

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Centro de Desenvolvimento Tecnológico**  
**Curso de Graduação em Engenharia Hídrica**



**Trabalho de Conclusão de Curso**

**Perdas de solo por erosão hídrica em diferentes densidades de palha de aveia**

**Rodrigo de Lima do Amaral**

**Pelotas, 2016**

**Rodrigo de Lima do Amaral**

**Perdas de solo por erosão hídrica em diferentes densidades de palha de aveia**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Hídrica, do Centro de Desenvolvimento Tecnológico, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Hídrica.

Orientador: Luis Eduardo Akiyoshi Sanches Suzuki

Pelotas, 2016

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

A485p Amaral, Rodrigo de Lima do

Perdas de solo por erosão hídrica em diferentes densidades de palha de aveia / Rodrigo de Lima do Amaral ; Luis Eduardo Akiyoshi Sanches Suzuki, orientador. — Pelotas, 2016.

66 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Hídrica) — Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, 2016.

1. Escoamento superficial. 2. Erosão acelerada. 3. Cobertura do solo. 4. Plantas de cobertura. 5. Intensidade de precipitação. I. Suzuki, Luis Eduardo Akiyoshi Sanches, orient. II. Título.

CDD : 627

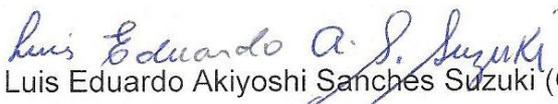
Rodrigo de Lima do Amaral

Perdas de solo por erosão hídrica em diferentes densidades de palha de aveia

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado, como requisito parcial, para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Hídrica, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 06 de julho de 2016

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Luis Eduardo Akiyoshi Sanches Suzuki (Orientador)

Doutor em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Mauricio Meurer

Doutor em Geografia pela Université Lumière Lyon 2



MSc. Guilherme Kruger Bartels

Mestre em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Pelotas

Dedico este trabalho aos meus pais Francisco e Roberta que sempre me incentivaram e me proporcionaram os meios para que pudesse estudar e alcançar meus objetivos, a minha irmã Neisa pelo apoio, companheirismo e incentivo nesta longa jornada.

## **Agradecimentos**

Primeiramente agradeço a Deus por tudo que aconteceu na minha vida e que de alguma maneira me levou na direção deste curso de graduação, agradeço ainda pela força, determinação e coragem que consecutivamente me equipou para que pudesse enfrentar todas as dificuldades encontradas nesta fase da graduação.

Agradeço a minha família pelo apoio de sempre, pelas valiosas lições ao longo da vida, pela moral e ética que trago comigo e pela oportunidade de cursar e concluir o ensino de nível superior.

Agradeço aos meus Pais, Francisco e Roberta, pela dedicação, empenho e incentivo ao longo de todos esses anos, da mesma forma agradeço a minha irmã Neisa pelo apoio e compreensão.

Agradeço aos meus avós paternos e maternos pelos exemplos e dedicação ao longo da minha vida, sempre me incentivando e me ensinando de alguma forma que a educação seria o melhor caminho para me tornar uma pessoa digna e honrada.

Ao Professor e Orientador Luis Eduardo Akiyoshi Sanches Suzuki, pela parceria, paciência e dedicação, não só no desenvolvimento deste trabalho, mas durante todo período dentro da universidade, agradeço também pela amizade e por diversos momentos em atividades extraclasse onde foi possível aprender exemplos de cidadania e respeito ao próximo.

Aos meus colegas de turma com os quais dividi muitas horas de estudo, conversas, alegrias e tristezas durante esta jornada, em especial ao Moisés Pereira e William Roger da Silva Almeida.

Ao Programa de Educação Tutorial da Engenharia Hídrica (PET-EH), pois com este grupo aprendi a importância do trabalho em equipe, respeitando as diferenças e compreendendo que todos têm uma forma de trabalhar e que o mais importante é chegar juntos ao objetivo final, para representar todos meus colegas Petianos, faço um agradecimento especial aos Tutores Gilberto Loguercio Collares e Mauricio Dai Prá.

A todos professores do curso de graduação em Engenharia Hídrica da UFPel, em especial a professora Idel Milani, e aos professores Gilberto Loguercio Collares, Lessandro Coll Faria, Luis Eduardo Suzuki, Maurício Dai Prá e Samuel Beskow, pelo apoio, dedicação e disponibilidade sempre que foram solicitados ao longo de toda

esta caminhada, contribuindo para meu crescimento profissional e pessoal, colaborando da mesma maneira para o crescimento do curso como um todo.

Agradeço ao meu colega William Roger Almeida, a Mestranda Mariana Ramos e ao professor Luis Eduardo Suzuki pela disponibilidade, ajuda, e principalmente pelas conversas e companheirismo durante as atividades de campo e laboratório no desenvolvimento deste trabalho.

Ao agricultor, por ter permitido que a sua propriedade fosse utilizada para o desenvolvimento deste estudo.

*Feliz o homem que encontrou  
a sabedoria e alcançou o entendimento,  
Porque a sabedoria vale mais do que a prata,  
e dá mais lucro que o ouro.*

**Provérbios 3:13-14**

## Resumo

AMARAL, Rodrigo de Lima do. **Perdas de solo por erosão hídrica em diferentes densidades de palha de aveia**. 2016. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Hídrica) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, 2016.

A erosão é um dos principais fenômenos de perda de solo em áreas rurais e até mesmo na área urbana, tendo como consequência a redução da fertilidade do solo, o assoreamento dos cursos d'água e alteração de suas características hidrodinâmicas, e modificação das características físicas e químicas da água. Para tentar amenizar e reduzir a erosão hídrica em áreas cultivadas, práticas agrícolas de conservação do solo e da água vem sendo utilizadas e desenvolvidas. Diante da importância do controle da erosão, o presente estudo teve como objetivo avaliar as perdas de solo por erosão hídrica em um solo revolvido com diferentes densidades de cobertura de palha de aveia. Foi realizado um experimento em um pomar de pêsego recém instalado em uma propriedade rural no município de Pelotas-RS. Com o solo revolvido para implantação do pomar, foram instaladas na área, nos camaleões confeccionados na linha de plantio do pomar de pêsego, três parcelas triangulares por tratamento, com área de  $0,11\text{m}^2$  cada uma, constituídas por distintas densidades de cobertura de palha de aveia: sem nenhuma cobertura ( $0\text{t ha}^{-1}$ ),  $1\text{t ha}^{-1}$ ,  $2\text{t ha}^{-1}$ ,  $4\text{t ha}^{-1}$  e  $8\text{t ha}^{-1}$ . No período entre o dia 29/08/2015 à 13/03/2016 foram realizadas dez coletas de solo erodido das parcelas, onde foram quantificados e determinada a distribuição do tamanho de partículas. O uso de palha de aveia para proteger o solo é eficiente na redução da erosão hídrica, sendo que a partir de  $2\text{t ha}^{-1}$  de palha o controle da erosão é mais eficiente. No solo erodido há predomínio da fração areia (teores superiores a 64%), enquanto a fração argila apresenta teores inferiores a 9%.

**Palavras-chave:** escoamento superficial; erosão acelerada; cobertura do solo; plantas de cobertura; intensidade de precipitação.

## Abstract

AMARAL, Rodrigo de Lima. **Soil loss by water erosion with different densities of oats mulch**. 2016. 66 f. Final Course Research (Hydric Engineer Degree) – Federal University of Pelotas, Pelotas-RS, 2016.

Soil erosion is one of the major soil loss phenomena in rural areas and even in urban areas, resulting in the loss of soil fertility, siltation of rivers and changing its hydrodynamic characteristics, and alteration of the physical and chemical characteristics of water. To try to alleviate and reduce water erosion on cultivated areas, agricultural practices of soil and water conservation are being used and developed. Given the importance of erosion control, this study aimed to evaluate soil loss by erosion in a plowed area with different densities of oat mulching coverage. An experiment was conducted in a new peach orchard planted on a farm in Pelotas county. With the soil tilled for the orchard establishment, were installed in the area, in chameleons made in peach orchard planting line, three triangular plots per treatment, with an area of  $0,11\text{m}^2$  each one, consisting of different densities of mulching coverage of oats: no cover ( $0\text{t ha}^{-1}$ ),  $1\text{t ha}^{-1}$ ,  $2\text{t ha}^{-1}$ ,  $4\text{t ha}^{-1}$  and  $8\text{t ha}^{-1}$ . In the period between 08/29/2015 (month/day/year) to 03/13/2016 were carried out ten samplings of eroded soil in the plots, which were quantified and determined the particle size distribution. The oat mulch used for soil covering is effective in reducing soil erosion, and from  $2\text{t ha}^{-1}$  mulching the control is more efficient. In eroded soil there is a predominance of sand fraction (content higher than 64%), while the clay fraction is lower than 9%.

**Key words:** runoff; accelerated erosion; soil surface protection; cover plants; rain intensity.

## Lista de figuras

Figura 1- Localização do município de Pelotas no Estado do Rio Grande do Sul.....	31
Figura 2 - Localização da Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas.....	32
Figura 3 - Localização da área de estudo. ....	32
Figura 4 – Temperatura média mensal referente ao período de 1971 a 2000, em Pelotas/RS. ....	33
Figura 5 –Precipitação média mensal referente ao período de 1971 a 2000, em Pelotas/RS. ....	34
Figura 6 - Pomar de pêssego onde foram instalados os coletores de erosão. Vista da parte mais alta, onde está o tratamento com 8t ha <sup>-1</sup> de palha de aveia, para a parte mais baixa da área, onde está o tratamento com 0t ha <sup>-1</sup> .....	35
Figura 7 - Coletores do solo erodido com diferentes quantidades de palha de aveia: A) 0t ha <sup>-1</sup> ; B) 1t ha <sup>-1</sup> ; C) 2t ha <sup>-1</sup> ; D) 4t ha <sup>-1</sup> ; E) 8t ha <sup>-1</sup> . Imagem de 13/01/2016. ....	36
Figura 8 - Demonstração da avaliação da declividade dos coletores de perda de solo.....	37
Figura 9 – Precipitação mensal acumulada para o período de realização do estudo, Pelotas, 2016. ....	41
Figura 10 – Perda de solo por erosão hídrica de acordo com a densidade de cobertura de palha de aveia, Pelotas, 2016. Solo coletado dia 29/08/2015.....	43
Figura 11 – Perda de solo por erosão hídrica de acordo com a densidade de cobertura de palha de aveia, Pelotas, 2016. Solo coletado dia 07/09/2015.....	44
Figura 12 – Perda de solo por erosão hídrica de acordo com a densidade de cobertura de palha de aveia, Pelotas, 2016. Solo coletado dia 27/09/2015.....	44
Figura 13 – Perda de solo por erosão hídrica de acordo com a densidade de cobertura de palha de aveia, Pelotas, 2016. Solo coletado dia 25/10/2015.....	45
Figura 14 – Perda de solo por erosão hídrica de acordo com a densidade de cobertura de palha de aveia, Pelotas, 2016. Solo coletado dia 14/11/2015.....	46
Figura 15 – Perda de solo por erosão hídrica de acordo com a densidade de cobertura de palha de aveia, Pelotas, 2016. Solo coletado dia 08/12/2015.....	46
Figura 16 – Perda de solo por erosão hídrica de acordo com a densidade de cobertura de palha de aveia, Pelotas, 2016. Solo coletado dia 13/01/2016.....	47
Figura 17 – Perda de solo por erosão hídrica de acordo com a densidade de cobertura de palha de aveia, Pelotas, 2016. Solo coletado dia 16/02/2016.....	48

Figura 18 – Perda de solo por erosão hídrica de acordo com a densidade de cobertura de palha de aveia, Pelotas, 2016. Solo coletado dia 13/03/2016.....	48
Figura 19 – Total de solo erodido no período entre 29/08/2015 à 13/03/2016, considerando partículas de diâmetro maior e menor que 2mm.....	50

## Lista de tabelas

Tabela 1 - Características físicas e hídrica do solo do camaleão da linha de plantio do pomar de pêssego onde foi instalado o experimento, Pelotas, 2016. ....	38
Tabela 2 - Proporção de cascalho, silte e argila, densidade de partículas e classe textural do solo do camaleão da linha de plantio do pomar de pêssego onde foi instalado o experimento, Pelotas, 2016. ....	38
Tabela 3 - Distribuição do tamanho de areia no camaleão da linha de plantio do pomar de pêssego onde foi instalado o experimento, Pelotas, 2016. ....	38
Tabela 4 – Precipitação durante o período do estudo e dias que foram realizadas as coletas do solo erodido, Pelotas, 2016.....	40
Tabela 5 – Distribuição do tamanho de partículas do solo erodido do coletor. Valores obtidos a partir de uma amostra composta pelo solo erodido em cada coleta, Pelotas, 2016. ....	53

## Sumário

1	Introdução.....	13
2	Objetivos.....	16
	2.1 Geral.....	16
	2.2 Específicos.....	16
3	Hipóteses.....	17
4	Revisão de Literatura.....	18
	4.1 O solo.....	18
	4.2 Erosão do solo.....	19
	4.3 Uso e manejo do solo com práticas conservacionistas.....	23
	4.4 A cultura do pêssego.....	28
5	Material e Métodos.....	31
	5.1 Local do estudo.....	31
	5.2 Clima.....	33
	5.3 Geomorfologia e solo.....	34
	5.4 Erosão do solo.....	35
	5.5 Dados de precipitação.....	39
6	Resultados e Discussão.....	42
7	Conclusões.....	55
8	Referências.....	56
	Apêndices.....	64

## 1 Introdução

Os sistemas naturais têm e sempre tiveram um papel muito importante no desenvolvimento das civilizações ao longo da história. O homem sempre retirou da natureza os alimentos que necessitava, mas quando eles se esgotavam tinha que migrar e encontrar outras fontes, como por exemplo, frutos, cereais e animais, até que eles se esgotavam novamente e o ciclo recomeçava. Foi somente quando o indivíduo começou a cultivar seu alimento e domesticar os animais, que obteve um significativo desenvolvimento e crescimento individual e de seus povoados. Mas com o aumento das cidades e o maior número de pessoas, a produção de alimentos precisou acompanhar esse crescimento, sendo assim, na maioria das regiões os recursos naturais e por consequência o solo foi explorado de maneira inadequada, e isso contribuiu para que em algumas regiões a sua fertilidade diminuísse e por decorrência a produção de alimentos também fosse afetada.

Os solos são formados e alterados por distintos processos que ocorrem na natureza e da mesma forma por diferentes materiais de origem, e isto faz com que ele tenha uma variabilidade muito grande nas suas propriedades físicas, químicas e morfológicas. Por isso, existe uma série de motivos pelo qual o solo se comporta de diferentes maneiras perante os processos naturais, de manejo e por consequência aos processos erosivos. Alguns fatores que tornam o solo mais suscetível a erosão são a sua estabilidade de agregados e sua capacidade de infiltração de água. Outros fatores que tornam o solo mais propenso a erosão são aqueles que tem grande quantidade de silte e areia, e pouca matéria orgânica, pois eles oferecem uma pequena resistência ao desprendimento e transporte de partículas durante a precipitação (GRIEBELER, 2001).

O principal motivo pelo qual a qualidade e a produtividade do solo vêm diminuindo, é porque foram muitos anos de manejo inadequado, o que trouxe um prejuízo econômico e ambiental muito grande. Esse manuseio fez com que o solo passasse por inúmeras alterações, na grande maioria das vezes num período de tempo muito curto, fazendo com que ele ficasse mais suscetível a erosão, causando um desequilíbrio para o ecossistema como um todo, pois segundo Azevêdo et al. (2008) a taxa de renovação do solo é muito lenta, a formação de uma camada de

solo de 0,30m leva de 1.000 a 10.000 anos dependendo das condições climáticas e dos materiais de origem.

A erosão ocorre de maneira natural, por processos de evolução do solo, mas pode ser acelerada ou alterada devido a ação antrópica. Pode-se destacar que entre os principais fatores relacionados com a degradação ambiental em propriedades rurais, estão as mudanças de uso da terra sem o devido planejamento e o manejo inadequado. Outro fator determinante é a utilização do solo além da sua capacidade de uso. Essas mudanças nos usos do solo de um determinado local, de maneira inadequada e rápida, são os principais responsáveis pelo aumento dos processos erosivos diagnosticados em áreas rurais e urbanas e, além disso, tem grande influência no assoreamento e contaminação dos rios e corpos de água, redução da fertilidade do solo e degradação dos recursos naturais de maneira geral (OLIVEIRA et al., 2000).

Na região de Pelotas existem inúmeros cursos d'água que são muito importantes para diversas finalidades, dentre elas, abastecimento das cidades, irrigação, lazer, enfim, praticamente em todas as atividades cotidianas das cidades e do campo. Sendo assim, é muito importante tentar mensurar a quantidade de solo que está erodindo e suas características, físicas e químicas, para que se tenha uma ideia de quanto material chega aos recursos hídricos e seus impactos, ou ainda para saber a quantidade de solo que se movimenta dentro da lavoura, ou seja, o solo que se desprende do seu local de origem e se deposita em uma depressão do terreno, por exemplo. Por isso, um ponto muito importante é verificar como este solo se encontrava, se ele estava exposto ou com algum tipo de cobertura vegetal, ou ainda, como é feito seu manejo, para que se possa verificar como estas condições podem afetar a erosão do solo e o regime hídrico em seu interior.

Para tentar minimizar a degradação do solo pela erosão, diversos estudos e pesquisas foram desenvolvidos e ainda continuam sendo realizados, incluindo por exemplo, o sistema de semeadura direta, o plantio em nível, o uso de cobertura vegetal nas entre linhas de plantio e demais técnicas que estão sendo estudadas para preservar a quantidade e qualidade do solo. A cobertura vegetal tem influência direta no processo de erosão, na circulação e quantidade das águas e na proteção dos corpos hídricos e do solo. Por esta razão o regime hídrico é afetado no interior do solo, pelo tipo de solo e pela dinâmica que ocorre no seu interior, mas

principalmente pelo manejo da vegetação ou cultura que está sendo implementada ou que já se encontra naquele local.

Mesmo com o aumento da preocupação com as práticas agrícolas que preservem o meio ambiente, verifica-se nas propriedades agrícolas de Pelotas e região o uso intensivo do plantio convencional, com revolvimento do solo e sua exposição à chuva, tornando-o mais suscetível à erosão. Sendo assim, para que fosse possível averiguar a eficiência do uso das coberturas vegetais em áreas com estas características, onde há revolvimento do solo, instalou-se calhas com diferentes quantidades de palha de aveia para avaliar como o solo se comporta com essas diferentes densidades de cobertura vegetal.

Dessa forma, torna-se importante a conscientização e implementação de práticas que preservem o meio ambiente, especialmente o solo nas áreas agrícolas, pois há necessidade de se pensar no seu uso para as atuais e futuras gerações, cabe lembrar ainda que o uso de cobertura vegetal é uma das práticas conservacionistas relativamente simples.

## **2 Objetivos**

### **2.1 Geral**

Quantificar as perdas de solo por erosão hídrica em parcelas experimentais, cobertas por palha de aveia, instaladas sobre linhas de cultivo de uma área de produção de pêssego no município de Pelotas-RS.

### **2.2 Específicos**

Quantificar, após períodos de precipitação, as perdas de solo por erosão hídrica nas parcelas experimentais com diferentes densidades de palha de aveia;

Caracterizar a granulometria do material erodido recolhido em cada uma das parcelas experimentais;

Identificar a quantidade de palha de aveia onde a perda de solo por erosão hídrica se torna mínima.

### **3 Hipóteses**

A perda de solo por erosão hídrica diminui com o aumento da quantidade de palha sobre a superfície do solo, até um limite onde as perdas se tornam mínimas ou praticamente nulas.

## **4 Revisão de Literatura**

### **4.1 O solo**

O desenvolvimento dos solos é o resultado da interação de muitos processos, tanto geomorfológicos como pedológicos. Esses processos retratam uma variabilidade temporal e espacial significativa, dessa forma, é importante ressaltar que o solo é um sistema dinâmico, que está em constante transformação, por causa das suas características físicas, químicas e biológicas, além das relações com os processos erosivos (GUERRA; MENDONÇA, 2004). Por essa interação que o solo tem com os demais sistemas da natureza, ele possui uma variabilidade espacial muito grande das suas propriedades químicas, físicas e morfológicas, e isso contribui para existência de diferentes tipos e classes de solo.

O solo é um recurso natural de grande importância para o desenvolvimento humano e da sociedade como um todo, ele constitui um componente fundamental dos ecossistemas e dos ciclos naturais; além disso, tem a capacidade de reter água, o que é muito importante para os momentos de déficit hídrico e manutenção da vida. Também deve-se lembrar que este recurso pode ser considerado finito, limitado e não renovável, pois ele é facilmente degradado, e essas áreas degradadas tem aumentado nas últimas décadas, em relação às suas taxas de formação e recuperação extremamente lentas, causando a redução da fertilidade e também da profundidade do solo em algumas regiões.

Segundo Roque et al. (2001) o solo é o principal recurso natural explorado e o mais utilizado na produção dos alimentos, além disso, dependendo do tipo de manejo pode ter sua capacidade de produção reduzida ou até mesmo aumentada. Sendo assim, é preciso conhecer e estudar ao máximo os mecanismos da erosão, para que se possa interferir de maneira conservacionista, contribuindo para proteção do solo e também para manter a produtividade das regiões agriculturáveis.

Conforme Holanda et al. (2011) e Miguel et al. (2013) o solo é, sem dúvida, o recurso natural mais importante de um país, quando se leva em consideração a produção de alimentos, pois é através dele que derivam os produtos para alimentar sua nação. Além disso, ele é um dos principais componentes do ambiente e

determina as condições sociais, econômicas e ambientais da região, principalmente no entorno das bacias hidrográficas, mas mesmo assim em algumas regiões ele é explorado de maneira intensa e inadequada pelo homem, causando por consequência a sua degradação. Desta forma, é importante o desenvolvimento de novas tecnologias e métodos de manejar o solo para minimizar esses impactos.

#### **4.2 Erosão do solo**

A erosão é um processo que ocorre de maneira natural na natureza, mas ela pode ser alterada ou acelerada pela intervenção humana. Segundo Bigarella (2007) a erosão geológica acontece diariamente, só que na maioria das vezes ela ocorre lentamente e passa despercebida pela sociedade ao longo do tempo.

Para ele, e também para Bertoni; Lombardi Neto (1990) a erosão acelerada ocorre principalmente pela ação antrópica, e isto acontece na grande maioria das vezes por causa do manejo inadequado do solo e dos recursos naturais como um todo. Como exemplo, podem ser citadas as áreas que são queimadas para agricultura, a remoção de toda cobertura vegetal na hora de preparar o solo, entre outros, todos esses fatores contribuem para degradação do solo na área rural, pois estas práticas deixam o solo sujeito aos agentes erosivos, ao sol, ao vento e principalmente a chuva.

Segundo Hartwig (2009), a erosão constitui-se de um conjunto de processos pelo qual o material terroso ou rochoso é desgastado, desagregado e/ou deslocado de algum lugar da superfície da Terra, e por consequência, alterando-a de maneira lenta e continuamente. Na natureza tem-se diversos tipos de processos erosivos, dentre eles, o geológico, causado pelos processos erosivos das rochas; o eólico, causado pelo vento, e uma das principais que merece muita atenção que é provocada pela ação da água da chuva, conhecida como erosão hídrica. Ela pode diminuir a qualidade e por consequência a produtividade do solo pelo movimento de solo e sedimento nas áreas de agricultura e na bacia hidrográfica como um todo (BRANCO, 1998).

Geralmente na erosão hídrica tem-se a remoção da parte superior do solo, e é nesta camada onde se tem a maior concentração de matéria orgânica, nutrientes e até mesmo algum tipo de fertilizante que tenha sido introduzido pelo agricultor e que estavam incorporados no solo, segundo Bertoni; Lombardi Neto (1990).

Para Zachar (1982) a quantidade e velocidade do material erodido pode variar de acordo com os usos do solo e ainda com o tipo de cultura que foi instalada naquela área, variando de  $0,7t \text{ ano}^{-1}$  (pastagem) a  $38t \text{ ano}^{-1}$  (algodão), causando perdas sociais, econômicas e para natureza, pela movimentação do material erodido.

Todos esses processos erosivos causam alterações na natureza, e podem trazer consequências onerosas para o meio ambiente e para sociedade, pois quando esses processos de erosão ocorrem de maneira rápida, pode gerar a poluição dos recursos hídricos, e por consequência pode trazer problemas a saúde humana e animal por causa do uso dos fertilizantes e agrotóxicos. Pode ocorrer também a perda de áreas agriculturáveis, gerar assoreamento de barragens e por consequência diminuir a geração de energia elétrica, enfim, pode gerar diversas modificações em várias áreas da sociedade (SILVA et al., 2003).

Embora uma das principais causas da erosão seja a causada pela água, Vitte; Guerra (2004) verificaram que a água e o vento são responsáveis, respectivamente, por 56% e 28% pela degradação dos solos no mundo, por isso é muito importante entender como o solo se comporta em situações onde se tem vento e chuva mais elevados.

Para Cogo et al. (2003) a erosão hídrica pode causar diversos impactos ao solo, dentre eles altera suas propriedades, sendo nocivo as áreas agrícolas. Já para Meirelles et al. (2005) está degradação pode ser tão forte que pode trazer graves consequências para produção agrícola, podendo até mesmo tornar essas áreas improdutivas e insustentáveis. Outros autores também ressaltam que esses processos erosivos empobrecem e diminuem as áreas agricultáveis, podendo tornar esses locais improdutivos em alguns casos, e toda essa mudança pode causar danos não só ao solo do local, mas igualmente para a bacia hidrográfica e para os recursos hídricos (DECHEN; PROCHNOW, 2003).

De acordo com Tucci; Collischonn (1998) os principais problemas e causas da erosão em áreas rurais são os períodos em que o solo fica exposto, por exemplo, nas entre safras e na semeadura, influenciando diretamente na erosão e no aumento de produção de sedimentos.

Segundo Marques (1997) a erosão hídrica do solo pode ser classificada em três processos ou fases: desprendimento ou desagregação, transporte e deposição. Nessa primeira fase, desagregação, as partículas são separadas da massa do solo

pelas forças exercidas pelas gotas da chuva ou pelas forças da lâmina de enxurrada; em um segundo momento, o transporte, as partículas são movidas pela água para os locais mais baixos, e por fim, a deposição, onde o solo arrastado se sedimenta nos vales, constituindo assim novos depósitos ou uma nova calha pluvial.

Para Pereira et al. (2003) a erosão entressulcos é causada por um somatório de diversos fatores que estão relacionados com as condições do local observado, podendo-se destacar o tipo de solo, a declividade, o tipo e a densidade de cobertura do solo e a quantidade e intensidade de chuva, todos esses fatores contribuem de alguma maneira para o desprendimento do solo e por consequência causa a erosão entressulcos.

A erosão entressulcos pode ser classificada segundo o manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso, segundo Bellinazzi Jr. et al. (1991), em cinco estágios:

1 – Ligeira – onde já é perceptível, contudo com menos de 25% do horizonte superficial retirado, ou ainda, quando não é possível determinar a profundidade normal do horizonte A de um solo não erodido com mais de 15 cm de camada superficial restante;

2 – Moderada – A remoção do horizonte A oscila entre 25 e 75%, ou não é possível determinar a profundidade normal do horizonte A de um solo não erodido, com 5 a 15 cm de horizonte superficial restante;

3 – Severa – mais de 75% do horizonte A superficial fora removido e com partes do horizonte subsequente (B) aflorando, ou não é possível determinar a profundidade normal do horizonte A de um solo não erodido, com menos de 5 cm de camada superficial restante;

4 – Muito Severa – Quando ocorre remoção total do horizonte A e com o horizonte B bastante alterado, oscilando entre 25 e 75% de perdas;

5 – Extremamente Severa – remoção de praticamente todo horizonte B e C apresenta-se à mostra.

A erosão quando ocorre de maneira natural passa por diversos processos que acontecem diariamente, o problema é quando se acelera esse processo pela ação antrópica, e os sistemas da natureza não estão preparados para mudanças bruscas.

Um dos fatores que influencia na erosão são as propriedades físicas do solo, pois elas condicionam a infiltração de água quando diz respeito a velocidade e quantidade, podendo influenciar tanto na resistência do solo ao impacto da gota de chuva, quanto no escoamento superficial (CHAVES et al., 1993; SILVA, 1994).

A suscetibilidade do solo à erosão hídrica torna-se mais expressiva à medida em que a densidade superficial do solo é aumentada, pois com isso ocorre um correspondente decréscimo da taxa de infiltração e um resultante favorecimento da taxa de escoamento superficial. Entretanto, com o aumento da densidade há um aumento do cisalhamento hidráulico crítico. O cisalhamento hidráulico crítico constitui-se no cisalhamento abaixo do qual não ocorre desagregação de partículas do solo por um fluxo concentrado de enxurrada (MARTINS FILHO et al., 2001).

Outro fator que determina a quantidade de solo erodido é as características das chuvas, e isto está relacionado com o impacto das gotas no solo, que fazem com que o solo se desprenda, pelo fenômeno de salpicamento, provocando turbulência das partículas, facilitando o transporte destas, que foram desprendidas pela ação das enxurradas (EMBRAPA, 1980).

Segundo Griebeler et al. (2001) esse transporte de material acontece na maioria das vezes quando a intensidade de precipitação torna-se maior do que a taxa de infiltração da água no solo, ou quando a capacidade de retenção de água pela superfície do terreno tiver sido ultrapassada. Quando começa este escoamento, ocorre em conjunto o transporte das partículas do solo, que só se depositam quando encontram alguma depressão ou quando a velocidade do escoamento é reduzida. Junto com estas partículas são carregados tudo que estava presente naquele local ou camada do solo, dentre eles, nutrientes, matéria orgânica, sementes e agroquímicos, que provocam alterações locais e regionais dos recursos naturais.

Para Silva et al. (2005) algumas propriedades físicas do solo podem ser alteradas ou até mesmo modificadas, por práticas de manejo inadequado, e percebeu ainda que as perdas de solo e água são mais acentuadas no sistema de cultivo convencional. Nele, geralmente a camada superior do solo é compactada até uma profundidade considerável, e isto diminui a infiltração e aumenta o escoamento superficial quando comparada ao sistema de semeadura direta.

Cogo et al. (2003) verificaram que em solos com a fertilidade corrigida, as perdas proporcionadas pela erosão foram influenciadas pelo aumento da produção

de fitomassa aérea das culturas, que contribuiu com o aumento de resíduos culturais e, conseqüentemente, percentagem de cobertura morta no solo.

Os solos geralmente apresentam algumas mudanças nas suas características físicas, dependendo da região que foram formados, conforme Cichota et al. (2003). Sendo assim, diferentes tipos de solos, em condições semelhantes, tanto climáticas, de topografia e tipo de cobertura, apresentam comportamento diferentes quanto à ação erosiva, devido suas propriedades físicas (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990).

Da mesma forma, Marques (1997) advertiu que a erodibilidade do solo é consequência dos processos que regulam a infiltração de água e a resistência do solo à desagregação e transporte de partículas, sendo um fator relacionado estritamente ao tipo de solo. Para Silva (1994) a erodibilidade do solo é um dos fatores que devem ser levados em consideração na escolha de práticas conservacionistas, pois a erodibilidade é variável para diferentes solos que se encontram nas mesmas condições.

O conhecimento e a quantificação das características físicas associadas ao potencial erosivo das precipitações de uma região são fundamentais na determinação de índices de erosividade adequados. No Brasil existem poucos estudos sobre características físicas das precipitações. Também são poucos os dados de perdas de solo registrados em experimentos de chuva natural (DEBARBA; AMADO, 1997). Estes fatos têm dificultado o teste ou o desenvolvimento de índices de erosividade adaptados às condições brasileiras (ELTZ et al., 2001).

#### **4.3 Uso e manejo do solo com práticas conservacionistas**

A cada ano que passa novas técnicas de manejo vem sendo desenvolvidas para tentar diminuir os impactos causados pelo aumento da produção de alimentos, devido a demanda mundial. De acordo com Silva et al. (2005) a minimização das perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico do solo constituem importante aspecto do planejamento conservacionista.

O solo pode ser preparado de diversas formas, mas para isso devem ser levadas em consideração algumas condições que favorecem o crescimento e desenvolvimento das culturas, contudo preservando também o solo, pois dependendo do tipo de manejo, fatores de formação do solo e clima, entre outros,

juntos ou em algum caso até mesmo individualmente, podem alterar e inclusive degradar a qualidade física do solo, causando restrições ao crescimento radicular das plantas.

Nas regiões tropicais, sistemas de preparo com mínima perturbação do solo e que propiciem a manutenção de resíduos na superfície são necessários para o controle da erosão, redução da degradação do solo e do meio ambiente. Na maioria das regiões do Brasil, devido as características de colonização, passou-se a utilizar práticas agrícolas com revolvimento do solo, comum nos países de clima mais frio. Inicialmente esta prática funcionou muito bem, mas com o passar das décadas começou a cair gradativamente a sua eficiência, chegando a se tornar ineficiente em alguns locais. Por essa razão precisa-se adaptar esses métodos para o Brasil, ou ainda, até mesmo para a região, devido à grande extensão territorial. O controle da erosão é fundamental para reduzir o processo de degradação do solo, com isso práticas eficientes exigem a manutenção da cobertura vegetal do solo e o seu revolvimento mínimo (TORMENA et al., 2002).

Para Amaral Filho (1992) alguns procedimentos podem ser tomados para reduzir o impacto das gotas de chuva sobre a superfície do solo, fazendo com que a destruição do solo seja minimizada, beneficiando a infiltração de água e contribuindo para o controle da erosão hídrica.

De acordo com Lima et al. (1992), no estado do Rio Grande do Sul, as chuvas que geralmente trazem potencial de erosividade, são as da época que são implementadas as culturas de primavera-verão, por causa do maior volume de chuva no período. Sendo assim, Farias; Ferreira (1996) recomendam a adoção de métodos de preparo conservacionistas no período da semeadura, movimentando o mínimo possível o solo e mantendo os resíduos vegetais das culturas anteriores.

Segundo Amorim (2003), a presença da cobertura vegetal reduziu significativamente as perdas de solo e água, alcançando respectivamente 95% e 68%, quando as perdas observadas nas parcelas com cultivo de milho morro abaixo foram comparadas com aquelas observadas na parcela com solo descoberto e preparado no sentido do declive (parcela padrão). O mesmo autor observou ainda que a cobertura vegetal associada ao preparo em nível proporcionou uma redução de 99% de perda de solo e 87% de perda de água, quando comparada com a parcela padrão.

A cobertura vegetal é a defesa natural que um terreno (solo) possui contra a erosão. Entre os principais efeitos da cobertura vegetal, destacam-se os seguintes (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990):

- Proteção contra o impacto direto das gotas de chuva;
- Dispersão e quebra da energia das águas de escoamento superficial;
- Aumento da infiltração pela produção de poros no solo por ação das raízes;
- Aumento da capacidade de retenção de água pela estruturação do solo por efeito da produção e incorporação de matéria orgânica.

Outra prática que vem sendo adotada é o uso de plantas de cobertura, que tenta manter a capacidade produtiva do solo pela incorporação de leguminosas, por exemplo, como também a utilização de outras espécies vegetais, em rotação ou não, para cobertura do solo ou incorporação de matéria orgânica. Segundo Schreiner (1988) elas não substituem os minerais que as plantas necessitam, mas servem de complemento, contribuindo na redução das despesas do produtor.

As plantas de cobertura atuam na manutenção ou na restauração da estrutura dos solos, podendo também enriquecê-lo com nitrogênio, devido à fixação biológica nas leguminosas (PHILIPPOVSKY et al., 2000). Uma das famílias utilizadas é a gramínea, que com a suas raízes em grande quantidade, facilitam na estruturação do solo, e ainda contribuem para o aumento matéria orgânica abaixo da superfície (SANTA CATARINA, 1994).

Conforme Sganzerla (1991), o uso de cobertura vegetal no solo já é utilizado a um tempo considerável por alguns agricultores, se tornando uma prática bem mais comum atualmente. Essas coberturas tem a finalidade de proteger as plantações e o solo da ação do clima, topografia e demais fatores que podem facilitar a erosão, os quais, dentre outros efeitos, alteram as características físicas do solo, e além disso reduzem a qualidade da produção, diminuem a produtividade do solo e causam a lixiviação dos fertilizantes e agrotóxicos, causando a degradação do meio ambiente e prejuízo financeiro.

Trabalhos sobre cobertura vegetal morta destacam a influência da quantidade de palha de trigo na redução da erosão, segundo Carvalho et al. (1990), bem como da quantidade de palha de aveia na redução de plantas espontâneas (VIDAL et al.,

1998). A velocidade com que as espécies vegetais cobrem o solo tem grande influência no processo erosivo, pois no período inicial de seu crescimento o solo encontra-se desprotegido e, portanto, mais suscetível à erosão (AMADO et al., 1987; DECHEN et al., 1981).

Uma das vantagens que a utilização de plantas de cobertura pode trazer é a adição de resíduos vegetais, podendo aumentar o teor de matéria orgânica no solo (DERPSCH et al., 1985). Segundo Marcos Filho et al. (1987) o comportamento das sementes de plantas cultivadas expostas a diferentes tratamentos poderá ser verificado pelo índice de velocidade de emergência, que permite identificar grupos de sementes, em condições de campo, que são influenciados por fatores externos, tais como: manejo, temperatura e teor de água no solo, e com isso sabe-se qual tipo de cobertura é mais indicado para uma determinada condição.

Para Buzinaro et al. (2009), quando se utiliza plantas de cobertura, está se fornecendo matéria orgânica e nutrientes que as plantas necessitam, através da sua incorporação pelo solo, o que possibilita a redução da quantidade de fertilizantes químicos, e conseqüentemente reduz os custos de produção. De acordo com Delarmelinda et al. (2010) essa prática incorpora substâncias orgânicas ao solo, como exudatos de raízes, biomassa radicular e foliar, ácidos orgânicos e diversas substâncias elaboradas, como aminoácidos e fitormônios.

A cobertura do solo por palha minimiza a evaporação da água, por diminuir a entrada de energia solar no solo, evitando que esse perca desnecessariamente água, armazenando-a em maior quantidade (HANKS et al., 1961). As plantas espontâneas, até atingir o ponto de concorrência, podem ser benéficas sombreando o solo, evitando a erosão e aumentando o teor de matéria orgânica (FERNANDES, 1981).

O uso de plantas para cobertura do solo no período de inverno tem se mostrado muito eficiente no controle da erosão e na ciclagem de nutrientes, evitando perdas principalmente de nitrogênio por lixiviação (WADE; SANCHEZ, 1983). Algumas espécies promovem aumentos consideráveis de rendimento nas culturas subsequentes (DERPSCH et al., 1985; MUZZILI, 1978) e, além disso, as espécies podem contribuir para diminuir a infestação de plantas espontâneas que se desenvolvem quando o solo fica em repouso (VIÉGAS, 1990).

Para Costa et al. (1993) um dos principais desafios está em encontrar as espécies de cobertura que mais se adequem a cada região e ainda a cada tipo de

cultura que está sendo produzida, fazendo com que este sistema se encaixe perfeitamente sem prejudicar o solo e a qualidade e quantidade da espécie de cultura que vai ser produzida. De acordo com Verneti Jr. et al. (1998), as espécies gramíneas apresentam maior produção de fitomassa quando comparadas às leguminosas. Sendo assim o uso de uma cultura para proteger o solo das intempéries deixa o solo mais resistente a erosão e ainda faz com que ele aumente sua produtividade, pois com este manejo a quantidade de água no solo é preservada e também aumenta a quantidade de matéria orgânica.

O estado de Rio Grande do Sul, e principalmente a cidade de Pelotas são formados por inúmeras propriedades rurais de pequeno porte, conhecidas pela agricultura familiar. Mesmo elas tendo pequenas extensões de terra, na maioria dos casos, dentro da mesma propriedade geralmente são encontrados solos com características pedológicas semelhantes, mas mesmo assim, elas podem ter pequenas variações, que tornam estas áreas mesmo tão próximas com produtividades diferentes. O planejamento determinará as áreas mais apropriadas para o plantio de culturas anuais, perenes, pastagem e reflorestamento, entre outras, e determinará as medidas de controle de erosão que serão adotadas. Cada tipo de solo tem sua aptidão, isto é, os solos devem ser usados com culturas mais adequadas a sua capacidade de uso (RAMALHO; BEEK, 1994).

Para se controlar o escoamento superficial, nem sempre são suficientes as técnicas de aumento da cobertura vegetal e da infiltração, principalmente quando ocorrem chuvas de grande intensidade, havendo necessidade de procedimentos para reduzir a velocidade e a capacidade de transporte através de barreiras mecânicas e, às vezes, até obras de engenharia, como terraços, canais escoadouros ou divergentes, bacias de captação de águas pluviais, barragens etc (BERTOLINI; LOMBARDI NETO, 1994).

Atualmente, com o crescente aumento de preço dos insumos e a redução da produtividade pela degradação do solo, por decorrência de práticas agrícolas inadequadas, tem contribuído para que os agricultores adotem práticas mais conservantistas, como é o caso do uso de plantas de cobertura.

De acordo com Marangoni et al. (1995), para as condições específicas de fruteiras de caroço, no sul do Brasil, não se dispõe de resultados sobre as espécies e os procedimentos mais adequados da cobertura do solo. A técnica de gestão dos pomares de pêssego tem sofrido uma notável transformação na última década. No

passado, as intervenções culturais eram direcionadas à maximização da produção, atualmente os objetivos também são a melhoria da qualidade do produto e a maior integração entre a fruticultura e o ambiente.

Segundo as recomendações para a Produção Integrada de Pêssego – PIP (FACHINELLO et al., 2003), as intervenções culturais destinadas ao solo devem maximizar a sua potencialidade natural e reduzir ao mínimo os aportes externos e o uso de produtos de síntese (fertilizantes, dessecante, etc.).

Não é aconselhável introduzir a cobertura, mesmo parcial, no primeiro ano de plantio, pelo risco de debilitar excessivamente as plantas em fase de formação, cujo sistema radicular está pouco desenvolvido e é mais sensível à competição da cobertura vegetal (MARANGONI et al., 2002). A composição inicial da cobertura sofre, com o decorrer do tempo, passando por uma inevitável dinâmica evolutiva, sendo assim a cobertura vegetal possui uma variedade florista, podendo ser temporária ou permanente, mas em algum momento elas são capazes de fornecer grandes quantidades de biomassa para o solo.

Nas Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada de Pêssego de 2003 – NTEPIP (FACHINELLO et al., 2003), não está definido um sistema-padrão de cultivo do solo. Já Marangoni et al. (1995) relatam que os critérios de escolha devem ser baseados nas características climáticas e pedológicas, nas condições do produtor, no tipo de espécie cultivada, ou seja, devem ser verificadas as características gerais, levando em consideração as condições financeiras e habilidades dos agricultores e também as condições naturais da região, encontrando o melhor manejo com maior produtividade e ainda preservando a natureza.

Neste sentido, a Produção Integrada é apontada como uma alternativa para a produção de frutas de qualidade, pois utiliza práticas de manejo do solo e da planta de forma integrada, procurando equacionar os problemas através de uma visão multidisciplinar e não na aplicação de práticas isoladas, como ocorre na fruticultura convencional (FACHINELLO et al., 2003).

#### **4.4 A cultura do pêssego**

Segundo Sachs; Campos (1998), até o ano de 1950 praticamente todo pêssego consumido no Brasil era importado, o que correspondia a 80%, tanto na forma industrializado ou ainda na forma natural, sendo que apenas 20% dele era

produzido dentro do território nacional naquela época. Mas por meio de medidas políticas, que restringiam à importação e algumas medidas de incentivo, conseguiram aumentar a produtividade de pêssego no Brasil, chegando a um volume significativo de expansão. Na região sul, particularmente no Rio Grande do Sul, a produção de pêssego se tornou mais importante no ano de 1960, quando programas de melhoramento genético deram grande estímulo à cultura.

No Brasil, a cultura do pessegueiro ocupa uma área superior a 23.897 hectares, com produção de 218.203 t ano<sup>-1</sup>. Desse total, 15.768 hectares são cultivados no estado do Rio Grande do Sul, com uma produção de 143.977t ano<sup>1</sup>, incluindo cultivares para conserva e consumo in natura, produzidos em quatro regiões distintas – Pelotas, Grande Porto Alegre, Serra Gaúcha e região da Campanha (FACHINELLO et al., 2004).

Já no ano de 2012, do total produzido no país, o Sul contribuiu com 175.159 toneladas produzidas naquele ano, sendo que 132.736 foram produzidas no estado do Rio Grande do Sul (IBGE, 2012). Os outros estados produtores de pêssego listados no IBGE (2012) foram: São Paulo (37.633t), Minas Gerais (19.967t), Paraná (17.241t), Santa Catarina (25.182t) e Rio de Janeiro (228t). Pelotas (RS) produziu 29.900t de pêssego em 2014, com valor de produção de R\$ 23.920.000,00 (IBGE, 2014).

O Estado do Rio Grande do Sul, segundo o IPAGRO (1988), é o estado brasileiro que reúne as melhores condições ecológicas para o cultivo de frutíferas de clima temperado (incidência de frio no inverno e alta luminosidade na primavera e verão, permitindo a formação de frutos com maior teor de açúcar e a menor utilização de defensivos agrícolas). Entre essas, na família das rosáceas, com considerável importância econômica e social, está a cultura do pessegueiro. A região de Pelotas concentra a produção de pêssego para conserva (cerca de 4.500 ha de pessegueiros direcionados para essa finalidade), bem como as indústrias de conservas que abastecem todo o mercado interno (CHAVES, et al., 2009)

O fruticultor gaúcho tem que estar preparado para concorrer com frutas dos países do Mercosul e Estados Unidos, produzindo frutas de qualidade superior, que atenda às reais necessidades e exigências dos consumidores europeu, americano e os do centro do Brasil. Para tanto, é necessário conhecer e caracterizar um amplo ambiente, em níveis mundial, brasileiro e estadual (SILVA, 2009).

De acordo com Silva (2009) é fundamental assegurar ao consumidor a transparência no processo de produção, para isso algumas medidas de controle devem ser tomadas no processo de produção, incluindo análises de resíduos de agrotóxicos nas frutas e estudos sobre impacto ambiental da atividade. Isto significa que é necessário ter uma rastreabilidade de toda a cadeia produtiva, pois o mercado mundial, além da qualidade externa das frutas, exige também o controle sobre as frutas produzidas, caso essas informações sejam solicitadas em alguma ocasião, por essa razão é muito importante utilizar técnicas de manejo adequado desde o preparo do solo até a colheita e por consequência até as mãos do consumidor.

O município de Pelotas está localizado no interior do estado do Rio Grande do Sul, possui cerca de 350 mil habitantes é a terceira cidade mais populosa do estado. A região de Pelotas é a maior produtora de pêssego para a indústria de conservas do País, além de outros produtos como aspargo, pepino, figo e morango. A maioria das áreas são caracterizadas e formadas por pequenas propriedades com agricultura familiar.

Diante do exposto, verifica-se a grande importância da cultura do pêssego para o Estado do Rio Grande do Sul, especialmente para Pelotas e região. Embora atualmente a cultura do pêssego tenha sido produzida com o menor revolvimento do solo possível, na sua instalação e renovação do pomar, que ocorre em torno de oito anos, é feito o revolvimento do solo, tornando-o mais suscetível à erosão. No mesmo sentido, as áreas com culturas anuais ainda representam uma grande proporção sob plantio convencional, havendo necessidade de avaliar práticas que reduzam a erosão do solo, preservando-o.

## 5 Material e Métodos

### 5.1 Local do estudo

O local do estudo foi em uma propriedade rural no interior do município de Pelotas, Rio Grande do Sul, onde foi implantado há menos de um ano um pomar de pêsego variedade sensação, na Figura 1 tem-se a localização do município de Pelotas-RS.



Figura 1- Localização do município de Pelotas no Estado do Rio Grande do Sul.  
Fonte: [www.pelotas.redecidades.net/mapas](http://www.pelotas.redecidades.net/mapas))

A propriedade rural está inserida na bacia hidrográfica do arroio Pelotas, ela abrange ainda os municípios de Arroio do Padre, Canguçu e Morro Redondo, (Figura 2), possui aproximadamente 910 km<sup>2</sup> de área e está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Piratini, com exutório no Canal São Gonçalo.

A área de estudo está localizada no terço médio da bacia, onde geralmente o relevo começa a mudar, fica mais suave, mas cabe lembrar que na maioria das vezes é uma zona de transição entre a parte mais alta (montanhosa) e a parte mais baixa (planície).

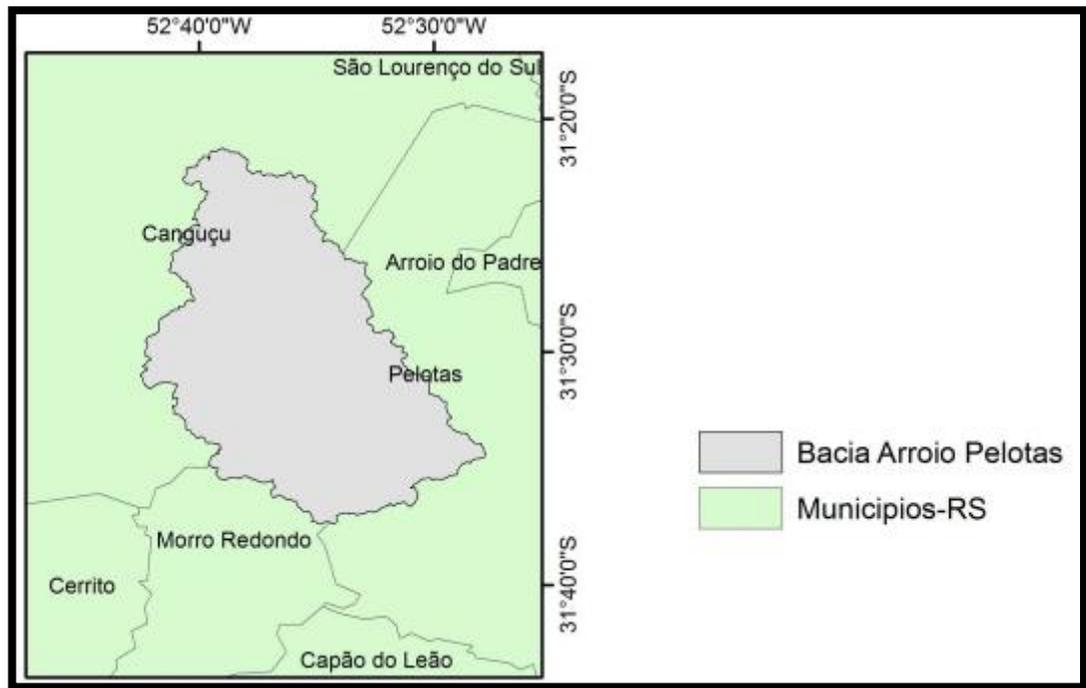


Figura 2 - Localização da Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas.

Fonte: Caroline P. L. da Silveira

Na Figura 3 tem-se a propriedade rural, ela tem uma área de aproximadamente 0,7 hectares.

Na implantação do pomar houve o revolvimento do solo com aração, gradagem e confecção do camaleão na linha de plantio. A altura do camaleão em relação a entrelinha do pomar é em torno de 0,40m, e o camaleão foi feito na época de implantação do pomar, utilizando o solo da entrelinha de plantio.



Figura 3 - Localização da área de estudo.

Fonte: Google Earth de 22/10/2015. Altitude do ponto de visão 565 metros.

## 5.2 Clima

A classificação de Köppen (1931) se baseia especialmente nas características térmicas e na distribuição sazonal da precipitação. De acordo Kuinchtner; Buriol (2001), conforme a classificação Köppen o Estado do Rio Grande do Sul possui o clima temperado e úmido, com temperaturas médias entre 18°C e 26°C. A região possui temperatura e precipitação média anual, respectivamente, de 17,9 °C e 1.500mm, e umidade relativa média do ar de 78,8% (EMBRAPA, 2007). Além disso, a precipitação é uniforme e bem distribuída durante todo o ano e as temperaturas no mês mais frio variam entre 3°C e 18°C. A seguir tem-se os dados de temperatura (Figura 4) e precipitação (Figura 5) média mensal na forma de figuras para facilitar a visualização, os dados compreendem o período de anos entre 1971 a 2000.

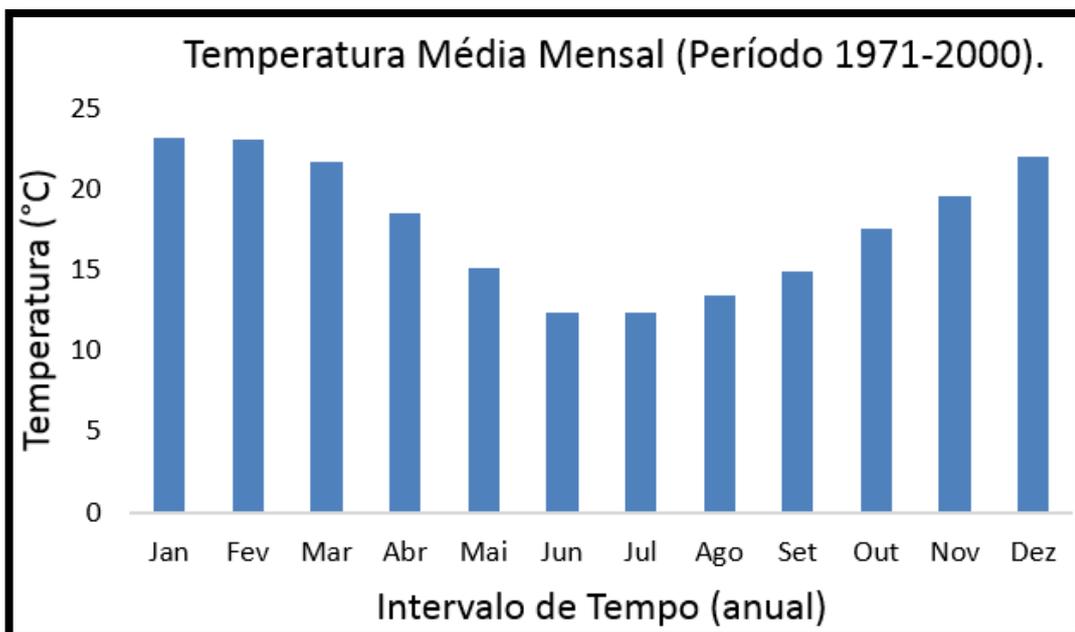


Figura 4 – Temperatura média mensal referente ao período de 1971 a 2000, em Pelotas/RS.  
Fonte: [wp.ufpel.edu.br/agrometeorologia/informacoes/clima-de-pelotas/](http://wp.ufpel.edu.br/agrometeorologia/informacoes/clima-de-pelotas/)

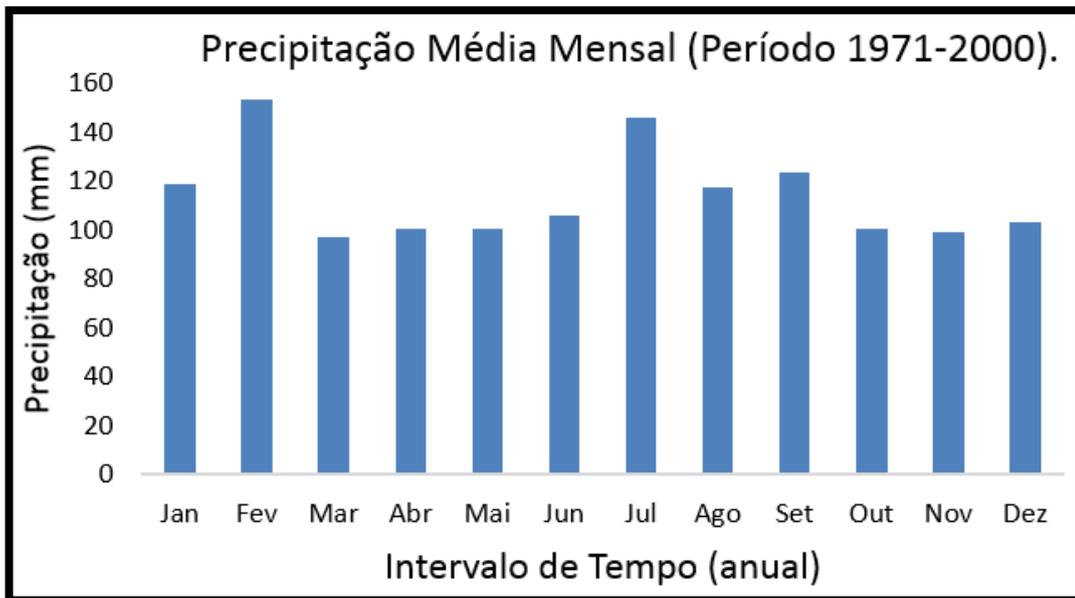


Figura 5 –Precipitação média mensal referente ao período de 1971 a 2000, em Pelotas/RS.  
Fonte: [wp.ufpel.edu.br/agrometeorologia/informacoes/clima-de-pelotas/](http://wp.ufpel.edu.br/agrometeorologia/informacoes/clima-de-pelotas/)

### 5.3 Geomorfologia e solo

As paisagens, tipos de solo e forma dos relevos encontrados atualmente são resultados de transformações que vem ocorrendo há milhares de anos e acontecem diariamente, causadas por agentes climáticos, como o sol, a precipitação, o vento, ou ainda por fatores biológicos ou da mesma forma, pelo próprio material de origem. Todos esses fatores têm grande influência na formação e no tipo de solo encontrado em cada região.

De acordo com Streck et al. (2008) o Estado do Rio Grande do Sul possui quatro grandes províncias geomorfológicas sendo elas o Planalto, a Depressão Periférica, o Escudo Sul-Rio-Grandense e a Planície Costeira, com diferentes formações e origens, o que auxilia no entendimento da gênese dos diferentes solos.

Utilizando um clinômetro (abney level), a declividade da área foi avaliada e obteve um valor de 21%, considerado relevo forte ondulado de acordo com a classificação de Ramalho Filho; Beek (1995).

A área do pomar é relativamente pequena (0,7 hectares), e se encontra em um local onde o relevo é forte ondulado.

O solo da propriedade agrícola tem por característica ser pouco profundo. Segundo Streck et al. (2008) nesta região predominam os solos Neossolos, Chernossolos, Argissolos, Cambissolos, Plintossolos, Planossolos e Gleissolos. No

local onde foram instaladas as calhas, por observações de campo e também seguindo a classificação anteriormente citada, o solo se aproxima mais de um Cambisol, mas não foram realizadas todas as análises físicas e químicas para confirmar esta observação.

#### 5.4 Erosão do solo

Os coletores de erosão foram instalados nos camaleões nas linhas de plantio do pomar pêssigo instalado há menos de um ano (Figura 6). Eles foram confeccionados com três chapas lisas de PVC, cada uma medindo 0,50m de comprimento e altura de 0,15m, formando um triângulo com área de 0,11m<sup>2</sup>. As chapas foram fixadas no solo e encaixadas entre si através de canos de PVC com altura de 0,25 m. Para a coleta do solo erodido foi utilizada uma garrafa PET cortada ao meio fixada na extremidade do coletor. A proposta inicial era a confecção de coletores com quatro chapas de 1m cada, que formaria uma área de 1m<sup>2</sup>, conforme proposto por Suzuki et al. (2010), contudo, o tamanho do camaleão era menor do que a área do coletor, havendo necessidade de diminuir a área dos coletores.



Figura 6 - Pomar de pêssigo onde foram instalados os coletores de erosão. Vista da parte mais alta, onde está o tratamento com 8t ha<sup>-1</sup> de palha de aveia, para a parte mais baixa da área, onde está o tratamento com 0t ha<sup>-1</sup>.

Fonte: Luis Eduardo A.S. Suzuki.

Ao todo foram confeccionados quinze coletores triangulares de encaixe que receberam distintas quantidades de palha de aveia em seu interior, representando os diferentes tratamentos. Cada tratamento foi constituído por três coletores que

representaram três repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas seguintes densidades de palha de aveia:  $0t\ ha^{-1}$ ,  $1t\ ha^{-1}$ ,  $2t\ ha^{-1}$ ,  $4t\ ha^{-1}$ ,  $8t\ ha^{-1}$  (Figura 7).

Os coletores foram instalados dia 09/07/2015, e no dia 23/08/2015 receberam os tratamentos com as palhas de aveia. As palhas de aveia foram sendo repostas ao longo do experimento para manter a mesma densidade de cobertura. Nesse período foram observados o tempo de permanência ou duração da palha nos coletores.

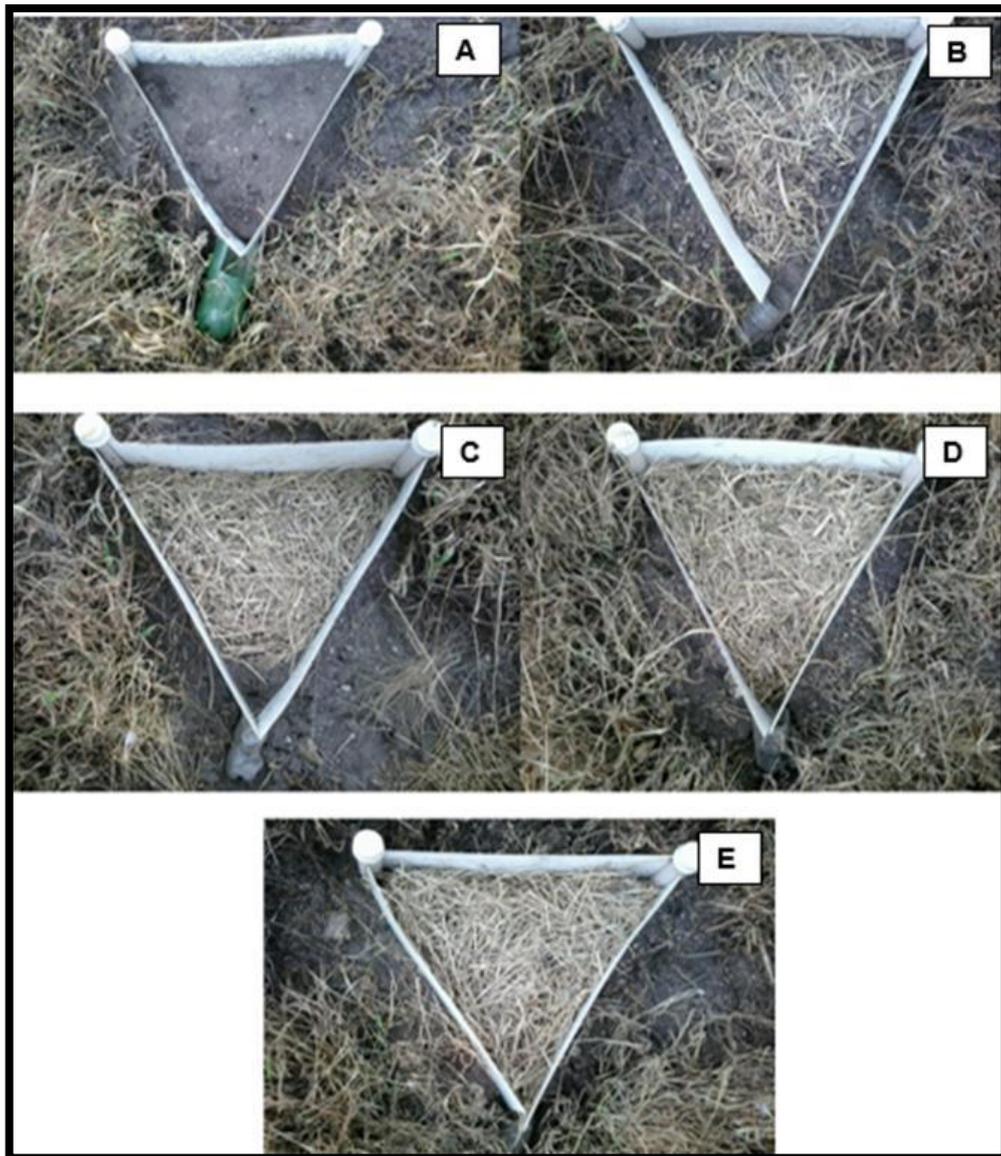


Figura 7 - Coletores do solo erodido com diferentes quantidades de palha de aveia: A)  $0t\ ha^{-1}$ ; B)  $1t\ ha^{-1}$ ; C)  $2t\ ha^{-1}$ ; D)  $4t\ ha^{-1}$ ; E)  $8t\ ha^{-1}$ . Imagem de 13/01/2016.

Fonte: Luis Eduardo A.S. Suzuki.

A palha de aveia utilizada nos coletores foi coletada no campo, em um pomar de pêssigo com doze anos de idade próximo ao pomar estudado, e levada ao laboratório para secar a temperatura de  $65^{\circ}C$  e depois realizar a pesagem para

colocação nos coletores de acordo com cada tratamento. Neste mesmo pomar com doze anos de idade, quatro amostras de palha de aveia foram coletadas no seu período de senescência em uma área de 1m<sup>2</sup> cada amostra, com o intuito de verificar a produção de palha de aveia em um sistema onde há sua implantação como forma de proteção o solo. A produção média de palha foi de 3t ha<sup>-1</sup>.

Para medição da declividade dos coletores de perda de solo, foi cravado no extremo superior (parte mais alta – ponto A) e inferior (parte mais baixa – ponto B) da parcela de perda de solo finas hastes de aço. Um barbante foi esticado do ponto A até o ponto B, e um nível auxiliou a manter o barbante nivelado. No ponto B foi feita uma marca na haste, identificando a altura em que o nível se manteve nivelado. Mediu-se a distância horizontal (DH) entre os pontos A e B e a distância vertical (DV) no ponto B.

A Figura 8 representa a determinação da declividade dos coletores:

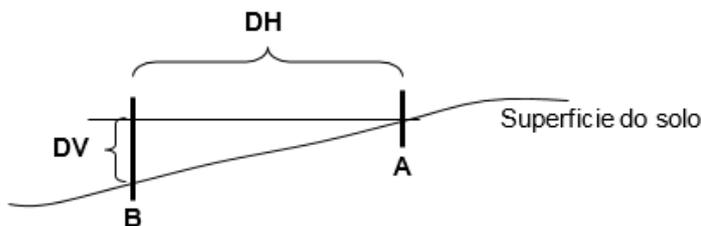


Figura 8 - Demonstração da avaliação da declividade dos coletores de perda de solo.

A declividade das parcelas de perda de solo foi calculada pela seguinte expressão:

$$D = \frac{DV}{DH} * 100 \quad (1)$$

Onde: D = declividade, %; DV = distância vertical, cm; DH = distância horizontal entre os extremos da parcela, cm.

A declividade média dos coletores foi a seguinte: 0t ha<sup>-1</sup> - D = 20,0%, 1t ha<sup>-1</sup> - D = 16,5%, 2t ha<sup>-1</sup> - D = 4,7%, 4 ha<sup>-1</sup> - D = 18,6%, 8t ha<sup>-1</sup> - D = 15,2%.

Ramos (2016) realizou a caracterização do camaleão da linha de plantio do pêssigo onde foram instalados os coletores (Tabela 1, Tabela 2, Tabela 3).

Tabela 1 - Características físicas e hídrica do solo do camaleão da linha de plantio do pomar de pêsego onde foi instalado o experimento, Pelotas, 2016.

Camada, M	*DS, Mg m <sup>-3</sup>	PT, m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	Macro, m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	Micro, m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	KS, mm h <sup>-1</sup>
0-0,10	1,05	0,593	0,259	0,333	142,71
0,10-0,20	1,12	0,538	0,276	0,262	300,58
0,20-0,40	1,20	0,548	0,231	0,318	148,86
Média	1,12	0,560	0,255	0,304	197,38

Fonte: Ramos, 2016.

\*DS: densidade do solo; PT: porosidade total; Macro: macroporosidade; Micro: microporosidade; KS: condutividade hidráulica do solo saturado.

Tabela 2 - Proporção de cascalho, silte e argila, densidade de partículas e classe textural do solo do camaleão da linha de plantio do pomar de pêsego onde foi instalado o experimento, Pelotas, 2016.

Camada, M	Cascalho	Silte	Argila	ADA	Dp Mg m <sup>-3</sup>	Classe textural
0-0,10	0,00	23,58	13,08	8,94	2,56	Franco-arenosa
0,10-0,20	0,00	23,60	12,30	8,42	2,52	Franco-arenosa
0,20-0,40	0,00	23,72	12,57	8,92	2,54	Franco-arenosa

Fonte: Ramos, 2016.

\*ADA: Argila dispersa em água.

Tabela 3 - Distribuição do tamanho de areia no camaleão da linha de plantio do pomar de pêsego onde foi instalado o experimento, Pelotas, 2016.

Camada, M	Areia					
	Total	Muito grossa	Grossa	Média	Fina	Muito fina
	%					
0-0,10	63,34	11,99	11,44	11,79	16,83	11,30
0,10-0,20	64,10	13,16	11,74	11,31	17,58	10,31
0,20-0,40	63,71	12,41	11,55	11,56	17,70	10,49

Fonte: Ramos, 2016.

O solo erodido nas calhas e depositado na garrafa PET era recolhido dias após algum evento de precipitação e encaminhado ao Laboratório de Solos e Hidrossedimentologia do curso de Graduação em Engenharia Hídrica/Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, onde o solo era seco em estufa a 110°C, destorroado, separado na fração maior e menor que 2mm de diâmetro a partir de peneiramento e quantificado em relação à perda de solo por hectare.

O período de coleta do solo erodido foi entre o dia 29/08/2015 à 13/03/2016, onde foram realizadas dez coletas. Uma amostra composta de cada tratamento constituída pelo solo de diâmetro menor que 2mm coletado nos dez eventos foi homogeneizada e encaminhada para determinação da distribuição do tamanho de partículas.

A distribuição do tamanho de partículas foi realizada pelo método da pipeta, conforme procedimentos indicados em EMBRAPA (1997). Para essa determinação, 20 gramas de solo foram pesados, colocados em béquer e adicionado 10 mL de hidróxido de sódio (NaOH) 6% e água, permanecendo em repouso por cerca de 12 horas. Após esse período as amostras foram agitadas em agitador elétrico tipo Stirrer, com aproximadamente 16.000 RPM, durante 15 minutos. Após a agitação as amostras eram colocadas em provetas de 500 mL, agitadas com bastão no sentido vertical, e deixadas em repouso de acordo com a temperatura para coleta da argila (diâmetro menor que 0,002 mm), seguindo a Lei de Stokes. Após o tempo de repouso, 50 mL da solução da proveta era coletada e depositada em béquer de vidro, onde era encaminhado para a estufa a 110°C, onde permanecia por aproximadamente 48 horas.

A solução restante da proveta era despejada em peneira de malha de 0,053mm e o material retido era encaminhado para a estufa a 110°C, permanecendo por cerca de 48 horas. Após esse período o material era passado em peneiras para separação da areia muito grossa (partícula de diâmetro entre 2 a 1 mm), areia grossa (partícula de diâmetro entre 1 a 0,5 mm), areia média (partícula de diâmetro entre 0,5 a 0,25 mm), areia fina (partícula de diâmetro entre 0,25 a 0,125 mm) e areia muito fina (partícula de diâmetro entre 0,125 a 0,053 mm).

A fração silte (partícula de diâmetro entre 0,053 a 0,002 mm) foi calculada pela diferença entre o somatório das frações areia e argila.

Duas provas em branco contendo água e dispersante foram feitas para cada bateria e análise.

## 5.5 Dados de precipitação

Os dados de precipitação utilizados neste trabalho foram obtidos no boletim climatológico mensal da EMBRAPA Clima Temperado, Pelotas-RS, disponível na [home page da Embrapa Clima Temperado](http://home.page.da.Embrapa.Clima.Temperado)

([http://agromet.cpact.embrapa.br/online/Current\\_Monitor.htm](http://agromet.cpact.embrapa.br/online/Current_Monitor.htm)), que tem uma estação pluviométrica próxima ao local de estudo, na sede da EMBRAPA Clima Temperado, aproximadamente 14Km. A Tabela 4 apresenta as ocasiões que ocorreram precipitação e seu volume, e os dias que foram realizadas as coletas de erosão.

Tabela 4 – Precipitação durante o período do estudo e dias que foram realizadas as coletas do solo erodido, Pelotas, 2016.

Fonte: [http://agromet.cpact.embrapa.br/online/Current\\_Monitor.htm](http://agromet.cpact.embrapa.br/online/Current_Monitor.htm)

Dia	ago-15	set-15	out-15	nov-15	dez-15	jan-16	fev-16	mar-16
1	0,00	6,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	1,00	6,30	0,50	0,00	0,80	0,00	37,90
3	20,10	12,20	0,00	2,00	2,50	0,30	0,50	62,00
4	4,60	3,80	0,00	4,30	85,10	0,00	23,40	0,30
5	18,30	0,50	0,00	13,00	0,00	60,20	0,00	---
6	0,00	5,30	0,00	0,30	0,00	9,10	0,00	---
7	0,00	0,00	14,50	0,00	0,00	4,60	0,00	0,00
8	0,00	0,30	28,70	0,00	0,00	1,00	27,70	0,00
9	0,00	0,30	31,20	0,00	10,70	0,30	4,80	1,50
10	0,30	2,50	30,00	47,20	0,30	0,30	0,30	22,40
11	5,30	0,30	42,90	0,00	0,00	0,00	0,00	11,20
12	0,30	0,00	17,00	1,00	0,00	0,30	0,00	0,00
13	0,50	0,00	0,30	44,20	14,00	0,30	38,10	0,00
14	0,00	0,00	23,60	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00
15	0,30	0,00	54,10	0,30	0,00	0,00	0,30	0,00
16	6,60	61,70	0,00	0,30	0,30	0,00	0,30	0,00
17	23,90	1,80	0,00	0,00	29,70	0,30	9,70	0,30
18	6,10	0,30	0,00	30,70	67,30	0,00	0,00	3,60
19	7,90	2,80	19,60	0,00	2,50	0,00	0,50	1,80
20	0,00	5,10	30,70	5,80	0,00	0,00	0,00	21,30
21	0,00	52,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,80
22	1,50	13,20	0,00	0,00	19,80	0,00	0,00	7,30
23	0,00	72,10	0,30	0,00	9,60	25,40	0,00	1,80
24	0,00	38,10	0,00	0,00	3,60	0,30	0,30	0,30
25	0,00	0,50	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
26	14,50	2,80	0,00	0,00	0,80	0,00	20,10	69,90
27	0,30	0,50	2,50	37,10	0,00	0,00	19,60	53,50
28	0,00	0,00	12,90	0,80	0,30	50,30	0,80	4,30
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	3,60	0,00	0,00
30	0,00	0,00	3,10	0,00	9,90	4,30	---	0,00
31	6,10	---	3,80	---	5,30	---	---	0,30

	Dias de coleta
	Dias de Precipitação

Para melhor visualização da quantidade de chuva que ocorreu nos meses de realização do estudo, elaborou-se a Figura 9.

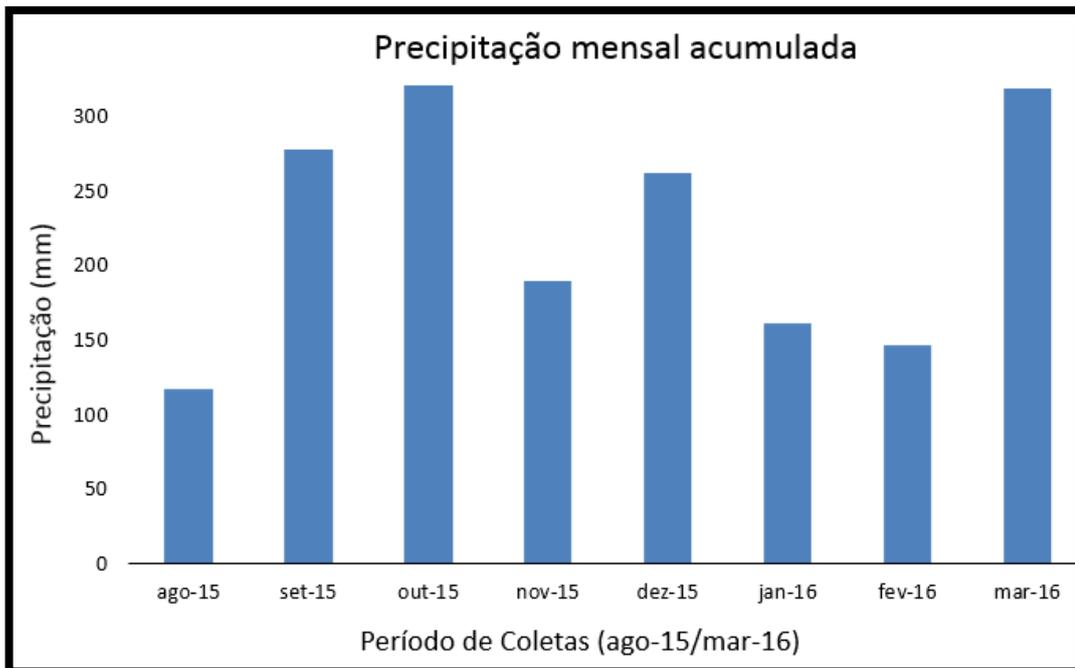


Figura 9 – Precipitação mensal acumulada para o período de realização do estudo, Pelotas, 2016.  
Fonte: [http://agromet.cpact.embrapa.br/online/Current\\_Monitor.htm](http://agromet.cpact.embrapa.br/online/Current_Monitor.htm)

## 6 Resultados e Discussão

Cabe ressaltar que na propriedade estudada havia ocorrido o preparo do solo há pouco tempo para construção dos camaleões na linha de plantio, e as mudas de pêssego haviam sido plantadas recentemente anterior a instalação dos coletores de erosão. Nesse sentido, a camada superior do solo ficou muito alterada em relação a sua condição original, ou seja, antes do preparo, resultando em elevada desagregação e desestruturação do solo com baixo valor de densidade e elevada porosidade (Tabela 1). O solo coletado nos coletores foi basicamente da camada superficial dos camaleões, que é onde geralmente encontra-se a maior parte da matéria orgânica e fertilizantes aplicados.

A quantidade de material erodido e coletado nas parcelas onde não havia cobertura vegetal foi superior em relação aos demais tratamentos, além disso, conforme a densidade de cobertura aumentou a quantidade de solo que erodiu diminuiu, na maioria das vezes (Figura 10 a Figura 18). Isso ocorre porque o solo fica mais exposto ao impacto da gota de chuva à medida que vai diminuindo a densidade de cobertura vegetal, e se torna mais suscetível à erosão hídrica. Da mesma forma, a camada superior do solo desta área foi bastante alterada, como já foi mencionado antes, para implementação do pomar, e isso fez com que o solo ficasse mais desestruturado, facilitando a erosão hídrica e seu carreamento pela água.

As chuvas no Estado do Rio Grande do Sul são bem distribuídas ao longo do ano, a precipitação média anual é de aproximadamente 1.500mm, este valor é um pouco inferior na metade sul e um pouco superior na metade norte. Conforme Rosa (1985) a média anual de precipitação, em Pelotas, é de 1.249 mm, um pouco abaixo da média do Estado. No processo de erosão hídrica, mais importante do que o volume precipitado é a intensidade de precipitação.

Em uma propriedade rural ao lado de onde foi realizado o presente estudo, coletou-se algumas amostras de aveia durante a senescência para verificar a quantidade de palha que a aveia é capaz de produzir. Nesse sentido, a produção média de palha foi em torno de  $3t\ ha^{-1}$ . Em uma área onde a vegetação espontânea

é utilizada, possivelmente a produção de palha seja menor, e isso pode refletir na proteção do solo à erosão hídrica.

Geralmente foi realizada uma coleta de solo erodido em cada mês, somente no mês de setembro e novembro de 2015 foram realizadas duas coletas. Para ficar mais fácil de visualizar e mensurar a quantidade de material que erodiu, foram geradas figuras com as frações maior e menor que 2mm. O solo foi coletado nas parcelas após um período de eventos de chuva.

No mês de agosto de 2015 foi realizada a primeira coleta do trabalho, mais precisamente no dia 29 de agosto, neste período as chuvas que ocorreram foram bem espaçadas (Tabela 4). A chuva máxima que houve em um dia foi de 23,9mm e em todo período choveu 110,5mm (29 dias). Apenas o tratamento com 0t ha<sup>-1</sup> de palha de aveia teve solo erodido (Figura 10).

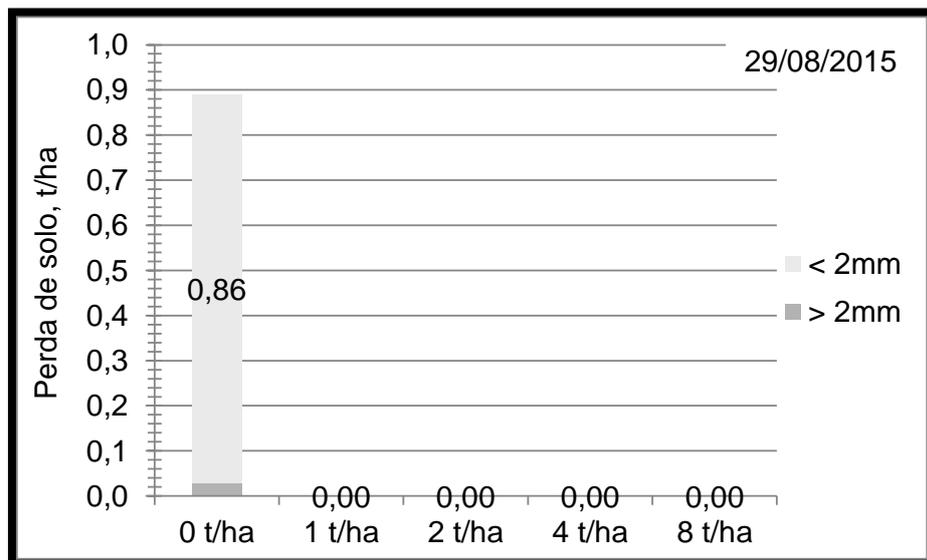


Figura 10 – Perda de solo por erosão hídrica de acordo com a densidade de cobertura de palha de aveia, Pelotas, 2016. Solo coletado dia 29/08/2015.

Em setembro de 2015 foram realizadas duas coletas, a primeira no início do mês (07/09). A quantidade de material erodido foi baixa, porque durante o intervalo de tempo entre as coletas choveu apenas 28,9mm em 10 dias, e o solo foi capaz de infiltrar praticamente toda água que precipitou naquela região, além disso as coberturas se mostraram eficientes e somente onde não havia cobertura ocorreu erosão hídrica (Figura 11).

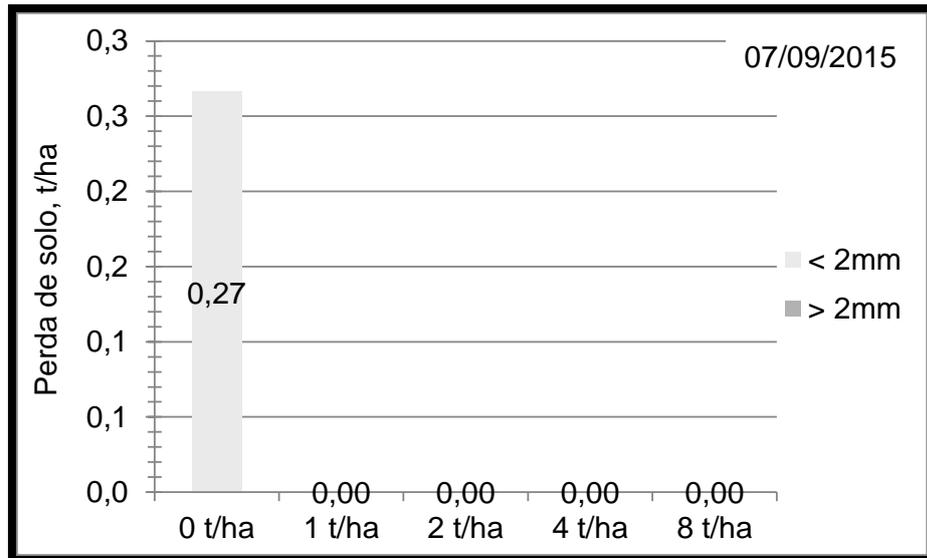


Figura 11 – Perda de solo por erosão hídrica de acordo com a densidade de cobertura de palha de aveia, Pelotas, 2016. Solo coletado dia 07/09/2015.

No dia 27 de setembro, após um período consecutivo de precipitação, 255,10mm em vinte dias, mesmo não sendo um mês completo foi um período em que houve precipitação acima da média. Neste dia de coleta todos os tratamentos apresentaram solo erodido, embora no tratamento sem cobertura vegetal apresentou a maior perda e um valor considerável, superior a  $11\text{ t ha}^{-1}$  (Figura 12), valor quase quatro vezes maior do que onde existia a cobertura mínima estudada. Embora os tratamentos com palha reduziram as perdas de solo por erosão hídrica, o tratamento com  $1\text{ t ha}^{-1}$  de palha apresentou uma perda significativa de solo, no valor de 3 toneladas.

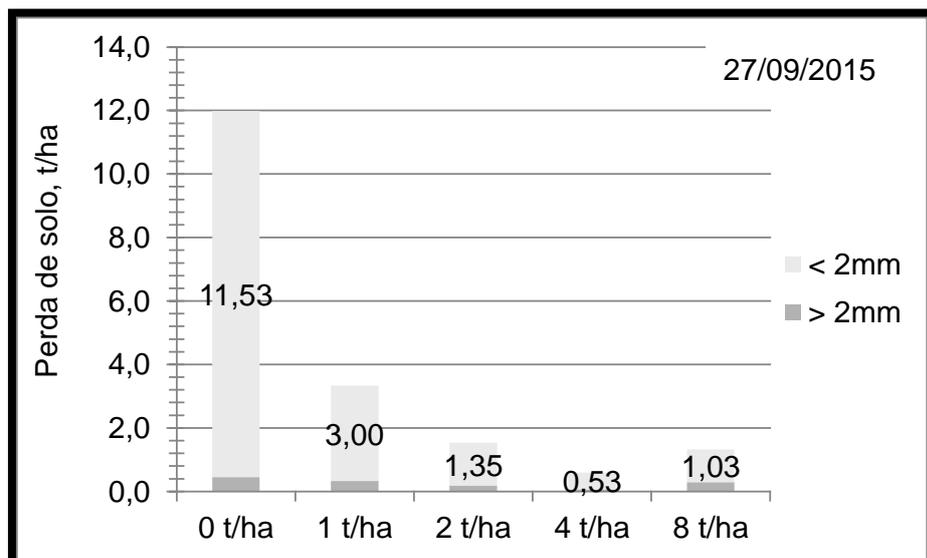


Figura 12 – Perda de solo por erosão hídrica de acordo com a densidade de cobertura de palha de aveia, Pelotas, 2016. Solo coletado dia 27/09/2015.

A coleta realizada no dia 25 de outubro foi referente aos dias restantes do mês de setembro e praticamente todo o mês de outubro, num total de 28 dias, no qual choveu 299,2mm. Nesta coleta assim como no mês anterior também choveu acima da média. Assim como na coleta anterior, todos os tratamentos perderam solo por erosão hídrica, embora a cobertura vegetal tenha reduzido estas perdas, e quanto mais cobertura vegetal menor a perda de solo (Figura 13).

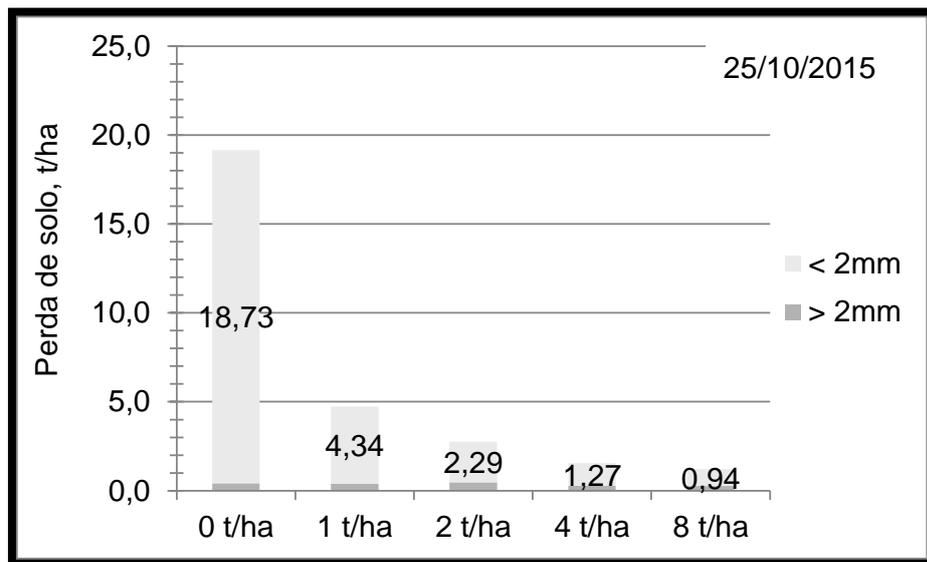


Figura 13 – Perda de solo por erosão hídrica de acordo com a densidade de cobertura de palha de aveia, Pelotas, 2016. Solo coletado dia 25/10/2015.

Cabe salientar que no dia 08/11 se foi a campo realizar a coleta, contudo, não havia solo erodido das parcelas, mesmo com períodos de chuva anterior ao dia 08, referente a 14 dias após a coleta de outubro.

Em novembro foi realizada ainda uma coleta no dia 14, num intervalo de aproximadamente 6 dias entre uma coleta e outra. A quantidade de chuva foi menor que a do período anterior, choveu menos da metade, aproximadamente 92,4mm. Isto pareceu ter uma relação direta com a quantidade de material que erodiu, somente na parcela onde não havia cobertura vegetal e no tratamento com 1t ha<sup>-1</sup> ocorreram perdas de solo (Figura 14).

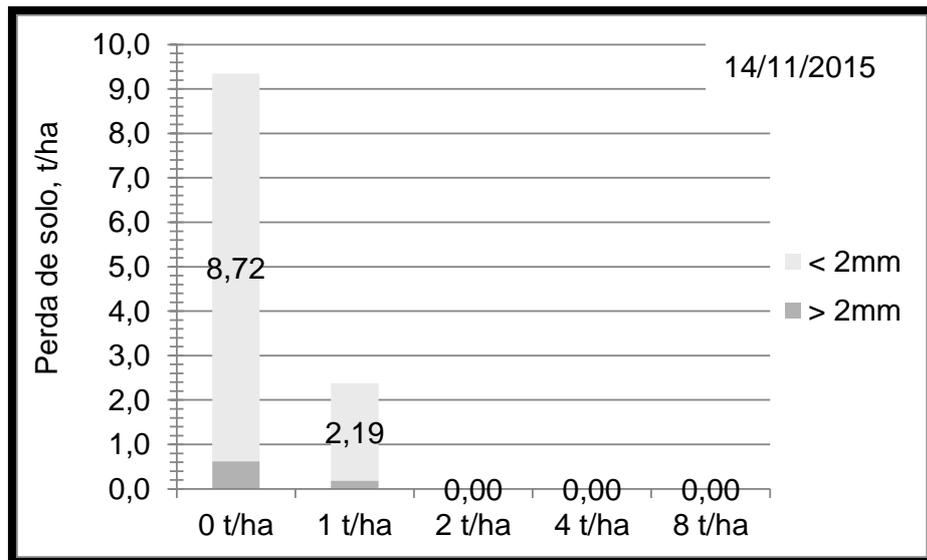


Figura 14 – Perda de solo por erosão hídrica de acordo com a densidade de cobertura de palha de aveia, Pelotas, 2016. Solo coletado dia 14/11/2015.

No mês de dezembro choveu 164,1mm em 23 dias, e associado ao volume precipitado, a sequência de dias nublados, úmidos e com pancadas de chuva foi extensa e isso pode ter contribuído para que tenha ocorrido erosão em todas as parcelas (Figura 15). Além disso, neste período ocorreu uma chuva com maior volume em um dia (85,1mm), porém cabe salientar que na parcela que não havia cobertura vegetal a quantidade de material erodido foi significativamente maior.

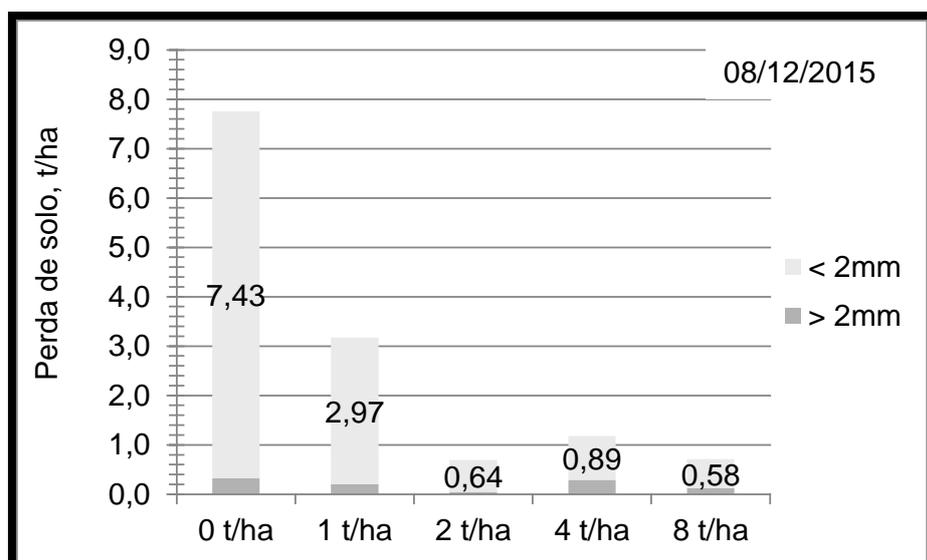


Figura 15 – Perda de solo por erosão hídrica de acordo com a densidade de cobertura de palha de aveia, Pelotas, 2016. Solo coletado dia 08/12/2015.

Em janeiro também foi um mês em que houve erosão em todas as parcelas (Figura 16). No intervalo de tempo choveu 251,6mm em 33 dias, mas o que pode ser

observado é que novamente a quantidade de solo que foi coletado na parcela onde não havia cobertura vegetal foi mais que quatro vezes o valor da parcela onde havia  $1\text{ t ha}^{-1}$  de palha.

No dia 08/11/2015 houve reposição das palhas de aveia nos tratamentos com  $1$  e  $2\text{ t ha}^{-1}$ , mesmo sendo verificada a presença de palha neste segundo tratamento, embora em pouca quantidade. A maior perda de solo no tratamento com  $4\text{ t ha}^{-1}$  de palha em relação a  $2\text{ t ha}^{-1}$ , nesta coleta e na anterior, pode estar associada a esta reposição de palha, onde o tratamento com  $4\text{ t ha}^{-1}$  poderia estar apresentando menor quantidade de palha que o tratamento com  $2\text{ t ha}^{-1}$ , já que a reposição de palha foi feita apenas nos tratamento com  $1$  e  $2\text{ t ha}^{-1}$ .

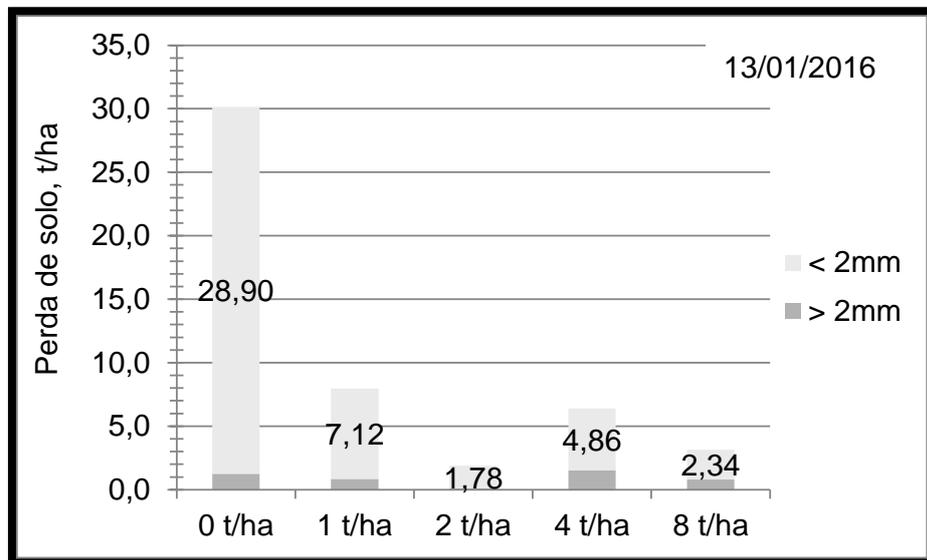


Figura 16 – Perda de solo por erosão hídrica de acordo com a densidade de cobertura de palha de aveia, Pelotas, 2016. Solo coletado dia 13/01/2016.

Em fevereiro choveu  $179,9\text{mm}$ , em 33 dias, considerando os intervalos de coleta. Neste período as precipitações foram mais localizadas em determinados dias, em dois ou três dias choveu um grande volume. Ainda que o intervalo de tempo seja grande elas se concentraram em poucos dias, isso é característico das chamadas chuvas de verão, de maior intensidade e curto intervalo de tempo. Mesmo com essas características das chuvas, a cobertura vegetal se mostrou eficiente principalmente nas parcelas onde a densidade de palha era maior, já na parcela onde não foi colocada nenhuma cobertura a quantidade de material que erodiu foi praticamente cinco vezes maior do que onde havia a cobertura mínima de  $1\text{ t ha}^{-1}$  (Figura 17).

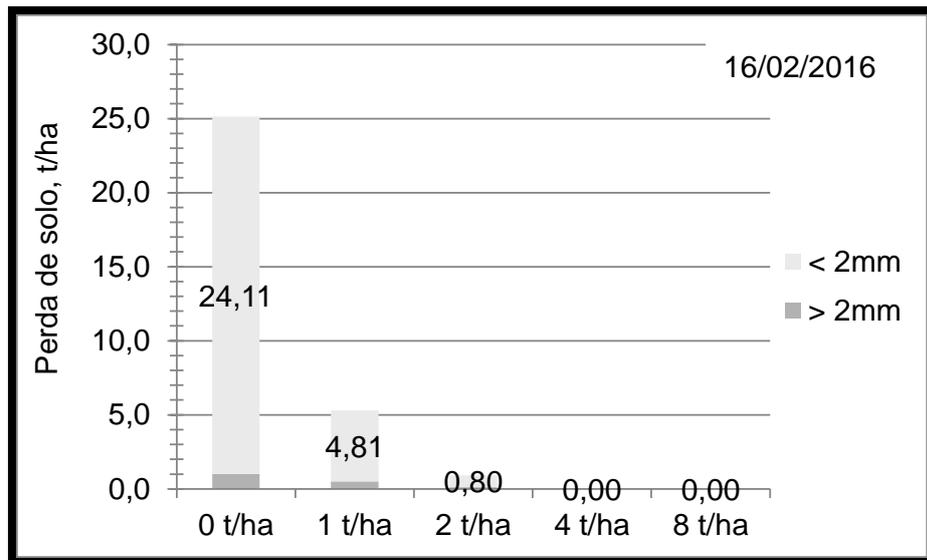


Figura 17 – Perda de solo por erosão hídrica de acordo com a densidade de cobertura de palha de aveia, Pelotas, 2016. Solo coletado dia 16/02/2016.

No mês de março de 2016 foi realizada a última coleta do experimento, neste período, em 27 dias desde a coleta anterior, choveu 186,3mm. Novamente as precipitações deste intervalo de tempo tiveram como características curta duração e elevada intensidade, concentradas em pequenos espaços de tempo, somente em um dia choveu 62mm. Cabe salientar que as diferentes densidades de coberturas se mostraram mais eficientes conforme aumentava a sua quantidade, e mais uma vez onde não havia cobertura a quantidade de material que erodiu foi praticamente doze vezes superior em relação ao tratamento com cobertura mínima (Figura 18).

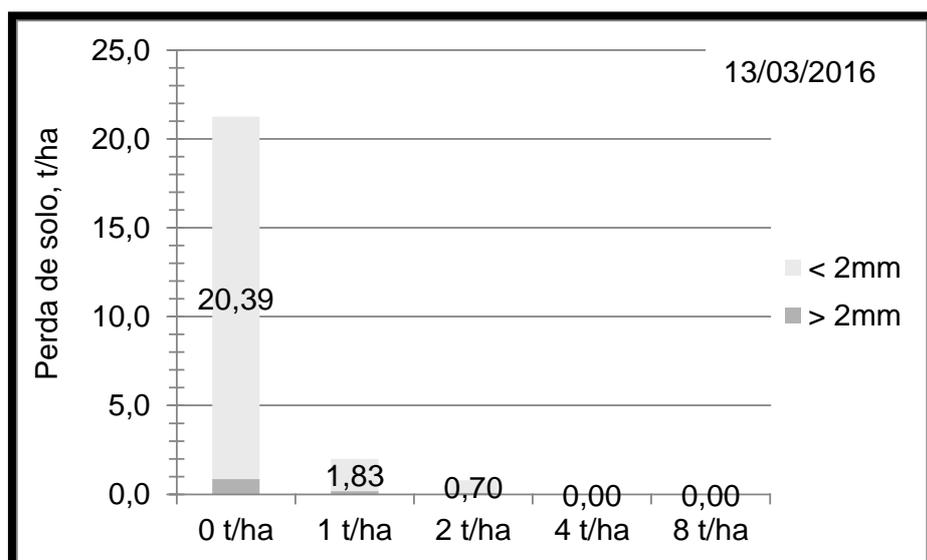


Figura 18 – Perda de solo por erosão hídrica de acordo com a densidade de cobertura de palha de aveia, Pelotas, 2016. Solo coletado dia 13/03/2016.

Considerando a soma das perdas de solo por erosão hídrica ao longo do período de avaliação, o tratamento que ocorreu maior erosão foi o que não havia nenhuma cobertura vegetal, enquanto nas outras parcelas foi ocorrendo uma redução gradual da quantidade de material erodido, desde a parcela com  $1\text{ t ha}^{-1}$  até a parcela com  $8\text{ t ha}^{-1}$ , e essa sequência decrescente mostrou a eficiência do uso das coberturas conforme foi aumentando a sua densidade (Figura 19). Percebeu-se que a partir de  $2\text{ t ha}^{-1}$  o solo tendeu a ser menos erodido. Dessa forma, é possível indicar uma quantidade mínima de palha no pomar de pêsego ou em qualquer outra condição que envolva o solo revolvido, sendo esse valor em torno de  $2\text{ t ha}^{-1}$ , sendo  $4\text{ t ha}^{-1}$  ou superior mais eficiente ainda.

Segundo Wade; Sanchez (1983), quando se usa plantas de cobertura elas se mostraram muito eficientes no controle da erosão e, além disso contribuem na renovação e manutenção dos nutrientes do solo, podendo ainda aumentar a capacidade de armazenamento de água no solo.

Conforme Pruski (2009), o volume total anual de precipitação não é a variável mais importante quando está se avaliando a erosão, as mais relevantes são, a distribuição do tamanho da gota de chuva, a velocidade da queda e principalmente a intensidade (volume de precipitação por determinado período de tempo), duração e tempo de retorno desta chuva dentro da mesma bacia hidrográfica. O mesmo autor ainda lembra que a intensidade da chuva também é relevante para o processo de erosão, não só para desagregação e desestruturação do solo, pois depois que o solo alcança a capacidade de infiltração das camadas mais profundas, começa a ocorrer a formação do escoamento superficial, que pode acarretar no deslocamento do solo para outras partes do terreno, já que ele ficou desagregado com o impacto das gotas.

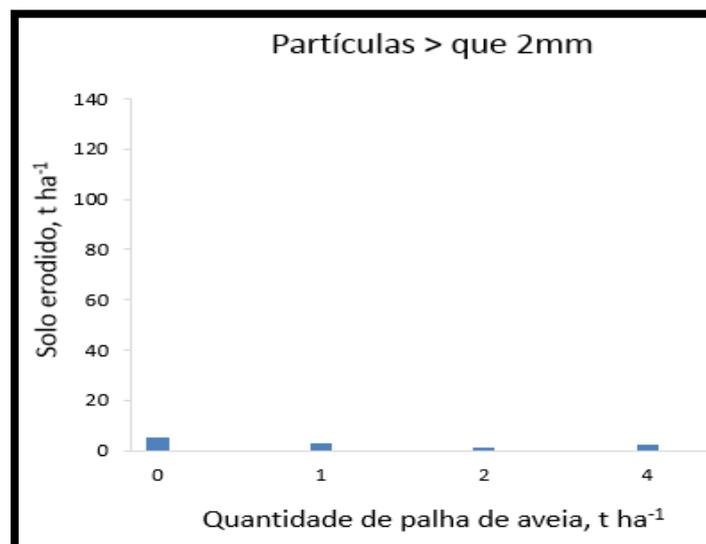
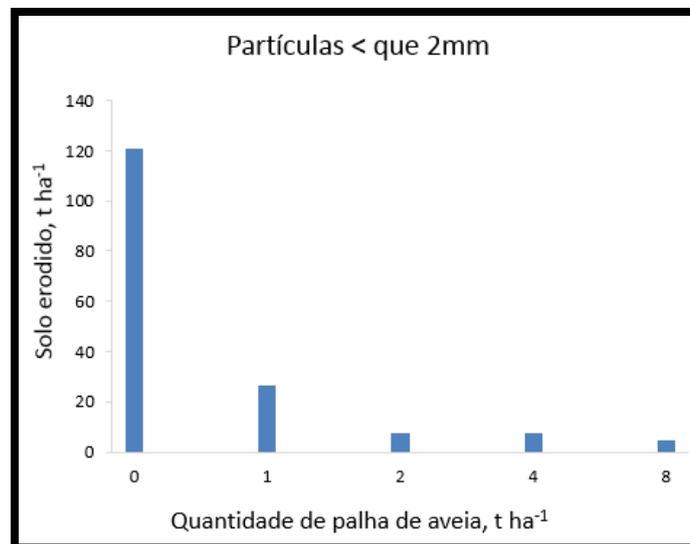
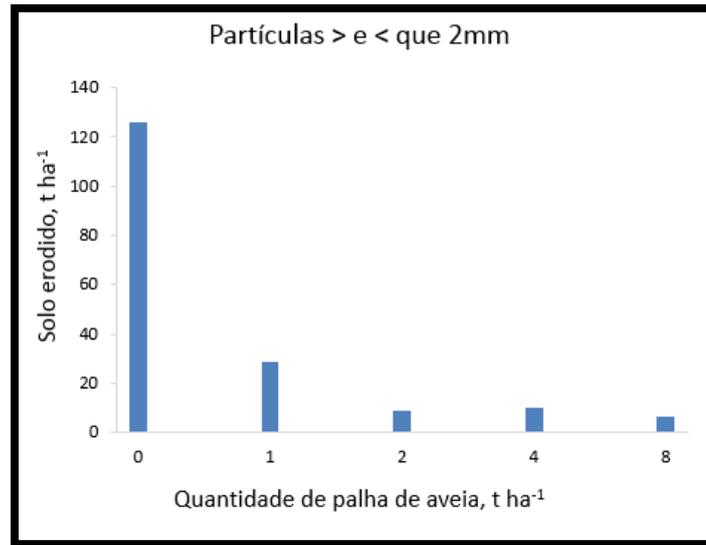


Figura 19 – Total de solo erodido no período entre 29/08/2015 à 13/03/2016, considerando partículas de diâmetro maior e menor que 2mm.

Segundo Volk; Cogo (2009), as principais causas que podem ser relevantes para determinar as características do tamanho do material (solo) carregado pelas enxurradas decorrente da erosão hídrica são: a intensidade da chuva e da enxurrada a ela associada, a textura e o grau de consolidação da camada superficial do solo, a forma em que a erosão ocorre (entressulcos, sulco ou voçoroca), a cobertura do solo por resíduos culturais, o microrrelevo do terreno ou a rugosidade superficial resultante do seu preparo e o tamanho e a estabilidade dos agregados, esses fatores geralmente ocorrem associados causando grandes alterações em pequenos períodos de tempo.

Independente da intensidade da precipitação, o uso de cobertura vegetal nas parcelas evitou ou reduziu a erosão hídrica, e quanto maior a densidade de cobertura vegetal, maior o efeito protetor contra a erosão. Suzuki et al. (2012a) verificaram em áreas de lavoura anual que sob semeadura direta as perdas de solo por erosão hídrica foram menores em relação à área sob plantio convencional.

Chama a atenção também a presença de fração maior que 2mm no material erodido, fato que pode estar associado ao solo da propriedade ser raso e ter muito cascalho da rocha de origem misturado, principalmente devido o revolvimento do solo para confecção dos camaleões.

De acordo com Resende et al. (2007) além da textura outros fatores que também devem ser levados em consideração em relação à erosão hídrica são: a profundidade, a declividade, a porosidade, a variação de textura entre outras, que auxiliam no prognóstico e previsão da suscetibilidade a erosão, uma vez que, tratando-se de infiltração e retenção de água, ambos são intimamente ligados com os atributos já citados e, podem ocorrer interações das mais diferentes formas. Conseqüentemente devem ser levados em consideração diversos fatores que podem agravar os processos erosivos, como condições químicas e geomorfológicas do local. Suzuki et al. (2012b) constataram correlação negativa das perdas de solo por erosão hídrica com o teor de cálcio, pH e saturação por bases, e positiva com o Al, H + Al, saturação por Al e cobre, devido a contribuição destes elementos para a estrutura do solo.

Em todas as parcelas, mesmo com as diferentes densidades de coberturas, ocorreu erosão, mesmo que em pequena proporção, quando as chuvas eram de alta intensidade, ou possivelmente quando o solo alcançava sua capacidade de infiltração. Esta situação pode ter ocorrido porque quando o solo fica exposto, ele

está mais suscetível aos fenômenos da natureza, e isto aconteceu na implementação do pomar de pêsego. Sendo assim, quando se utiliza algum tipo de cobertura, o impacto das gotas da chuva no solo diminui e também a compactação da camada superficial do solo, e esta cobertura ajuda ainda na redução da velocidade do escoamento superficial (AMADO et al., 1987; DECHEN et al., 1981). De acordo com os mesmos autores, outro fator importante é a velocidade com que as espécies cobrem o solo que estava exposto, pois os principais impactos e perdas de solo estão diretamente ligados com o tempo que ele ficou desprotegido, se tornando vulnerável.

Conforme Bertoni; Lombardi Neto (1990), no Brasil, a perda de solos em áreas agriculturáveis é causada principalmente por causa da erosão hídrica. E isso acontece geralmente na época de preparo do solo para implementação das culturas, como é o caso da propriedade estudada. Nela a área foi bastante alterada e isso fez com que o solo mudasse significativamente as suas características, e além disso toda área ficou exposta aos fenômenos naturais, dentre eles a chuva e o vento.

A camada superior do solo é composta por matéria orgânica, nutrientes, partículas de solo e em áreas cultivadas é geralmente onde se encontram as sementes, fertilizantes e agrotóxicos, que dependendo da intensidade do escoamento superficial esses materiais podem ser carregados para as áreas mais baixas, onde podem encontrar rios ou arroios da região, poluindo e degradando esse ecossistema. Isso ainda reduz a capacidade de produção da área e aumenta os custos, pois o produtor terá que aumentar o número de intervenções no local, seja aplicando algum tipo de fertilizante ou ainda em situações mais graves realizando algum tipo de obra que contenha a erosão se ela estiver avançando muito rápido. Suzuki et al. (2012b) verificaram alta concentração de nutrientes em solo erodido predominando silte e argila, em áreas de lavouras anuais.

Os solos variam muito de acordo com a região, influenciados por diversos fatores, sendo assim um dos grandes desafios é encontrar uma espécie para cobertura do solo que seja compatível com a cultura da área, que ela não se torne uma competidora pelos nutrientes do solo, é necessário encontrar a combinação específica para cada local (COSTA et al., 1993).

Compete lembrar que no período de implementação e construção do camaleão, o solo e o próprio camaleão ficaram expostos ao longo do tempo, por este motivo ele corre o risco de se desmanchar ou alterar suas características de

projeto, sendo assim, para evitar esse tipo de transtorno, eles devem ser protegidos dos agentes climáticos, praticamente imediatamente após a sua conclusão quando possível, com o uso de plantas de cobertura, que se mostraram muito eficientes quando se tem a intensão de diminuir a erosão e proteger o solo.

A textura do solo erodido predominou a fração areia, com 64 a 73%, enquanto a argila apresentou os menores teores (Tabela 5), possivelmente associado a própria textura do solo das parcelas.

Tabela 5 – Distribuição do tamanho de partículas do solo erodido do coletor. Valores obtidos a partir de uma amostra composta pelo solo erodido em cada coleta, Pelotas, 2016.

Tratamento	AT	AMG	AG	AM	AF	AMF	Silte	Argila
	%							
0 t ha <sup>-1</sup>	64,07	10,98	14,78	12,90	14,70	10,70	28,29	7,65
1 t ha <sup>-1</sup>	67,32	18,58	15,97	12,30	12,77	7,70	24,04	8,65
2 t ha <sup>-1</sup>	70,13	15,40	15,53	13,33	15,47	10,40	24,92	4,95
4 t ha <sup>-1</sup>	73,73	22,33	16,20	13,13	13,80	8,27	21,20	5,07
8 t ha <sup>-1</sup>	67,53	15,47	14,87	12,40	14,60	10,20	26,17	6,30

AT: areia total (partículas de diâmetro entre 2 a 0,05mm); AMG: areia muito grossa (partículas de diâmetro entre 2 a 1mm); areia grossa (partículas de diâmetro entre 1 a 0,05mm); areia média (partículas de diâmetro entre 0,05 a 0,25mm); areia fina (partículas de diâmetro entre 0,25 a 0,125mm); areia muito fina (partículas de diâmetro entre 0,125 a 0,053mm); silte (partículas de diâmetro entre 0,053 a 0,002mm); argila (partículas de diâmetro menor que 0,002mm).

Uma das principais características que deve ser analisada no momento do estudo de riscos de ocorrência da erosão hídrica é a textura, porque o solo é formado de três frações inorgânicas (areia, silte e argila) que quando entra em contato com a água pode comportar-se de maneira diferente. Essa é uma das razões de tentar mensurar a quantidade de cada tamanho de partícula do solo, pois desta maneira será compreendida qual será o grau de suscetibilidade quando na ocorrência de precipitação e também pelo possível selamento da camada superficial do solo. Suzuki et al. (2012a) constataram que perda de solo por erosão hídrica correlacionou-se positivamente com a condutividade hidráulica e o teor areia grossa do solo.

Resende et al. (2007) consideram importante a presença de textura mais grosseira no solo uma vez que os materiais mais resistentes formadores do solo acabam por não se intemperizar com a ação do tempo, tornando a fração silte como

reserva de nutrientes pela presença de minerais primários facilmente intemperizáveis.

Outro componente muito importante desta fração do solo é a argila, que é um dos principais agentes de ligação na agregação do solo (BRONICK; LAL, 2005), então quanto maior o valor de argila dispersa em água maior será a possibilidade de ocorrer erosão hídrica, principalmente nas camadas mais superficiais do solo que estão mais suscetíveis aos efeitos do impacto da gota da chuva e escoamento superficial.

Os solos da camada superficial que possuem maiores teores de argila ou silte podem alterar até mesmo o ciclo hidrológico, pois podem reduzir as taxas de infiltração e aumentar o escoamento superficial. Em compensação, solos com maiores teores de argila, pelas suas características físicas e principalmente químicas, são regiões que oferecem maiores benefícios do ponto de vista agrícola, pois interferem no grau de compactação, na disponibilidade de água e na dose de fertilizantes (KLEIN, 2008). Por outro lado, deve ser levado em consideração que a argila dispersa em água pode diminuir a taxa de infiltração e favorecer o escoamento superficial ao obstruir os poros do solo (LUNARDI NETO et al., 2008).

Cabe citar que no dia 08/11/2015 houve reposição das palhas de aveia nos tratamentos com 1 e 2t ha<sup>-1</sup>, mesmo sendo verificada a presença de palha neste segundo tratamento, embora em pouca quantidade. No dia 13/01/2016 houve nova reposição de palha, mas desta vez em todos os tratamentos, mesmo os tratamentos com mais de 2t ha<sup>-1</sup> de palha que ainda apresentavam cobertura, embora aparentemente com quantidades menores ou iguais a este tratamento.

Considerando que a colocação das palhas nos tratamentos ocorreu dia 23/08/2015, a decomposição praticamente total das 2t ha<sup>-1</sup> de palha de aveia levou em torno de 80 dias (23/08/2015 a 08/11/2015), enquanto para as quantidades maiores de palha a decomposição total levaria mais de 140 dias (23/08/2015 a 13/01/2016), considerando as condições do presente estudo. O tempo de decomposição da palha é importante pois, quanto mais tempo a palha permanece na superfície do solo, mais tempo este fica protegido do impacto das gotas de chuva. Além disso, verificou-se no campo que as parcelas com cobertura vegetal apresentavam menor incidência de plantas espontâneas, e especialmente as coberturas de 4 e 8t ha<sup>-1</sup> essa incidência era praticamente nula.

## 7 Conclusões

O uso de palha de aveia para proteger o solo da erosão hídrica se mostra eficiente, principalmente nas parcelas com maior densidade de cobertura, aceitando a hipótese apresentada no trabalho e demonstrando que práticas agrícolas simples de conservação do solo e da água podem diminuir consideravelmente a perda de solo por erosão hídrica dentro de uma lavoura.

A partir de  $2t\ ha^{-1}$  de palha de aveia há redução significativa da erosão hídrica, sendo que valores superiores de palha a redução pode ser superior ou até mesmo ser nula a perda de solo.

O solo erodido apresenta granulometria variada, desde partículas de diâmetro menor que 2mm até partículas de diâmetro maior.

No solo erodido há predomínio da fração areia (teores superiores a 64%), que tem como característica permitir que água da chuva infiltre no solo com maior facilidade, mas em contrapartida ela facilita a erosão pois as forças de ligação são mais fracas, deixando o solo mais suscetível à desagregação pelo impacto das gotas de chuva.

## 8 Referências

AMADO, T. J. C.; MATOS, A. T.; TORRES, L. **Flutuação de temperatura e umidade do solo sob preparo convencional e em faixas na cultura da cebola.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 25, p. 625- 631, 1990.

AMARAL FILHO, Z. P. Principais tipos de solos de Goiás e seu relacionamento com a susceptibilidade à erosão. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DOS SOLOS DE CERRADO, 1990, Goiânia. **Anais...** Campinas, Fundação Cargill, 1992. p. 68-93.

AMORIM, R. S. S. **Avaliação dos modelos de predição da erosão hídrica USLE, RUSLE e WEPP para condições edafoclimáticas Brasileiras.** 2003. 116 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2003.

AZEVÊDO, M. T. M. de. Solos - A pele da Terra. In: MATEUS, A. (Coord.). **Solo: a pele da Terra.** Lisboa: Departamento de Geologia FCUL, 2008. p. 6-11.

BELLINAZZI Jr., R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175 p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** 4. ed. São Paulo: Ícone, 1990. 355 p.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais.** 2.ed., volume 3. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2007. 1436 p.

BRONICK, C. J.; LAL, R. Soil structure and management: A review. **Geoderma**, v. 124, p. 3–22, 2005.

BUZINARO, T. N.; BARBOSA, J. C.; NAHAS, E. Atividade microbiana do solo em pomar de laranja em resposta ao cultivo de adubos verdes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 408-415, 2009

CHAVES, R. Q; MAGALHÃES, A. M.; BENEDETTI, O. I. S. BLOS, A. L. F.; SILVA, T. N. Produção integrada de frutas como estratégia para a cadeia produtiva do pêssego no Rio Grande do Sul. **Perspectiva**, Erechim, v. 3, n. 123, p. 79-95, 2009.

CARVALHO, F. L. C.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Eficácia relativa de doses e formas de manejo do resíduo cultural de trigo na redução da erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, n. 2, p. 227-234, 1990.

CASSOL, E. A.; REICHERT, J. M. Pesquisa em erosão do solo no Brasil. In: ARAÚJO, Q. R. (Org.). **500 anos de uso do solo no Brasil**. Ilhéus - BA: Editora UESC, 2002. p. 399-420.

COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 743-753, 2003.

COLLISCHONN, W.; TASSI, R. **Introduzindo Hidrologia**. Porto Alegre: IPH/UFRGS, 2008.

COSTA, E. L. **Desenvolvimento e avaliação de um simulador de chuvas para estudos de infiltração de água no solo**. 1996. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Lavras,. Lavras-MG, 1996.

COSTA, M. B. B. da. (Coord.) **Adubação verde no Sul do Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: AS-PTA-Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1993. 346 p.

DEBARBA, L.; AMADO, T.J.C. Desenvolvimento de sistemas de produção de milho no sul do Brasil com características de sustentabilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, p.473-480. 1997.

DECHEN, S. C. F.; PROCHNOW, D. Erosão e produtividade. **O Agrônomo**, Campinas, v. 55, n. 1, p. 22-24, 2003. (Informações Técnicas)

DECHEN, S. L. F.; LOMBARDI NETO, F.; CASTRO, O. M. Gramíneas e leguminosas e seus restos culturais no controle da erosão em Latossolo Roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 5, p. 133-137, 1981.

DELARMELINDA, E. A.; SAMPAIO, F. A. R.; DIAS, J. R. M.; TAVELLA, L. B.; SILVA, J. S. Adubação verde e alterações nas características químicas de um Cambissolo na região de Ji-Paraná-RO. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 3, p. 625 – 628, 2010.

DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; HEINZMANN, F. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n.7, p. 761-773, 1985.

ELTZ, F. L. F.; MEHL, H. U.; REICHERT, J. M. Perdas de solo e água em entressulcos em um Argissolo Vermelho-Amarelo submetido a quatro padrões de chuva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p. 485-493, 2001.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Práticas de conservação de solos**. Rio de Janeiro, 1980. 88 p. (SNLCS. Miscelânea, 3).

FACHINELLO, J.C. et al. **Normas técnicas e documentos de acompanhamento da produção integrada de pêssego**. Pelotas: UFPel/FAEM, 2003. 92 p.

FARIA, A. P. Os Processos Erosivos e as suas variações nas escalas temporal e espacial: Revisão e análise. **Revista Brasileira de Geografia/IBGE**, Rio de Janeiro, v. 58, n.1/4, p. 1-149,1996.

GRIEBELER, N. P.; PRUSKI, F. F.; MARTINS JÚNIOR, D.; SILVA, D. D. Avaliação de um modelo para a estimativa da lâmina máxima de escoamento superficial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p. 411-417, 2001.

GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos solos e a questão ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, E. A. J. T. **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 225-280.

HANKS, R. J.; BOWERS, S. A.; BLACK, L. D. Influence of soil surface conditions on net radiation, soil temperature, and evaporation. **Soil Science**, Baltimore, v. 91, p. 233-238, 1961

HARTWIG, M. P. **Modelagem da geração de sedimentos, por meio da MEUPS, na microbacia do Ribeirão dos Marins, em Piracicaba, SP**. 2009. 127 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

HOLANDA, F. S. R. et al. Percepção dos ribeirinhos sobre a erosão marginal e a retirada da mata auxiliar do rio São Francisco no seu baixo curso. **RA'E GA – O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 22, p. 219-237, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Produção agrícola municipal - culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2012/>>. Acesso em: 25 jun. 2016.

KLEIN, V. A.; BASEGGIO, M.; MADALOSSO, T.; MARCOLIN, C. D. Textura do solo e a estimativa do teor de água no ponto de murcha permanente com psicrômetro. **Ciência Rural**, v. 40, n. 7, p. 1550–1556, 2010.

KUINCHTNER, A.; BURIOL, G. A. Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia**, v. 2, p.171-182, 2001.

LIMA, V. S.; CASSOL, E. A.; SEVERO, M. D. A. Determinação da erosividade das chuvas nos municípios de Ijuí e São Borja, RS, no período de 1982-1991. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 4., 1992, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1992. v.1, p.185.

LUNARDI NETO, A.; ALBUQUERQUE, J. A.; DE ALMEIDA, J. A.; MAFRA, Á, L; MEDEIROS, J. C.; ALBERTON, A. Atributos físicos do solo em área de mineração de carvão influenciados pela correção da acidez, adubação orgânica e revegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 4, p. 1379–1388, 2008.

MEIRELLES, M. S. P.; BUENO, M. C. D.; DIAS, T. C. S.; COUTINHO, H. L. C. Sistema de suporte a decisão para avaliação do risco de impactos ambientais em bacias hidrográficas por redes de dependência e lógica fuzzy. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia-GO. **Anais...** Goiânia, INPE, 2005. p. 2259-2266.

MARANGONI, B. et al. Agronomía sostenible de los cultivos leñosos. In: JORNADAS DE AINDA: PRODUCCIÓN SOSTENIBLE EM EL MÉDIO AGRARIO, 34., 2002, Zaragoza. **Acti...** Zaragoza: ITEA, 2002. p. 32-51.

MARANGONI, B. et al. Relazione tra nutrizione azotata e metabolismo delle piante. **Rivista di Frutticoltura e diOrtofloricoltura**, Bologna, v. LVII, p. 7-8, 1995.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1987. 230 p.

MARTINS FILHO, M. V.; PEREIRA, V. de P.; MARQUES JÚNIOR, J. Efeitos da densidade do solo na erosão de um Latossolo Vermelho devido ao tráfego. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 21, n. 1, p. 23-31, 2001.

MARQUES, J. J. G. S. M.; ALVARENGA, R. C.; CURI, N.; SANTANA, D. P.; SILVA, M. L. N. Índices de erosividade das chuvas, perdas de solo e fator erodibilidade para dois solos da região dos Cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, n. 3, p. 753-761, 1997.

MIGUEL, P. **Variáveis pedogeoquímicas e mineralógicas na identificação de fontes de sedimentos em uma bacia hidrográfica de encosta**. 2013. 98 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

MUZILLI, O. O manejo da fertilidade do solo: a prática da adubação verde. In: **Manual Agropecuário do Paraná**. Londrina: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, 1978. p. 57-58.

OLIVEIRA, L.F.C. de; MARTINEZ, M.A.; PRUSKI, F.F.; RUIZ, H.H.; LIMA, L.A. Transporte de solutos no solo e no escoamento superficial: I-Desenvolvimento do modelo e simulação do movimento de água. **Revista Brasileira de Engenharia e Ambiental**, v.4, n.1, p.63-69, 2000.

PEREIRA, S. B.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D.; MATOS, A. T. Desprendimento e arraste do solo pelo escoamento superficial. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 423-429, 2003.

PHILIPPOVSKY, J. F.; MEDRADO, M. J. S.; DEDECEK, R. A.. Avaliação de diferentes coberturas do solo no inverno para associação com a cultura da erva mate, no município de Ponta Grossa, Paraná. **Pesquisa em Andamento**, Brasília, n. 93, p.1-5, 2000.

PRUSKI, F. F. (Ed.). **Conservação de solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 279 p.

RAMALHO FILHO, A; BEEK, K.L. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, CNPS. 1995. 65 p.

RAMOS, M. F. **Variabilidade de características físicas e hídricas do solo em pomares de pêssego com diferentes idades no município de Pelotas – RS**. 2016. 90 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) – Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

REUNIÃO TÉCNICA DO SORGO, 26, 1998. Veranópolis. **Anais...** Porto Alegre: FEPAGRO, 1998, p.189-191.

ROQUE, C. G.; CARVALHO, M. P.; PRADO, R. M. Fator erosividade da chuva de Piraju(SP): distribuição, probabilidade de ocorrência, período de retorno e correlação com o coeficiente de chuva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p.147-156, 2001.

RESENDE, M. et al. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 5. ed. Lavras: UFLA, 2007. 322 p.

ROSA, M. **Geografia de Pelotas**. Pelotas: Editora da UFPel, 1985.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. **Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água: projeto de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas**. 2. ed. rev. e ampl. Florianópolis: EPAGRI, 1994. 384 p.

SACHS, S.; CAMPOS, A. D. O pessegueiro. In: MEDEIROS, C. A. B; RASEIRA M. C. B. **A cultura do pessegueiro**. Brasília: EMBRAPA, Serviço de Produção de Informação, 1998, p. 13-19.

SCHREINER, H. G. Associação de leguminosas com plantios florestais para cobertura e melhoramento do solo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 17, p. 1-12, 1988.

SGANZERLA, F. **Nova agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos**. Porto Alegre: Petroquímica Triunfo, 1991. 303 p.

SILVA, A. M.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; LIMA, J. M.; AVANZI, J. C.; FERREIRA, M. M. Perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em Cambissolo e Latossolo sob chuva natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 1223-1230, 2005.

SILVA, C. G. **Perdas de solo e de água e características de infiltração em sistemas de plantio direto e convencional.** 2003. 42 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Dourados, 2003.

SILVA, M. L. N. **Erodibilidade e impacto direto das gotas de chuva simulada sobre a superfície de Latossolos sob cerrado.** 1994. 119 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG,

SILVA, S. J. P. da. **Diagnóstico da Apropriação de Tecnologias Aderentes à Produção Integrada de Pêssego no Rio Grande do Sul.** 2009. 104 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

STRECK, E V. et al. (Org.). **Solos do Rio Grande do Sul.** 2. ed. Porto Alegre: EMATER, 2008. 222 p.

SUZUKI, L. E. A. S.; MATIESKI, T.; STRIEDER, G.; MOREIRA, R. M.; SCHMITZ, J. W.; ROSTIROLLA, P.; ROTH JUNIOR, A. Desenvolvimento de calha coletora para avaliação da perda de solo por erosão hídrica na bacia do rio dourado, encosta basáltica do planalto gaúcho. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 18., 2010. **Anais...** Teresina, 2010. 4p. CD-ROM

SUZUKI, L. E. A. S.; MATIESKI, T.; STRIEDER, G.; PAULETTO, E. A.; BORDIN, S. S.; LIMA, L. S. C.; COLLARES, G. L.; DAI PRÁ, M. Perdas de solo por erosão hídrica e granulometria do material erodido em propriedades agrícolas. In: POLETO, C.; PLETSCH, A. L.; MELLO, E. L.; CARVALHO, N. O. (Organizadores). **X ENES - Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos: artigos selecionados.** Capítulo VIII. Porto Alegre: ABRH, 2012a. p.93-108.

SUZUKI, L. E. A. S.; DUBOW, M.; ROSTIROLLA, P.; GASPARIN, W. J.; SILVA, R. S.; MILANI, I. C. B.; BESKOW, S.; FARIA, L. C. Concentração de nutrientes em solos perdidos por erosão hídrica em propriedades agrícolas sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo. In: POLETO, C.; PLETSCH, A. L.; MELLO, E. L.; CARVALHO, N. O. (Organizadores). **X ENES - Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos: artigos selecionados.** Capítulo X. Porto Alegre: ABRH, 2012b. p.125-137.

TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; da COSTA, A. C. S.; GONÇALVES, A. C. A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob

diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. p.59, n. 4, p. 795-801, 2002.

VERNETTI, Jr., F. de J.; GOMES, A. da S.; SILVEIRA, L. D. N.; GONÇALVES, G. K. Rendimento de milho cultivado no sistema plantio direto e de matéria seca sob diferentes coberturas mortas, em um solo de várzea. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 43, REUNIÃO TÉCNICA DO SORGO, 26, 1998. Veranópolis. **Anais...** Porto Alegre: FEPAGRO, 1998, p.189-191.

VIDAL, R. A.; THEISEN, G.; FLECK, N. G.; BAUMAN, T. T. Palha no sistema de semeadura direta reduz a infestação de gramíneas anuais e aumenta a produtividade da soja. **Ciência Rural**, v. 28, p.373-377, 1998.

VIÉGAS, G. P.; MACHADO, D. A. **Rotação de culturas**. São Paulo: Sementes Cargill Ltda., 1990, 28 p.

VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2004.

VOLK, L. B. S.; COGO, N. P. Relações entre tamanho de sedimentos erodidos, velocidade da enxurrada, rugosidade superficial criada pelo preparo e tamanho de agregados em solo submetido a diferentes manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p.1459-1471, 2009.

WADE, M. K.; SANCHEZ, P. A. Mulching and green manure applications for continuous crop production in the Amazon basin. **Agronomy Journal**, Madison, v. 75, n. 1, p. 39-45, 1983.

ZACHAR, D. **Soil erosion: Developments in soil science**. New York: Elsevier Scientific, 1982. 547 p.

## **Apêndices**

**Apêndice A – Perda de solo (partículas de diâmetro maior e menor que 2mm) por erosão hídrica e porcentagem de perda em relação ao tratamento sem palha de aveia, Pelotas, 2016.**

Data	0 t ha <sup>-1</sup> de palha de aveia			1 t ha <sup>-1</sup> de palha de aveia			2 t ha <sup>-1</sup> de palha de aveia			4 t ha <sup>-1</sup> de palha de aveia			8 t ha <sup>-1</sup> de palha de aveia		
	> 2mm	< 2mm	Total												
	ton ha <sup>-1</sup>														
29/08/2015	0,03	0,86	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% de perda			100			0			0			0			0
07/09/2015	0,00	0,27	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% de perda			100			0			0			0			0
27/09/2015	0,45	11,53	11,98	0,33	3,00	3,33	0,19	1,35	1,53	0,07	0,53	0,59	0,29	1,03	1,32
% de perda			100			28			13			5			11
25/10/2015	0,41	18,73	19,15	0,39	4,34	4,73	0,46	2,29	2,76	0,29	1,27	1,55	0,27	0,94	1,21
% de perda			100			25			14			8			6
08/11/2015	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% de perda			0			0			0			0			0
14/11/2015	0,62	8,72	9,35	0,19	2,19	2,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% de perda			100			25			0			0			0
08/12/2015	0,33	7,43	7,75	0,21	2,97	3,18	0,05	0,64	0,69	0,29	0,89	1,18	0,13	0,58	0,71
% de perda			100			41			9			15			9
13/01/2016	1,25	28,90	30,15	0,85	7,12	7,97	0,11	1,78	1,89	1,54	4,86	6,40	0,81	2,34	3,15
% de perda			100			26			6			21			10
16/02/2016	1,02	24,11	25,13	0,50	4,81	5,31	0,12	0,80	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% de perda			100			21			4			0			0
13/03/2016	0,86	20,39	21,26	0,17	1,83	2,00	0,09	0,70	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% de perda			100			9			4			0			0

**Apêndice B** - Precipitação acumulada em cada um dos intervalos de coleta, Pelotas, 2016.

