

# PAPEL DAS ÁREAS VERDES NA DRENAGEM DAS ÁGUAS DO CAMPUS I DA UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

*E.F.R.Q.Melo<sup>1</sup>, S. Fiori<sup>1</sup>, F. G. Magro<sup>1</sup>, M. Benetti, R.H.R.Q.Melo<sup>1</sup>, R.M. Astolfi<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Engenharia e Arquitetura BR 285, Bairro São José, Passo Fundo, RS, Brasil

## RESUMO:

A permeabilidade mede a maior ou menor facilidade que cada solo, quando saturado, oferece ao escoamento da água através de seus interstícios, e depende principalmente da porosidade. A pesquisa tem por objetivo analisar e avaliar o papel da vegetação das áreas verdes na drenagem das águas de um campus universitário, bem como minimizar os principais impactos de drenagem relacionados, e a sustentabilidade do uso da água subterrânea pela universidade para os diversos fins. A pesquisa foi desenvolvida no Campus I da Universidade de Passo Fundo. O solo com maior diversidade de espécies vegetais apresentou maiores e melhores condições para que a água infiltre valorizando a presença de áreas verdes em locais urbanizados. O solo do Campus I da Universidade possui diversos usos favorecendo a drenagem e o abastecimento dos lençóis freáticos, isso contribui com a naturalidade do ciclo hidrológico, que acaba reabastecendo a água do subsolo, não deixando ocorrer o rebaixamento do lençol freático e conseqüentemente o rebaixamento do terreno. A Universidade consome água do subsolo, por isso a importância das áreas de recarga e infiltração dentro da própria instituição buscando a sustentabilidade dos recursos hídricos.

**Palavras chaves:** Permeabilidade, Infiltração, Recurso Hídrico, Sustentabilidade.

## ABSTRACT:

Permeability measures the ease with which more or less each soil, when saturated, it offers to the flow of water through its interstices, and depends mainly on the porosity. The research objective was to analyze and evaluate the role of vegetation of green areas in the drainage waters from a university campus, as well as minimize major impacts related drainage, and sustainability of groundwater use by the university for various purposes. The study was done in the Campus I, University of Passo Fundo. The soil with the highest diversity of plant species showed higher and better conditions for water to seep emphasized the importance of green areas in urbanized locations. The soil on the campus of the University I have different uses and encouraging drainage of groundwater supply, it contributes to the natural hydrological cycle, who just replenishing underground water, leaving no place to lowering the water table and consequently the lowering of the terrain . The University consumes water from subsoil so the importance of recharge areas and infiltration within the institution seeking the sustainability of water resources.

**Keywords:** Permeable, Infiltration, Water resources, Sustainability.

## INTRODUÇÃO

A erosão é um processo de degradação do solo que pode ser causado tanto por fatores naturais quanto por interferência antrópica, resultando na maioria das vezes em prejuízos ao setor agrícola e ao meio ambiente, com reflexos econômicos e também sociais. Esse desgaste do solo deve ser melhor compreendido quando se objetiva a manutenção ou o aumento da produtividade agrícola e a conservação ambiental, favorecendo a sustentabilidade.

A urbanização mal planejada interfere nesse processo, pois causa a impermeabilização de áreas impedindo que as águas provenientes das precipitações infiltrem no solo, destacando a importância do uso do mesmo no processo de infiltração e de retenção de água (TUCCI, 2003). A tendênciada impermeabilização do solo produz o rebaixamento do nível freático e a diminuição das vazões durante as estiagens.

A infiltração é definida como a entrada de água no solo através da interface solo-atmosfera. O termo taxa de infiltração refere-se à quantidade de água que atravessa a unidade de área da superfície do solo por unidade de tempo. Durante o processo de infiltração, estando o solo inicialmente seco, a taxa de infiltração tende a decrescer com o tempo, atingindo um valor final constante (PANACHUKI 2003). Esse valor constante, denominado de taxa de infiltração estável, é um importante atributo para a elaboração de projetos de irrigação, de drenagem, conservação do solo.

A infiltração da água no solo dependerá das características físicas do mesmo sendo o mais relevante a distribuição dos poros que condicionam o comportamento físico-hídrico (RIBEIRO, 2007). Alguns atributos físicos do solo podem ser alterados pelas práticas de manejo e, dessa maneira a taxa de infiltração de água no solo modifica-se, permitindo, em alguns casos, o aumento do escoamento superficial e a aceleração das perdas de solo e de água, alterando o equilíbrio hidrológico natural do sistema.

O escoamento superficial inicia-se 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. Associado ao escoamento ocorre o transporte de partículas do solo, que sofrem deposição somente quando sua velocidade for reduzida. Além das partículas de solo em suspensão, são também transportados nutrientes, matéria orgânica, sementes e agroquímicos que, além de causarem prejuízos diretos à produção agropecuária, poluem os cursos de água. (Griebeler *et al.*, 2001).

A presença de cobertura vegetal interfere nas propriedades físicas do solo alterando sua estrutura e por consequência o volume de poros. A porosidade expressa espaço do solo não ocupado por sólidos e ocupado pela água e ar compõem o espaço poroso, definido como sendo a proporção entre o volume de poros e o volume total de um solo. A textura e a estrutura dos solos explicam em grande parte o tipo, tamanho, quantidade e continuidade dos poros.

A classificação mais usual da porosidade refere-se à sua distribuição de tamanho, sendo mais utilizada a classificação da porosidade em três classes: microporos, criptoporos e macroporos. A microporosidade é uma classe de tamanho de poros que, após ser saturada em água, a retém contra a gravidade, os macroporos, ao contrário, após serem saturados em água não a retém, ou são esvaziados pela ação da gravidade e os criptoporos são aqueles poros nos quais a água pode permanecer retida com energia muito alta (RIBEIRO 2007).

A Densidade do solo é outro atributo físico que a cobertura vegetal interfere, ela expressa a relação entre a quantidade de massa de solo seco por unidade de volume do solo. O uso principal da densidade do solo se dá como indicador da compactação, assim como para medir as alterações da estrutura e a porosidade do solo.

Segundo Klein (1998) a densidade do solo é afetada por sistemas de manejo do solo que alteram o espaço poroso, alterando as propriedades físico-hídricas do solo, como a porosidade, a retenção de água no solo, a disponibilidade de água às plantas e a resistência à penetração.

O desmatamento e a substituição da cobertura vegetal natural são fatores modificadores que, em muitas situações, resultam simultaneamente em redução de tempos de concentração e em aumento do volume de escoamento superficial, causando extravasamento de cursos d'água (Pompeu, 2000).

A eficiência da cobertura vegetal em reduzir as perdas de solo pode ser atribuída, principalmente, à proteção da superfície do solo proporcionada pelas copas das plantas, impedindo o impacto direto das gotas de chuva sobre a superfície, diminuindo a desagregação do solo e resultando em baixa concentração de sedimentos no escoamento superficial.

O entendimento do balanço hídrico é um dos fundamentos importantes para conhecer os efeitos antrópicos sobre o meio natural, disponibilidade hídrica e sustentabilidade ambiental. O balanço hídrico pode ser realizado para uma camada de solo, para um trecho de rio ou por uma bacia hidrográfica. O entendimento destes componentes depende de vários fatores como: precipitação, evapotranspiração potencial, aqui introduzidas outras variáveis climáticas, condições do solo e uso do solo, geologia subterrânea. O balanço hídrico climático é uma maneira de monitorar a variação do armazenamento de água no solo. Através da contabilização do suprimento natural de água ao solo, pela precipitação, e da demanda atmosférica, pela evapotranspiração.

Este balanço hídrico pode ser alterado pela urbanização com redução da evapotranspiração real com a retirada da vegetação, aumento do escoamento superficial, e redução do escoamento subterrâneo. O efeito pode ser observado numa pequena bacia que altera sua cobertura. Uma área de mata que é transformada em plantio anual aumenta o escoamento pela redução da evapotranspiração. No entanto, quando uma área de mata se transforma em água para um reservatório existem dois efeitos contrários, o aumento da evapotranspiração do lago devido ao albedo e efeito do vento e aumento do coeficiente de escoamento que dependem das condições climáticas (TUCCI, 2011).

Este trabalho tem por objetivo analisar e avaliar o papel das áreas verdes na drenagem das águas de um campus universitário, bem como minimizar os principais impactos de drenagem relacionados, e a sustentabilidade do uso da água subterrânea pela universidade para os diversos fins, minimizando assim os impactos relacionados.

## MATERIAL E MÉTODOS

As áreas experimentais no Campus I foram escolhidas de modo a avaliar os efeitos das diferentes coberturas vegetais no processo de infiltração, solo com cobertura de mata nativa, solo sem cobertura vegetal e solo com cobertura de eucalipto (Figura 1). De acordo com Embrapa (2004), o solo de mapeamento do local é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico Típico.

Pela classificação de Köppen, a cidade onde se localiza a Universidade, está localizada na Zona Climática fundamental temperada (C), apresentando clima temperado do tipo fundamental úmido (f) e variedade específica subtropical (Cfa).

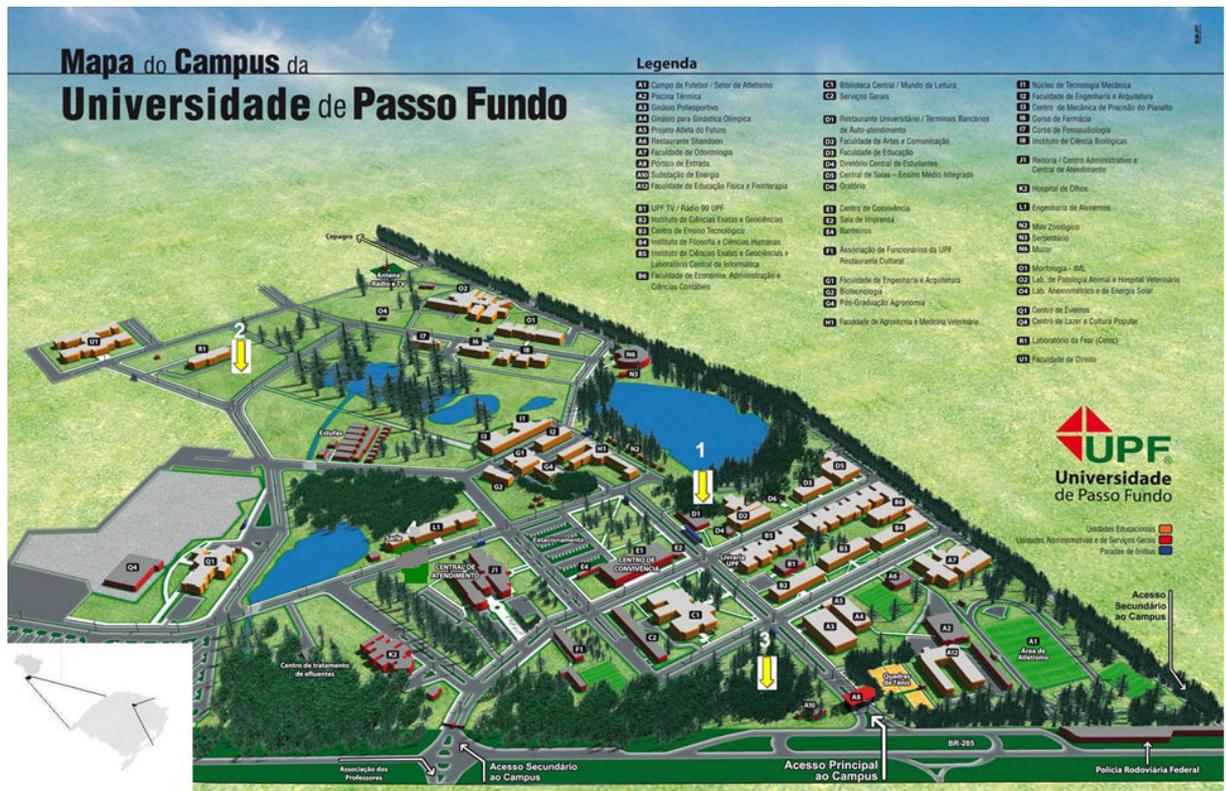


Figura 1- Localização do Campus I da Universidade de Passo Fundo (UPF), e das áreas experimentais, Passo Fundo, RS, Brasil.

Para a realização dos ensaios de porosidade e densidade, foram feitas coletas do solo em três diferentes locais (Figura 2), cada um com profundidade de 30 cm, coletados de 5 em 5 cm. A coleta do solo foi realizada em amostras indeformadas, para cada profundidade estabelecida, em amostradores de *uhland*, que possuem anéis de massa e volume conhecidos. Foram coletadas amostras de solo em seis profundidades (0 - 5; 5 - 10; 10 - 15; 15 -20; 20 - 25; 25 - 30 cm).



Figura 2- Áreas amostrais no Campus I da Universidade de Passo Fundo (UPF), 2010.

O ensaio de infiltração realizou-se conforme NBR 13969/97, Anexo A, a uma profundidade também de 30 cm, nos mesmos locais. Trata-se de um ensaio para estimar a capacidade de percolação do solo. O ensaio é precedido por uma etapa preliminar na qual se simula a condição de solo saturado (condição crítica). É um ensaio que deve ser utilizado em conjunto com a análise tátil-visual do solo, sendo instrumento útil para avaliação da capacidade de percolação do solo. Em linhas gerais, o ensaio consistiu na execução de cavas distribuídas na área, saturação do solo no fundo da cava, colocação de 15 cm de água na cava e determinação do rebaixamento da água em intervalos de meia hora, repetindo-se o procedimento. O ensaio prosseguiu até que se obteve diferença de rebaixamento da água entre duas determinações sucessivas inferiores a 15 cm, em três medições sucessivas. Com esses dados, calculou-se a taxa de percolação do solo e com o auxílio de tabela disponível na norma pode-se fazer a conversão de valores de taxa de percolação em taxa de aplicação superficial.

Para realizar o balanço hídrico climático mensal foram obtidos dados da Embrapa trigo de Passo Fundo, de precipitação e evapotranspiração, nos anos de 1988 a 2008.

Os dados de consumo de água subterrânea foram obtidos junto à divisão administrativa da Universidade. A Universidade possui oito poços de coleta de água subterrânea para consumo próprio no campus, cada um com um hidrômetro instalado para medição da vazão.

O balanço hídrico foi realizado conforme a metodologia descrita por Rocha & Kurtz, 2001, considerando a precipitação, evapotranspiração e evaporação, escoamento e infiltração.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os coeficientes de infiltração obtidos foram de 88 L/m<sup>2</sup>. dia no solo de mata nativa, 60 L/m<sup>2</sup>. dia no solo sem cobertura vegetal e 77 L/m<sup>2</sup>. dia solo com cobertura de eucalipto (mata exótica). As duas maiores permeabilidades foram obtidas no solo de mata nativa e solo com eucalipto, pois com a presença da vegetação o solo fica melhor estruturado. O solo sem cobertura vegetal apresentou o menor coeficiente de infiltração por ser mais compactado e não possuir sistemas radiculares que servem de caminho preferencial para a água diminuindo assim a infiltração da mesma.

Nos sistemas de mata nativa e mata exótica a rede de poros é bem distribuída, sendo assim um solo bem estruturado tendo infiltração e retenção de água favorecendo a drenagem. No sistema sem cobertura vegetal não há uma nítida distribuição dos poros, pois apresenta baixos valores de macroporosidade e altos de criptoporosidade assim dificultando o processo de infiltração de água (Tabela 1). Segundo REICHARDT & TIMM (2004) a porosidade do solo é diretamente dependente da densidade do solo. Essa também é afetada pelo nível de compactação do solo, pois quanto maior a densidade, menor será o volume do espaço poroso.

Tabela 1- Resultados da distribuição dos poros nos diferentes sistemas de uso do solo, Campus I, em 2010.

Sistemas	Profundidade (cm)	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	Macroporosidade	Microporosidade	Criptoporosidade
Mata Nativa	0-5	1,268	0,173	0,184	0,163
	5-10	1,298	0,181	0,161	0,167
	10-15	1,358	0,145	0,167	0,175
	15-20	1,410	0,121	0,167	0,182
	20-25	1,341	0,150	0,177	0,184
	25-30	1,366	0,138	0,170	0,176
Solo descoberto	0-5	0,981	0,096	0,088	0,275
	5-10	0,968	0,065	0,112	0,277
	10-15	1,367	0,048	0,173	0,262
	15-20	1,286	0,076	0,192	0,247
	20-25	1,273	0,096	0,177	0,244
	25-30	1,271	0,073	0,193	0,247
Mata exótica	0-5	1,029	0,213	0,219	0,179
	5-10	1,172	0,190	0,164	0,204
	10-15	1,237	0,156	0,162	0,215
	15-20	1,229	0,153	0,169	0,214
	20-25	1,171	0,174	0,369	0,203
	25-30	1,182	0,162	0,186	0,205

Os valores normais para solos arenosos variam de 1,2 a 1,9 g.cm<sup>-3</sup>, enquanto solos argilosos apresentam valores mais baixos, de 0,9 a 1,7 g.cm<sup>-3</sup>. Valores de densidade do solo (Ds) associados ao estado de compactação com alta probabilidade de oferecer riscos de restrição ao crescimento radicular

situam-se em torno de  $1,65 \text{ g.cm}^{-3}$  para solos arenosos e  $1,45 \text{ g.cm}^{-3}$  para solos argilosos (REINERT & REICHERT, 2006).

As menores densidades foram obtidas nas camadas 0-5cm, exceto no solo descoberto, por ser um solo sem cobertura vegetal o impacto da gota da água da chuva influencia na permeabilidade.

Os resultados de granulometria nos pontos analisados estão descritos na Tabela 2. A areia e a argila são os principais componentes dos Latossolos. A mata nativa foi o sistema que obteve a maior porcentagem de areia e o único que superou a argila. Os demais sistemas são todos com altos valores de argila, classificando-se os solos como Argiloso.

Tabela 2 – Caracterização granulométrica dos sistemas de uso, Passo Fundo, 2010.

Granulometria %	Mata Nativa	Solo Descoberto	Mata Exótica
Areia	51	31	36
Argila	39	60	54
Silte	10	9	10

As plantações florestais, além de melhorar a paisagem como um todo promovem a redução de erosão do solo, ajudando na potencialização da infiltração da água da chuva no solo, para que esta possa abastecer os lençóis subterrâneos, além de reduzir a pressão do setor madeireiro sobre as espécies nativas (OLERIANO & DIAS, 2007).

Em relação a quantidades hídricas do município de Passo Fundo, podem-se observar, na Figura 3, os valores da chuva acumulada mensal (Normal Climatológica dos anos 61 a 90), de acordo com o INMET e os valores mensais do ano de 2010, ano em que foi realizada a pesquisa. A média histórica da precipitação anual, no município, segundo a Embrapa, é de 1831,94 mm.

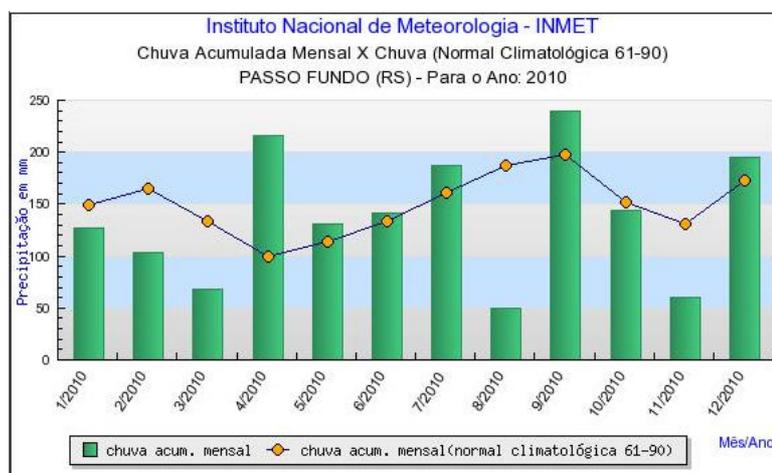


Figura 3 – Precipitação acumulada e Precipitação no ano de 2010, em Passo Fundo, RS.

A Figura 4 apresenta o balanço hídrico climático do município de Passo Fundo, em uma série histórica de 20 anos, que foi obtido da subtração da Precipitação histórica mensal menos a Evapotranspiração. Pode-se evidenciar que todos os meses apresentam resultados positivos. Isso devido a uma maior precipitação do que evapotranspiração em todos os meses da série.

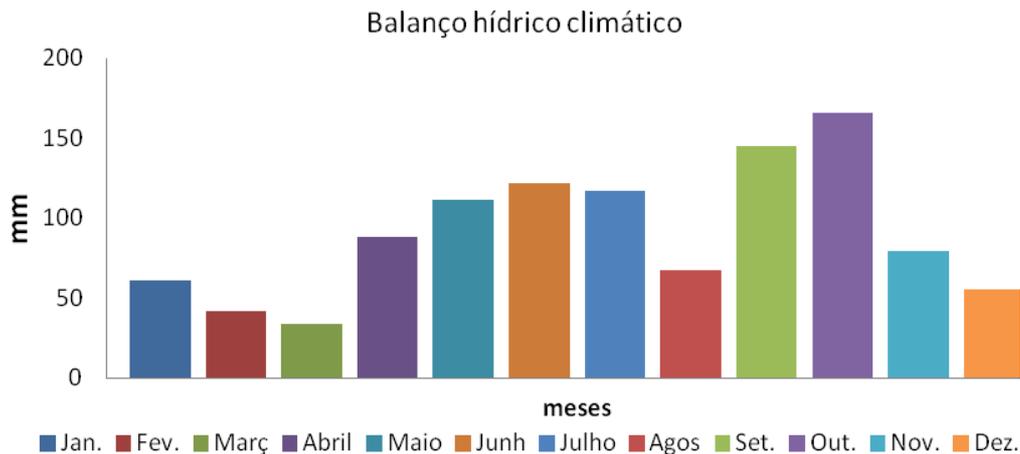


Figura 4 – Balanço hídrico climático do Município de Passo Fundo – RS, média histórica de 20 anos.

A Figura 5 apresenta o balanço hídrico climático total, de toda a Bacia Hidrográfica do Rio Passo Fundo, a qual se insere o Campus I da UPF. O valor anual resultante é 974,6 mm (DRH/SEMA, 2008.). Observa-se que o mês de outubro é o mês com maior disponibilidade hídrica climática.

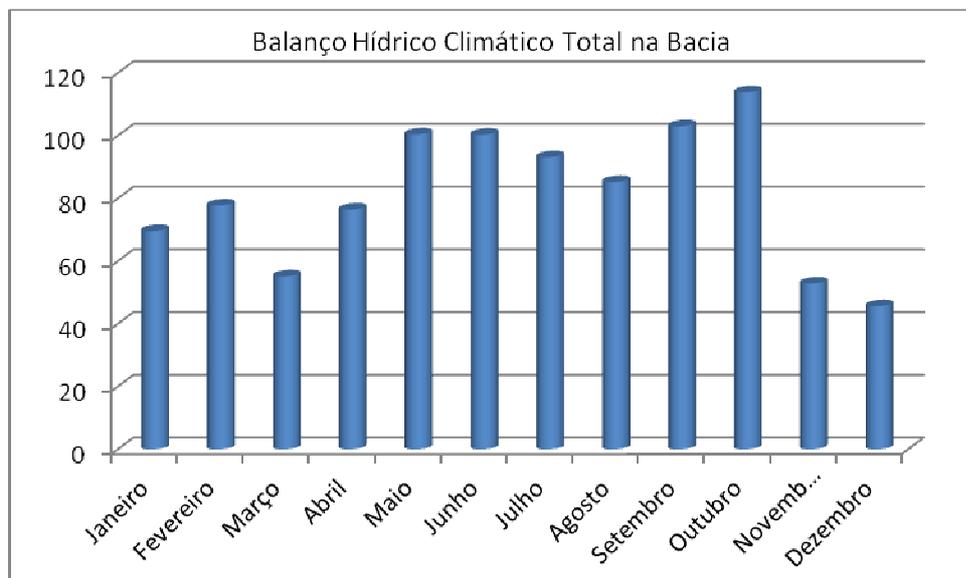


Figura 5 – Balanço hídrico climático da Bacia Hidrográfica do Rio Passo Fundo.

A Universidade de Passo Fundo possui cerca de vinte mil alunos, distribuídos em mais de 50 cursos de graduação usufruindo de uma estrutura de 103.293,84 m<sup>2</sup> de área construída, e uma área livre de 858.733,82 m<sup>2</sup>. A média mensal do uso da água subterrânea no Campus I da Universidade, no ano de 2010 foi de 6.650 m<sup>3</sup>. Essa demanda de água é devido a rotina da Instituição a qual conta com laboratórios de ensino e pesquisa, um centro de convivência com salas comerciais e centros administrativos.

Segundo Rocha & Kurtz, 2001, em área florestadas a infiltração média das águas das chuvas é da ordem de 150 mm/h e em lavouras mecanizadas ou pastagens de grande lotação a infiltração é da ordem de 6 mm/h, proporcionando uma perda de 96% das águas da chuva que caem e escoam superficialmente. Essa perda que escoam superficialmente é responsável pelas enchentes e pelas secas, pois a água não alimenta o lençol freático, não ficando retida. Com os resultados obtidos verificou-se que o mês de outubro de 2010, apresentou maior infiltração, devido às altas precipitações que ocorreram nesse mês. Isso pode ser observado na Figura 6.

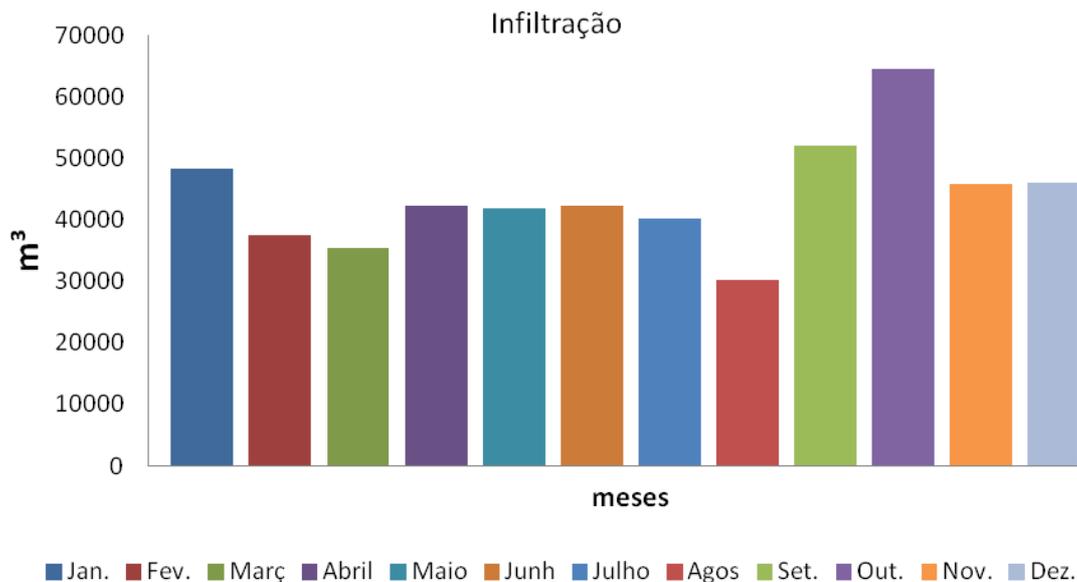


Figura 6 – Volume de infiltração acumulado no ano 2010.

A Figura 7 apresenta o resultado de uma comparação entre demanda de água subterrânea no Campus I, medidos em hidrômetros instalados e os valores da infiltração na área do Campus, considerando-se a recarga da água subterrânea no Campus através da infiltração do solo.

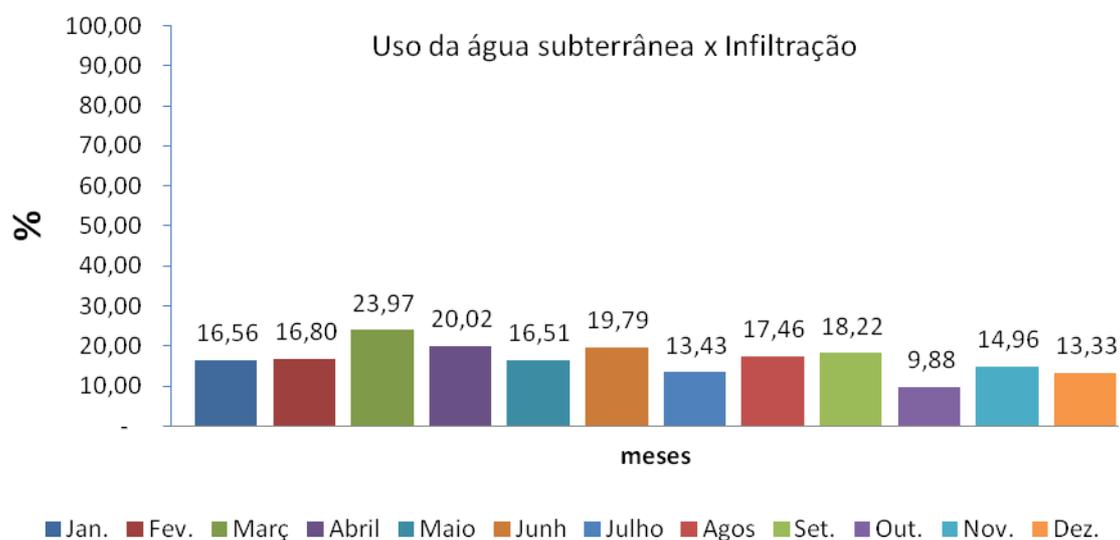


Figura 7 – Percentual do consumo de água em relação à infiltração, no Campus I da UPF, 2010.

O percentual do consumo foi maior no mês de março considerando que nesse mês há retorno das atividades escolares e a demanda por água dos poços da Universidade é maior. Nesse mesmo mês, o volume infiltrado no solo é baixo em relação aos demais meses (Figura 6). Resultando então no maior valor obtido na relação (Figura 7). O mês de outubro teve o menor percentual da relação devido ao maior volume infiltrado, mesmo não sendo o mês com menor demanda pela água subterrânea. Os meses de julho e dezembro apresentaram um consumo menor de água subterrânea, podendo estar relacionado ao período de recesso escolar da Universidade.

## CONCLUSÃO

Os dois maiores valores de permeabilidade, verificadas no estudo, foram obtidos no solo de mata nativa e solo com eucalipto, pois com a presença da vegetação o solo apresenta melhor estrutura, retardando o escoamento superficial, diminuindo a compactação superficial, e, facilitando assim a infiltração. Conseqüentemente, o solo sem cobertura vegetal obteve a menor permeabilidade.

O solo do Campus I da Universidade de Passo Fundo possui diversos usos favorecendo a drenagem e a recarga da água subterrânea, contribuindo com a naturalidade do ciclo hidrológico, possibilitando reabastecer a água do subsolo, não deixando ocorrer o rebaixamento do lençol freático e conseqüentemente o rebaixamento da superfície do terreno.

O uso do solo é um fator importante que influencia na drenagem. Um solo com área florestada apresenta maiores e melhores condições para que a água infiltre valorizando a presença de áreas verdes em locais urbanizados. A Universidade consome muita água do subsolo por isso a importância das áreas permeáveis, de recarga e infiltração dentro da própria instituição, buscando com isso, a sustentabilidade dos recursos hídricos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997. NBR 13969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Métodos de Análise de solo. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

DRH/SEMA. Departamento dos Recursos Hídricos e Secretaria Estadual do Meio Ambiente - RS. Relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos no Estado do Rio Grande do Sul – Ano 2008.

GOOGLE. Programa Google Earth. 2010.

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. R. Bras. Ci. Solo, 25:411-417, 2001.

KLEIN, V.A. Propriedades físico-hídrico-mecânicas de um Latossolo Roxo, sob diferentes sistemas de uso e manejo. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1998. 150p.

OLERIANO, E. S.; DIAS, H. C. T. A dinâmica da água em microbacias hidrográficas reflorestadas com eucalipto. ANAIS I SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico, Taubaté, Brasil, 07-09 novembro 2007, IPABHi, p. 215-222.

PANACHUKI, E. Infiltração De Água No Solo E Erosão Hídrica, Sob Chuva Simulada, Em Sistema de Integração Agricultura-Pecuária. Universidade Federal De Mato Grosso Do Sul Campus De Dourados. Dourados, 2003.

POMPEO, A. C. Drenagem Urbana Sustentabilidade. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, volume 5, no 1, jan/mar 2000, Associação Brasileira de Recursos Hídricos, pp. 15-24.

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. Solo, planta e atmosfera: conceito, processo e aplicações. Barueri: Manole, 2004, 478 p.

REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Propriedades físicas do solo. Apostila didática. UFSM, Santa Maria, 2006. 18p.

RIBEIRO, K. D.; MENEZES M. S.; MESQUITA, F. M.; SAMPAIO, M. F. Propriedades Físicas do Solo , Influenciadas pela distribuição de poros, de seis classes de solos da região de lavras – MG. Revista Ciência e Agrotecnologia vol.31,nº. 4, Lavras, 2007.

ROCHA M. S. J.; KURTZ M. J. M. S.; Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrograficas. Imprensa Universitária – UFSM, 4º edição.Santa Maria, 2001.

TUCCI, M.E.C. Balanço hídrico. Disponível em: <<http://blog.rhama.net/2009/10/18/balanco-hidrico>> Acesso 02 jun. 2011.

TUCCI M.E.C, Drenagem Urbana. Revista Ciência e Cultura, vol.55, n.4, São Paulo 2003.