéria prima após as suas podas (Costa, 2013). As folhas cortadas em colmos podem proporcionar inúmeros benefícios aos seus produtores pois possuem diversas finalidade como as citadas por Manoel et al. (2013): fabricação de esteiras, divisórias, para a cobertura do solo e como palhada; por Chomchalow e Chapman (s.d): tijolos de barro, para construções de baixo custo e como substituinte do cimento e recomendados por Costa (2013) para a cobertura de instalações rurais.

2.4.1. Utilização na construção civil

O povo tailandês, bem como a população rural da Ásia já há muito tempo utilizam-se dos colmos de vetiver para telhado de modo idêntico a utilização de folhas de palmeiras (Figura 2A). Os colmos obtidos da gramínea vetiver possuem uma qualidade superior a colmos advindos de outras plantas, uma vez que as folhas do capim vetiver são revestidas com cera, possuem um aroma agradável que é capaz de repelir insetos e são resistentes a fungos (Chomchalow & Chapman s.d).

A Palha de Vetiver é amplamente utilizada no Senegal, na África, para fazer tijolos de barro que resistem a rachaduras (Figura 2B). A construção de casas na Tailândia usa tijolos e colunas feitas de compostos de argila no qual folhas de Vetiver foram adicionadas. Estes materiais de construção têm em si baixa condutividade térmica, o que faz com que os resultados da construção sejam confortáveis e eficientes em termos energéticos (Truong et al., 2008).

As cinzas do vetiver têm sido experimentalmente usadas como um material da construção civil de baixo custo e favorável ao meio ambiente. Nimityongskul et al. (2003) citados por Islam et al. (2008) relataram sobre a experiência de utilização de cinzas do capim vetiver como um novo material de construção especificamente para as áreas rurais dos países em desenvolvimento. As propriedades dessas cinzas foram investigadas, a fim de considerar a possibilidade de usá-las como material cimentante. Após diversos testes pode-se concluir que

é possível utilizar as cinzas do capim vetiver como uma argamassa de cimento (Islam, Bhuiyan & Hossain, 2008).



Figura 2. Cobertura de Sapê feita com o capim Vetiver (A) e Confeção de tijolos de argila e folhas de vetiver (B). (Fonte: Vetiver Soluções Ambientais, 2014 (A), Natural Building Blog (B)).

2.4.2. Fabricação de artesanatos e outros materiais

Em vários países da Ásia como Tailândia, Indonésia, Filipinas e também na América Latina e na África, o capim vetiver vem sendo utilizado desde a produção de artesanatos de alta qualidade (Figura 3) até em projetos bem sucedidos na substituição da madeira para a fabricação de móveis, tornando o vetiver uma importante planta para a geração de renda (Troung et al., 2008 e Chomchalow & Chapman s.d).

Além disso, o vetiver também pode ser usado como matéria-prima para a fabricação de pasta e papel por apresentar elevado teor de hemicelulose, sendo o seu teor de celulose de 45,8%. Ensaios piloto de plantas na Índia indicaram que o vetiver produz uma pasta química que pode ser usada para fazer a escrita e impressão de jornais. Contendo fibras curtas, a polpa tem de ser utilizada em mistura com 30-40% de uma polpa de fibra longa (Islam et al., 2008).

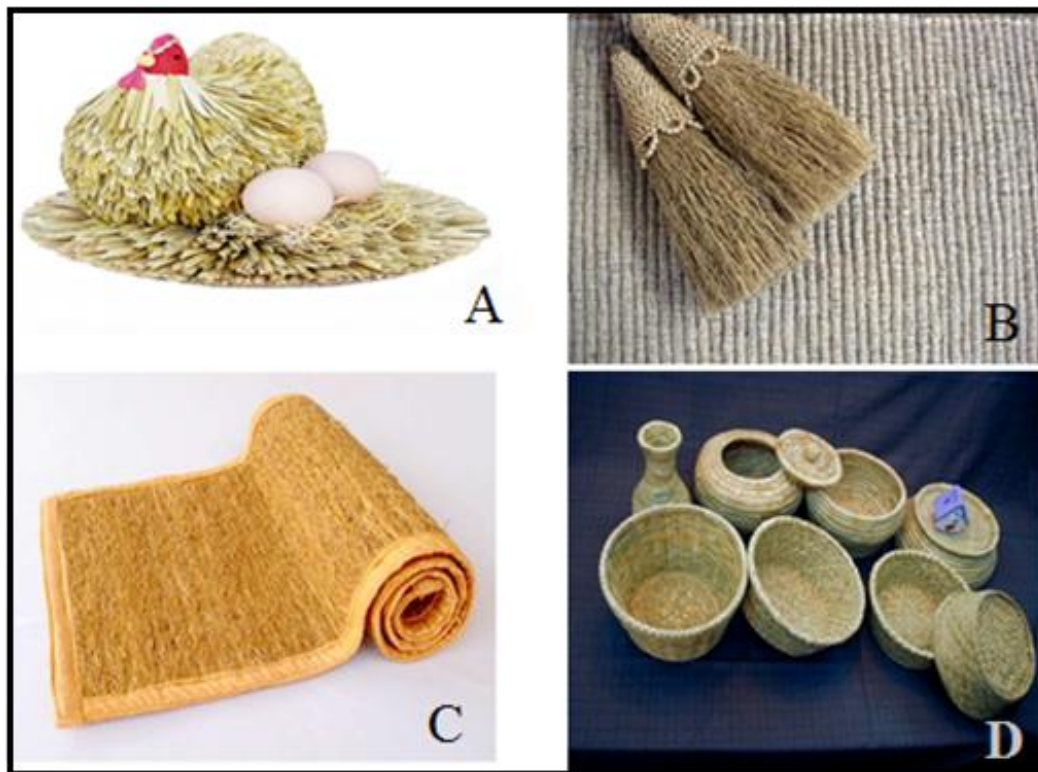


Figura 3. Galinha feita a partir das folhas do vetiver (A), artesanato feito a partir das raízes do vetiver (B), esteira feitas com a raiz do vetiver (C), artesanatos feitos com a parte aérea do vetiver (D) (Fonte: Upstairs Home Galleery, 2011).

Agricultores que cultivam arroz desenvolveram um outro uso das folhas de vetiver como cordas para amarrar as mudas de arroz e as palhas de arroz. Os cordões de vetiver passaram a ser utilizados por eles pela flexibilidade e resistência, maior com relação aos cordões de banana, grama do pântano e corda de palma Nipa comumente utilizados (Troung et al., 2008).

2.5. Metodologias para avaliação de sequestro de carbono

Para a avaliação da quantidade de carbono sequestrado, pode-se, segundo Muller et al. (2009), considerar que a biomassa é igual a matéria seca. Para a obtenção da matéria seca é feita a pesagem da parte aérea e raiz e após isso as mesmas são levadas para uma estufa para secarem a 65°C, até atingirem o peso constante.

A matéria seca advinda das plantas também pode ser obtida segundo Zachi et al. (2009) em um processo de secagem de 72 horas a uma temperatura de 80 °C. Já Lopes et al.

(2014) para obtenção da matéria seca utiliza-se de uma estufa de ventilação forçada a uma temperatura de 55 °C, até atingir o peso constante. Após o processo de secagem para a obtenção da quantidade de carbono sequestrado de acordo com Muller et al. (2009) e Arevalo et al. (2000) multiplica-se o valor da matéria seca pelo fator 0,45. Esse fator pode ser de 0,5, fator recomendado IPCC (2007).

2.6. Desenvolvimento das plantas em solo arenoso e argiloso

As diferentes texturas do solo promovem desenvolvimento das plantas de forma diferenciada, como pode ser observado no trabalho de Fagundes, Camargos e Costa (2011) que verificaram que as raízes de *Dimorphandra mollis* apresentam melhor desenvolvimento quando submetidas a substratos advindos de áreas de cerrado arenoso quando comparado ao desenvolvimento em substratos de cerrado argiloso e mata seca.

Segundo estudo realizado por Santos (2006), onde se testou a produtividade da soja em dois tipos de solo, sendo um com a textura arenosa e outro com a textura argilosa, constatou-se que os solos com textura arenosa apresentam uma capacidade de produção que pode ser equiparada ou até superior ao solo com textura argilosa, desde que esse solo seja submetido um manejo nutricional adequado.

A mandioca apresentou desenvolvimento da parte aérea, mensurada pelos parâmetros altura da planta, altura da 1ª ramificação, diâmetro médio das hastes e número de hastes por planta, superior nos solos argilosos em relação ao arenoso (Aguiar, 2009).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local de estudo

O experimento foi realizado no município de Inconfidentes, Sul de Minas Gerais, que localiza-se a 869 metros de altitude e posição geográfica de 22° 19' 00" de latitude S e 46° 19' 40" longitude W. O município se assenta numa área de 145 quilômetros quadrados. O Rio Mogi-Guaçu é o principal curso d'água. De acordo com a classificação de Koëppem, o clima da região é do tipo tropical úmido com duas estações bem definidas: chuvosa (outubro a março) e seca (abril a setembro), com médias anuais de 1.800 mm de precipitação e 19°C de temperatura (Inconfidentes, 2009).

3.2. Preparo das mudas e instalação do experimento

As mudas de vetiver em raízes nuas, obtidas por subdivisão de touceiras, foram deixadas com as raízes imersas em água por 15 dias para emitirem novas raízes e brotos, selecionando-se então mudas padronizadas para a pesquisa. Sacos rafia de 50 litros preenchidos com solo arenoso e solo argiloso foram utilizados para o plantio de 3 mudas de vetiver (Figura 4). Após 10 dias do plantio foi realizada a seleção visual qualitativa das mudas deixando-se apenas a muda com melhor desenvolvimento (altura e perfilhamento) em cada saco. Ao todo foram cultivadas 120 unidades experimentais, sendo 60 sacos de cada classe textural do solo (arenosa e argilosa).

Para tanto, o experimento foi alocado em esquema fatorial duplo com blocos casualizados (2 x 6 x 10), sendo o primeiro fator: duas classes texturais do solo (arenosa e argilosa); o segundo fator: cinco tempos de avaliação (30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o plantio); e 10 blocos.



Figura 4. Mudas de vetiver plantada em sacos de ráfia (setembro de 2014 (A), fevereiro de 2015 (B)).

3.3. Determinação da biomassa e do carbono imobilizado

Mensalmente, no período de setembro de 2014 a março de 2015 foram avaliados a produção de biomassa e C imobilizado da parte aérea e das raízes das plantas de dez sacos de cada solo (arenoso e argiloso). Para isso, as plantas foram retiradas cuidadosamente dos sacos de ráfia através de uma cuidadosa lavagem sobre uma peneira, para que todo o solo se desprendesse de suas raízes e após isso divididas em parte aérea e radicular (Figura 5), pesadas em balança de precisão para a determinação do peso da matéria verde total, e em seguida, colocadas em sacos de papel e levadas à estufa de circulação forçada (65°C até atingir peso constante).

Após a secagem, o material foi novamente pesado para determinação dos atributos: massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR). Conforme metodologia de Muller et al. (2009) a massa seca (g planta^{-1}) foi considerada como biomassa

produzida (g planta⁻¹). Ainda de acordo com os autores, o carbono imobilizado foi calculado utilizando-se a equação 1.

Eq. 01. Cálculo do C imobilizado pelas plantas.

$$C = 0,45 \times B$$

Sendo:

C - Carbono Imobilizado (g planta⁻¹).

B - Produção de Biomassa (g planta⁻¹)

0,45 - Constante descrita por Muller et al. (2009) (45% de C na biomassa de herbáceas).



Figura 5. Plantas de vetiver retiradas dos sacos de ráfia (2A) e sistema radicular separado da parte aérea (2B) na avaliação de 150 dias após plantio das mudas (fevereiro, 2015).

3.4. Análises estatísticas

Os dados de biomassa e carbono das raízes, parte aérea e total foram processados e submetidos à análise de variância seguindo o delineamento em blocos ao acaso e as médias comparadas pelo teste Scott-knott a 5% de probabilidade usando o programa Sisvar (Ferreira, 2008).

Os dados foram submetidos à análise de correlação e determinação do coeficiente de correlação de Pearson (r) ao nível de 5 % de probabilidade. Posteriormente os valores obtidos foram classificados em fracos, moderados e fortes que segundo Dancey

e Reidy (2006) uma correlação é considerada fraca quando possui um r maior que 0,1 e menor que 0,3, moderada quando possui um r maior que 0,4 e menor que 0,6, e forte quando o r é maior que 0,7.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Biomassa

A produção de biomassa da parte aérea (Tabela 1, Figura 6A) e das raízes (Tabela 2, Figura 6B) do capim vetiver aumentou ao longo do tempo de desenvolvimento (períodos de avaliação), conforme esperado, apresentando diferença estatística significativa aos 120 dias após o plantio dentro do solo da mesma textura.

Pode ser observado na figura 6, que a produção de biomassa do vetiver apresenta boa correlação e regressão exponencial com o tempo de desenvolvimento das plantas, com maior mudança da inclinação da tangente da curva (acréscimo abrupto na biomassa em relação ao tempo) ocorrendo aos 90 dias para as raízes (6B) e planta toda (6C) nos solos argiloso e arenoso e para a parte aérea no solo arenoso (6A). A maior inclinação da curva exponencial do solo argiloso para a parte aérea ocorre aos 120 dias, de forma mais suave que as demais (6A). Cabe destacar ainda que em todas as comparações apresentadas na figura 6, obtiveram-se coeficientes de determinação (R^2) e correlação (r) exponenciais superiores a 0,9,. Estes resultados revelam forte correlação segundo Dancey e Reidy (2006) que considera valores de coeficientes de correlação como forte quando superiores a 0,7.

Tabela 2. Peso em gramas da biomassa da parte aérea por planta de vetiver nos solos com textura arenosa e argilosa em diferentes períodos após o plantio.

Dias após o plantio	Médias obtidas (g)	
	Solo arenoso	Solo argiloso
30	4,30 Ad	5,11 Ac
60	15,80 Ad	9,44 Ac
90	31,71 Ad	21,02 Ac
120	109,96 Ac	39,06 Bc
150	182,99 Ab	105,10 Bb
180	252,38 Aa	165,63 Ba

Médias seguidas por letra minúscula na coluna comparam a biomassa nos diferentes tipos de solos e médias seguidas por letra maiúscula na linha comparam a biomassa entre os tipos de solo, não diferindo estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knoott ao nível de 5% de significância quando apresentam a mesma letra.

Tabela 3. Peso em gramas da biomassa da raiz por planta de vetiver nos solos com textura arenosa e argilosa em diferentes períodos após o plantio

Dias após o plantio	Médias obtidas	
	Solo arenoso (g)	Solo argiloso (g)
30	4,44 Ac	6,59 Ab
60	23,29 Ac	28,43 Ab
90	46,16 Ac	37,12 Ab
120	149,50 Ab	130,72 Aa
150	310,32 Aa	139,05 Ba
180	300,60 Aa	202,66 Ba

Médias seguidas por letra minúscula na coluna comparam a biomassa nos diferentes tipos de solos e médias seguidas por letra maiúscula na linha comparam a biomassa entre os tipos de solo, não diferindo estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knoott ao nível de 5% de significância quando apresentam a mesma letra.

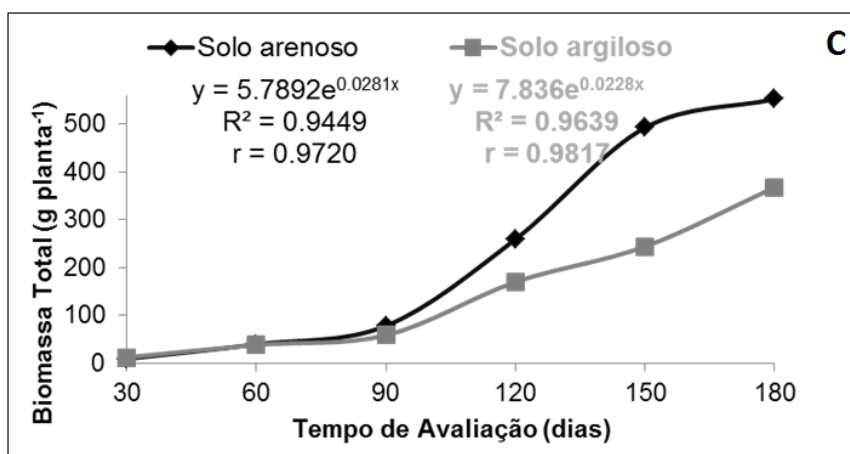
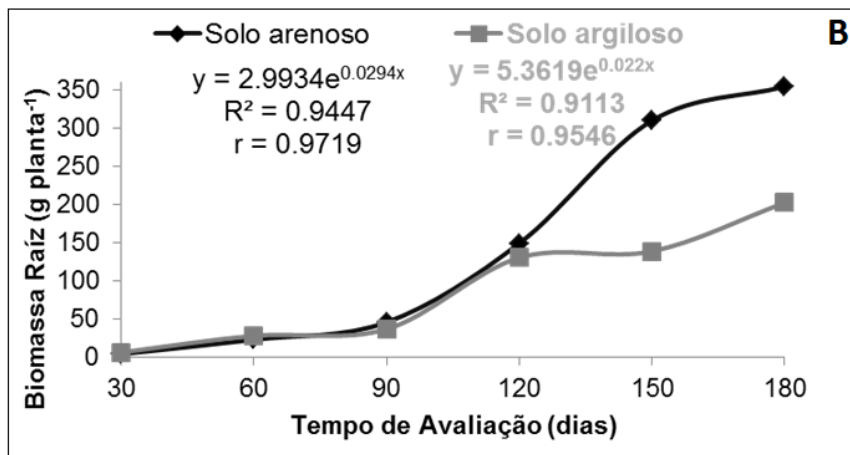
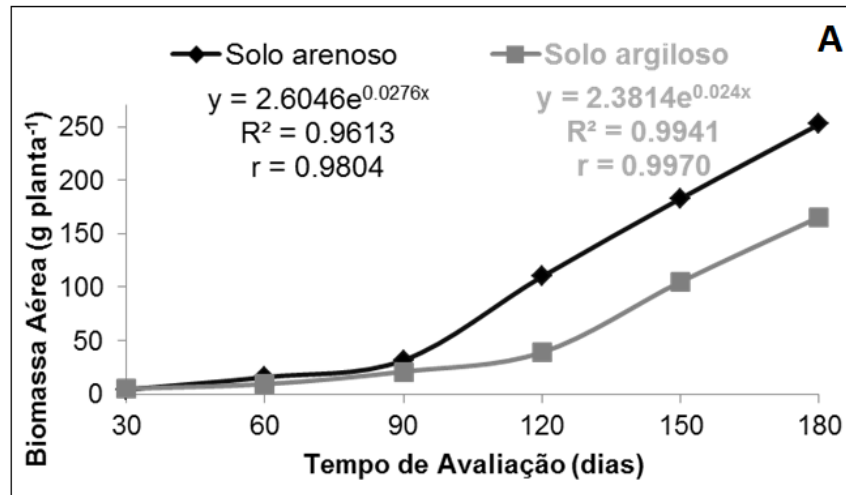


Figura 6. Biomassa da parte aérea (6A), radicular (6B) e total (6C) do capim vetiver e seus respectivos coeficientes de regressão (R^2) e correlação (r) exponenciais em solos de textura arenosa e argilosa.

Com relação ao efeito das diferentes classes texturais do solo na biomassa advinda da parte aérea por planta (Tabela 2) observa-se um ganho de peso equiparado estatisticamente entre as diferentes texturas até o período de 90 dias após o plantio, sendo que a partir dos 120 dias o solo com textura arenosa obteve um ganho de peso maior com relação ao solo com textura argilosa. Destaque especial é dado aqui ao fato do solo arenoso ter propiciado produção de biomassa da parte aérea 181%, 74% e 52% maior que o solo argiloso aos 120, 150 e 180 dias após o plantio, respectivamente, e 123% e 48% maior para a biomassa das raízes aos 150 e 180 dias (Tabela 2 e 3).

Nos últimos 30 dias de avaliação (de 150 a 180 dias de desenvolvimento) destaca-se o aumento significativo da produção de biomassa da parte aérea, sendo de 38% no solo arenoso e 57% no solo argiloso. Vale destacar que apesar ainda do aumento significativo da produção de biomassa da parte aérea no último mês de avaliação que o maior aumento ocorreu aos 150 dias (período de 120 a 150 dias de desenvolvimento) tendo sido de 66% no solo arenoso e de 169% no solo argiloso. Estes resultados evidenciam a importância destes tempos de colheita/poda do vetiver para produzir grandes quantidade de matéria seca (biomassa) para os vários usos citados por Manoel et al. (2013), Andrade et al. (2011), Chomchalow e Chapman (s.d) e recomendados por Costa (2013) para melhor aproveitamento no Brasil.

Já o aumento significativo da biomassa produzida pelas raízes do vetiver ocorreram aos 150 dias para os solos arenosos e 120 dias para os solos argilosos sendo respectivamente de 107% no solo arenoso e de 152% no solo argiloso (Tabelas 2 e 3).

Embora não tenha apresentado diferença estatística significativa, menciona-se o comportamento diferenciado da biomassa radicular aos 30 e 60 dias após o plantio no solo argiloso, apresentando maiores resultados que os obtidos para o solo arenoso.

De acordo com Wang et al. (2005) a textura é um dos principais indicadores da qualidade e produtividade dos solos. Santos (2006) afirmaram que o paradigma ainda vigente é de que a terra é dita "produtiva" quando o solo é de textura argilosa. Contudo, os resultados deste trabalho contrariam este paradigma, uma vez que o vetiver produziu mais biomassa em solos arenosos. Estes mesmos autores (Santos, 2006) concluíram em sua pesquisa que solos

arenosos apresentam potencial produtivo equivalente ou até mesmo superior ao dos solos argilosos, desde que adotado manejo nutricional adequado. Tal constatação corrobora com os resultados obtidos neste trabalho.

Na figura 7 pode ser observado que as raízes do vetiver possuem maior ganho de biomassa em relação a parte aérea, diferença facilmente perceptível após 60 dias do plantio das mudas, tanto no solo com textura arenosa (7A) quanto no solo com textura argilosa (7B).

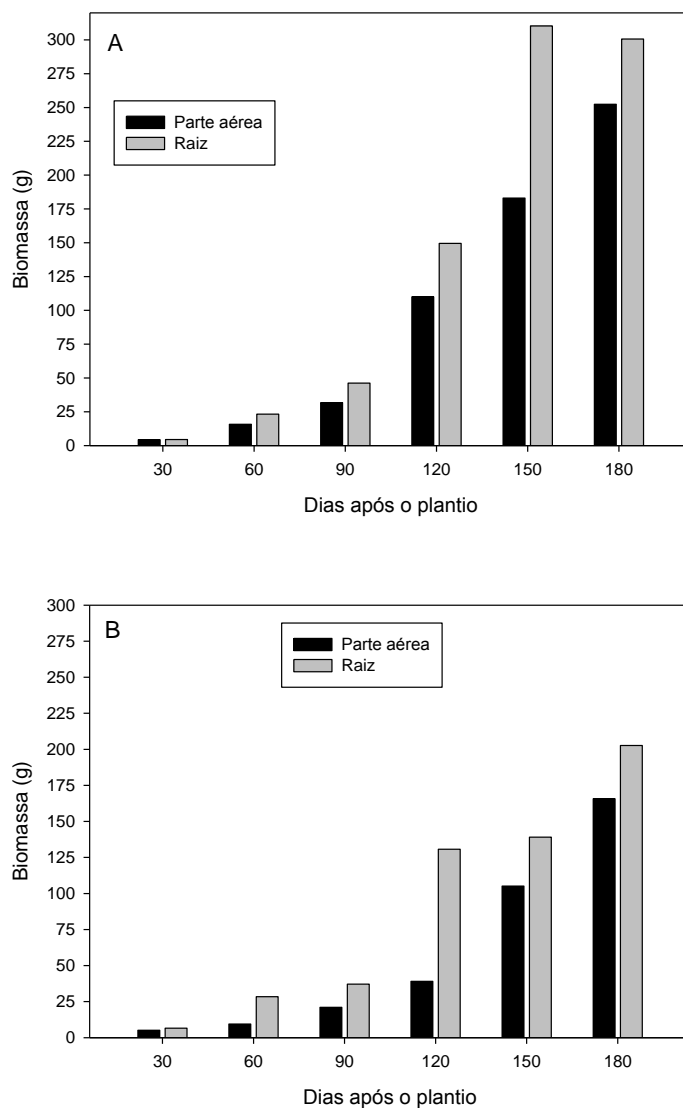


Figura 7. Biomassa da parte aérea e da raiz por planta da gramínea vetiver cultivada em solo arenoso (A) e argiloso (B).

Aos 180 dias de estabelecimento das plantas, por exemplo, 54% da biomassa total (radicular + aérea) produzida pelo vetiver em solo arenoso provém das suas raízes (Figura 7A). Já para o solo argiloso, pode ser visto aos 180 dias de desenvolvimento do vetiver que 55 % da biomassa total da planta é radicular.

Esses dados reforçam o potencial do vetiver em proteger os solos contra a ação dos agentes erosivos, contenção de encostas e taludes contra os deslizamentos, usos estes destacados na literatura como de grande utilização do vetiver ao redor do mundo (Coelho e Pereira, 2006; Truong et al., 2008; Souza, 2012).

Segundo Galas (2006) plantas com um bom desenvolvimento de raízes fasciculadas, tipo de raiz presente na gramínea vetiver, apresentam alta resistência a tração e ao arrancamento, uma vez que estas ocupam uma grande superfície, o que proporciona redução na erodibilidade do solo aumentando assim a estabilidade do talude ou encosta.

A maior produção de biomassa observada nas raízes e na parte aérea das plantas da gramínea vetiver cultivadas em solo com textura arenosa é também de grande relevância visto que, segundo Coelho e Pereira (2006), solos arenosos possuem baixa coesão, podendo a vegetação aumentar significativamente a resistência a deslizamento superficiais, ou seja pequenas variações na coesão radicular pode ter uma grande influência no coeficiente de segurança dos taludes. Neste sentido, Barbosa e Lima (2013) avaliando a estabilidade de taludes de solos arenosos protegidos com vetiver concluíram que o capim vetiver auxilia na estabilização de taludes, pois proporciona incremento de coesão aparente ao solo e aumenta o fator de segurança dos taludes.

4.2. Sequestro de Carbono

O carbono imobilizado pelo vetiver apresentou aumento significativo a partir dos 120 dias do plantio, tanto quando foi plantada em solo arenoso como sob em solo argiloso (Tabela 4).

A textura do solo influenciou significativamente no carbono imobilizado pela gramínea vetiver, sendo os maiores valores observados nas mudas plantadas em solo arenoso.

Essa maior imobilização do carbono em solo arenoso foi observada a partir dos 120 dias do plantio (Tabela 4).

Com relação ao C imobilizado pelas raízes do capim vetiver entre os solos com diferentes texturas a diferença estatística só ocorreu a partir dos 150 dias do plantio, sendo que as raízes das mudas plantadas no solo com textura arenosa foram as que obtiveram uma maior quantidade de carbono imobilizado. A parte aérea destas mesmas mudas, plantadas no solo com textura arenosa, já aos 120 do plantio obtiveram diferença estatística, também obtendo uma quantidade de carbono imobilizado superior a quantidade encontrada nas mudas plantadas no solo com textura argilosa (Tabela 4).

Tabela 4. Carbono imobilizado médio adquirido (g) por planta da gramínea vetiver nos solos com textura arenosa e argilosa em diferentes períodos após o plantio

Dias após o plantio	Solo Arenoso			Solo Argiloso		
	Raiz	Parte aérea	Total	Raiz	Parte aérea	Total
30	2,00 Ac	1,93 Ad	3,93 Ac	2,97 Ab	2,30 Ac	5,26 Ac
60	10,48 Ac	7,11 Ad	17,59 Ac	12,79 Ab	4,25 Ac	17,04 Ac
90	20,77 Ac	14,27 Ad	35,04 Ac	16,70 Ab	9,46 Ac	26,16 Ac
120	67,28 Ab	49,48 Ac	116,76 Ab	58,83 Aa	17,58 Bc	76,40 Bb
150	139,65 Aa	82,35 Ab	221,99 Aa	62,57 Ba	47,30 Bb	109,87 Bb
180	135,27 Aa	113,57 Aa	248,84 Aa	91,20 Ba	74,53 Ba	165,73 Ba
Média	62,57 A	43,6 A	107,36 A	40,84 B	25,90 B	66,74 B

Médias seguidas por letra minúscula na coluna comparam do vetiver em função dos dias de plantio e médias seguidas por letra maiúscula na linha comparam a biomassa entre os tipos de solo, não diferindo estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knoott ao nível de 5% de significância quando apresentam a mesma letra.

Na presença de solo com textura argilosa, as plantas de vetiver aos 30 dias após o plantio, apresentou uma quantidade média de carbono superior, mas não diferente estatisticamente, a observada pelas plantas da gramínea cultivadas em solo com textura arenosa (Tabela 4).

Tanto para o solo com textura arenosa, quanto para o solo com textura argilosa, observa-se uma correlação positiva, ou seja, diretamente proporcional, entre número de perfilhos e o carbono imobilizado pela parte aérea (Figura 8).

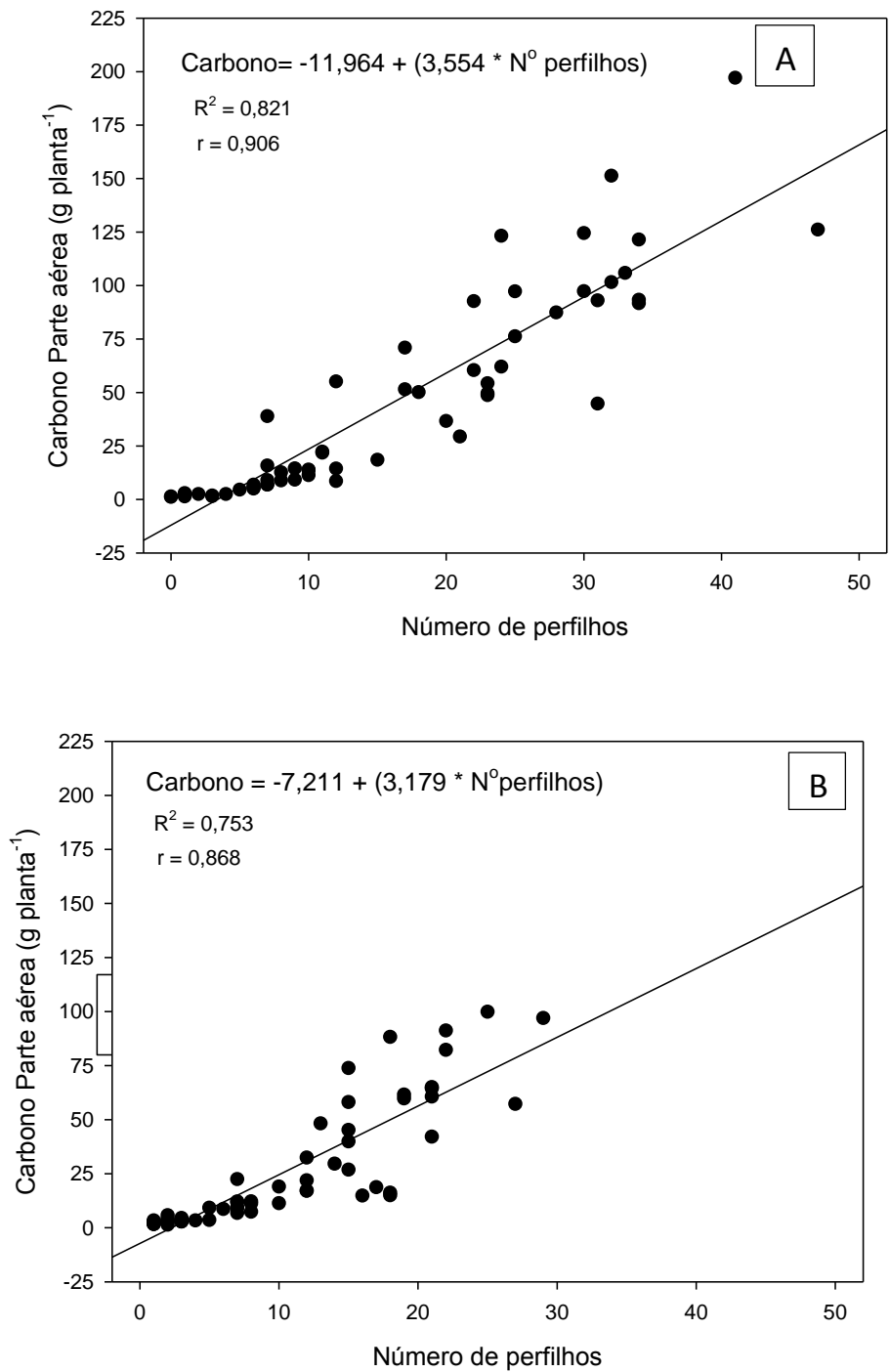


Figura 8. Correlação de Pearson entre o número de perfilhos e o carbono imobilizado pela parte aérea da graminea vetiver em solo arenoso (A) e argiloso (B).

Nota-se que a correlação obtida pelo solo de textura arenosa ($r= 0,906$) é mais forte do que a correlação obtida com o solo de textura argilosa ($r= 0,868$). As correlações observadas podem ser consideradas segundo Dancey e Reidy (2005) como uma forte correlação, o que indica que quantidade de perfilhos de ambos os solos estão diretamente ligados a quantidade de carbono sequestrado pela planta.

Uma vez que quanto maior o número de perfilhos maior a quantidade de carbono sequestrado, incentiva-se podas regulares visto que essa ação, segundo Costa (2013), aumenta o perfilhamento, e que o material resultante da poda pode ser aproveitado para diversos fins já supracitados.

5. CONCLUSÃO

A textura arenosa promoveu maior acúmulo de biomassa da gramínea vetiver e conseqüentemente maior quantidade de carbono imobilizado a partir dos 120 dias, tendo sido acumulado maior quantidade de carbono nas raízes do que na parte aérea.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, E. B.; BICUDO, S. J.; CURCELLI, F.; ABREU, M. L.; PASSINI, T. C.; BRACHTVOGEL, E. L.; CRUZ, S. C. S.; **Desenvolvimento da Parte Aérea de Mandioca Sob Diferentes Densidades Populacionais em Dois Tipos de Solo.** Botucatu - Sp: Xiii Congresso Brasileiro de Mandioca, 2009. 6 f.

ANDRADE, L. L.; PINTO, L. V. A.; PEREIRA, M. W. M. P.; SOUZA, R. X. Avaliação da Sobrevivência e do Desenvolvimento de Mudas de Capim Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) em Raízes Nuas e Produzidas em Saquinhos de Polietileno Plantadas em Diferentes Espaçamentos. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, p. 57- 64, ago. 2011.

AREVALO, A. L.; ALEGRE, C. J.; VILCAHUAMAN, M. J. L.; **Metodologia para Estimar o Estoque de Carbono em Diferentes Sistemas de Uso da Terra.** Embrapa, Colombo, 2002.

BARRETOS, L. V.; FREITAS, A. C. S.; PAIVA, L. C. **Sequestro de Carbono**, Centro Científico Conhecer, Enciclopédia Biosfera N.07, Goiânia, 2009.

BRAGA, G. J.; Sequestro de Carbono em Pastagens Cultivadas. **Pesquisa & Tecnologia**, Bauru, v. 7, n. 1, p.1-6, jun. 2010.

BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; MACEDO, M. O.; OLIVEIRA, O. C.; RESENDE, A. S.; ALVES, B. J. R. & URQUIAGA, S. **Potential of carbon sequestration in soils of the Atlantic Region of Brazil.** In: LAL, R.; CERRI, C.C.; BERNOUX, M.; ETCHEVERS, J. & CERRI, C.E.P. Carbon sequestration in soils of Latin America. New York, Haworth, 2006. p.305-347.

CARVALHO, J. L. N. AVANZI, C. J.; SILVA, N. L. M.; MELLO, R. C.; CERRI, P. E. Potencial de Sequestro de Carbono em Diferentes Biomas do Brasil. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**;, Lavras, v. 23, n. 34, p.277-289, dez. 2009.

CHOMCHALOW, N.; CHAPMAN, K. **Other Uses and Utilization of Vetiver**. Thailand: Assumption University, s.d.

CERRI, C.E.P.; SPAROVEK, G.; BERNOUX, M.; EASTERLING, W.E.; MELILLO, J.M. & CERRI, C.C. Tropical agriculture and global warming: Impacts and mitigation options. **Sci. Agric.**, n.64, p.83-99, 2007.

COBRA, R. L. **Resposta de diferente espaçamento do capim vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (Linnaeus) Nash NA Resistencia a penetração do solo**. 2012. 21 f. TCC (Gestao Ambiental), Faculdade de Tecnologia em Gestao Ambiental. IFSUL DE MINAS – campus Inconfidentes, 2011

COELHO, A. T.; PEREIRA, A R. **Efeitos da vegetação na estabilidade de taludes e encostas**. 2. ed. Belo Horizonte: Deflor, 2006. 22 p.

COSTA, M. D.; **Influência dos Espaçamentos de Plantio da Gramínea Vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) no Número de Perfilhos e na Altura após Sucessivas Podas**. 47 f. TCC (Gestao Ambiental), Faculdade de Tecnologia em Gestao Ambiental. IFSUL DE MINAS – Câmpus Inconfidentes, 2013.

DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows**. Porto Alegre, 2006

FAGUNDES, M.; CAMARGOS, M. G.; COSTA, F. V. A qualidade do solo afeta a germinação das sementes e o desenvolvimento das plântulas de *Dimorphandra mollis* Benth. (Leguminosae: Mimosoideae). 25. ed. **Acta Botanica Brasilica**. 2011. 8 p.

FERREIRA, D. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Rev. Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

GALAS, N. D. **Uso de Vegetação para Contenção e Combate á Erosão em Taludes**. 2006. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Cívil, Universidade Anhebi Morumbi, São Paulo, 2006.

INCONFIDENTES. PREFEITURA MUNICIPAL. (Org.). **Caracterização Física**. 2009. Disponível em: <<http://www.inconfidentes.mg.gov.br/cidade.php?codigo=2>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Climate change 2007. Fourth Assessment Report on climate change impacts, adaptation and vulnerability of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge, Cambridge University, 2007. 939p.

ISLAM, M. P.; BHUIYAN, M. K. H.; HOSSAIN, M. Z. Vetiver Grass as a Potential Resource for Rural Development in Bangladesh. **The Cigr Ejournal**. Bangladesh, p. 1-18. dez. 2008.

JANSSON, C. S. D.; KALLURI, W. U. C.; TUSKAN, Gerald A. Phytosequestration: Carbon Biosequestration by Plants and the Prospects of Genetic Engineering. **Bioscience**, California, v. 60, n. 9, p.685-696, out. 2010.

KLUTHCOUSK, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Cobertura do Solo na Integração Lavoura Pecuária**. In: V Simpósio Internacional De Produção De Gado De Corte. Viçosa. 2010.

MANOEL, S. D.; PINTO, A. V. L.; SOUZA, X. R.; NETO, O. F. O.; PEREIRA, M. W. M.; Produção de biomassa da gramínea vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) em diferentes espaçamentos após 420 dias do plantio. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, Edição Especial n. 1, p. 31-34, ago. 2013.

MISU. **SCE's Paper on Vetiver Grass Paddy Storage Receives Award**. 2003. Disponível em:

<<http://www.misu.ait.ac.th/NewsAndEvents/newsletterData/HTMLFormat/iss2no21/paddy.htm>>. Acesso em: 18 dez. 2014.

MULLER, M. D.; FERNANDES, N. E.; CASTRO, T. R. C.; PACIULLO, C.S. D. Estimativa de Acúmulo de Biomassa e Carbono em Sistema Agrossilvipastoril na Zona da Mata Mineira. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Juiz de Fora, v. 60, p.11-17, dez. 2009.

NATURAL BUILDING. **Vetiver/Lime and Vetiver/Clay**. 2014. Disponível em: <<http://www.naturalbuildingblog.com/vetiverlime-and-vetiverclay/>>. Acesso em: 17 jan. 2014.

PACHECO, F. M. **O desenvolvimento industrial e o impacto ambiental**. Ozório, 2008.

PIMENTEL, Roberson Machado. **Propriedades Físicas, Carbono e Nitrogênio do Solo em Sistemas Agropecuários**. 2012. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

RENNER, M. R. **Sequestro de carbono e a viabilização de novos reflorestamentos no Brasil**. 2004. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós- Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

RODRIGUES, P. P. **Apostila sobre a relação SOLO-AGUA-PLANTA**. 14p. Rio de Janeiro, (s.d.).

LAVANIA, Seshu. **Sequestration of atmospheric carbon into subsoil horizons through deep-rooted grasses - vetiver grass model**. India: Current Science, v. 97, n. 5, 10 set. 2009.

SANTOS, Flavia Cristina. **Produtividade de e Resposta Técnica de Cultivo em Solos de Cerra do com Diferentes Texturas**. 74 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós- Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SEGUINI, A.; NETO, M. L.; PIMAVESI, O.; MILORI, P. B. M. D.; SILVA, L. T. W.; SIMÕES, L. M. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. **Sequestro de Carbono em Solos com Gramíneas**. São Carlos, 2007.

SOUZA, R. X. **Resposta de diferente espaçamento do capim vetiver (Chrysopogon zizanioides (Linnaeus) Roberty) na proteção de encosta**. 2012. 50 f. TCC (Gestão Ambiental), Faculdade de Tecnologia em Gestão Ambiental. IFSUL DE MINAS – campus Inconfidentes, 2012.

TARANET, P.; WATTANAPRAPAT, K.; MEESING, I.; NOPMALAI, P. **Carbon Sequestration and Carbon Dioxide Emission in Vetiver Grass Cultivation Areas in Thailand**. Tailândia: Office Of Research And Development For Land Management, s.d.

TARRÉ, R.; R. MACEDO, R.; CANTARUTTI, R. B.; REZENDE, C. P.; PEREIRA, J. M.; FERREIRA, B.J.R.; ALVES, S.; BODDEY, R. M. The effect of the presence of a forage legume on nitrogen and carbon levels in soils under Brachiaria pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. **Plant And Soil**, Viçosa, v. 240, n. 240, p.15-26, jul. 2001.

TONON, R. **O que é sequestro de carbono**. Super Interessante. n. 247, ed. Abril, 2007.

TORRÃO, R. B. A.; AQUINO, A. M.; SILVA, M.; ASSIS, R. L.; HENRIQUES, A. C. **O cultivo do vetiver Chrysopogon zizanioides (L.) Roberty para a estabilização do solo e o controle da erosão**. 6º Prêmio Furnas Ouro Azul, 2007.

TROUNG, P.; VAN, T. T.; PINNERS, E. **Sistema de Aplicação Vetiver: Manual de Referência Técnica**, 2 ed. Tailândia: Rede Internacional de Vetiver, 2008

VETIVER SOLUÇÕES AMBIENTAIS (Org.). **Diferentes utilidades do capim Vetiver**. 2014. Disponível em:<<http://sistemavetiver.blogspot.com.br/2014/08/diferentes-utilidades-do-capim-vetiver.html>>. Acesso em: 20 jan. 15.

VILELA, Herbert. **Capim Elefante Paraíso na produção de energia**. 2009. Disponível em: <http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_capim_elefante_paraíso_producao_energia.html>. Acesso em: 26 fev. 2015.