

PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE TRINCHEIRAS DE INFILTRAÇÃO NA REGIÃO DO ALTO VALE DO ITAJAÍ, SC.

Ivan Jahnke¹ e Adilson Pinheiro²

RESUMO - Neste trabalho é apresentado o pré-dimensionamento de trincheiras de infiltração, possibilitando aos profissionais da área de engenharia a obtenção do comprimento necessário da trincheira de infiltração para qualquer condutividade hidráulica saturada do solo na região do Alto Vale do Itajaí. Baseado no balanço hídrico, onde o volume de entrada extraído através de uma curva IDF e o volume de saída, com base na condutividade hidráulica saturada, é utilizado para a determinação de suas dimensões. Foram estabelecidos gráficos que apresentam as linhas de tendência para as condutividades hidráulicas variando entre 1.10^{-2} e 1.10^{-6} m/s, considerando uma intensidade média de chuva de projeto, buscando uma aproximação no pré-dimensionamento das trincheiras para a região do Alto Vale do Itajaí.

ABSTRACT – This paper presents the pre-sizing of infiltration trenches, enabling engineering professionals to obtain the necessary length of infiltration trench for any soil in the region of Alto Vale do Itajaí. Based on the water balance, where the volume input of a IDF curve and the output volume, based on hydraulic conductivity, is used for the determination of its dimensions. Graphics have been established for the hydraulic conductivities ranging from 1.10^{-2} and 1.10^{-6} m/s, considering an average intensity of rainfall project, seeking a rapprochement in the pre-sizing of the trenches to the Alto Vale do Itajaí region.

Palavras chave: manejo de águas urbanas, controle de enchente na fonte, trincheiras de infiltração.

INTRODUÇÃO

Nos centros urbanos, a impermeabilização do solo é crescente, diminuindo cada vez mais a capacidade de absorção das águas através do solo. Ao canalizar as águas pluviais destas áreas através do sistema convencional, a velocidade de escoamento é acelerada, gerando assim problemas a jusante, como elevação das vazões de pico em rios e ribeirões, em geral, provocando inundações de superfícies vulneráveis.

O manejo das águas pluviais no meio urbano deve minimizar os riscos de inundação proporcionando ao cidadão melhor qualidade de vida. Trata-se de abordar o uso sustentável da água que consiste em reduzir os efeitos da urbanização na quantidade e qualidade da água escoada. Tradicionalmente, medidas estruturais e não estruturais tem ser utilizados para a realização do manejo de águas no meio urbano. Entre as medidas não estruturais estão o mapeamento de áreas de risco a inundação, sistemas de previsão e alerta de cheias, planejamento do uso e ocupação do solo.

¹ Engenheiro civil da Associação dos Municípios do Alto Vale do Itajaí. email: ivan@amavi.org.br

² Professor do Departamento de Engenharia Civil da Fundação Universidade Regional de Blumenau. email: pinheiro@furb.br

Nas medidas estruturais, encontram-se as obras de engenharia, tais como barragens e melhoramentos fluviais.

Em alguns países, o sistema de drenagem urbana convencional passou a ser questionado após a década de 60, pois estas obras aceleram a velocidade do escoamento das águas pluviais, transferindo os problemas para outras áreas. No meio técnico, esta visão ainda é predominante. Porém, a partir do ano de 1970, uma abordagem alternativa para a solução ou amenização dos problemas gerados pela urbanização começou a ser desenvolvida. Tratava-se de um conceito de tecnologias alternativas chamadas de técnicas compensatórias ou de controle na fonte para drenagem pluvial (Pompeo, 2000; Batista e Nascimento, 2005). Para Righetto (2009, p. 151) “O termo compensatório faz referência ao propósito central de tais técnicas de procurar compensar ou minorar os impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico”.

O controle de cheias na fonte é uma forma de minimizar e atenuar as cheias e inundações cada vez mais frequentes nas áreas urbanizadas. Conhecidos como métodos não convencionais, os dispositivos de controle de cheias na fonte favorecem o retardamento dos escoamentos. Os dispositivos disponíveis podem ser distinguidos em técnicas compensatórias de retenção e de infiltração. Nas técnicas de retenção podem ser citadas as bacias de detenção e os microreservatórios. As bacias de detenção são estruturas de acumulação temporária das águas pluviais que permanecem secas na maior parte do tempo, recebendo as águas somente quando há precipitações elevadas, tendo o objetivo do amortecimento das cheias e redução dos volumes de escoamento superficial. Os microreservatórios são geralmente usados em lotes urbanos individuais, permitindo a utilização das águas pluviais para uso não potável ou podem ser utilizados somente como dispositivo de amortecimento das vazões geradas pelo escoamento superficial.

Como técnicas compensatórias de infiltração podem ser citados os pavimentos permeáveis, as valas de infiltração, os poços de infiltração e as trincheiras de infiltração. O pavimento permeável visa à redução do escoamento superficial, podendo ser utilizado em estacionamentos, ruas e passeios. Sua concepção consiste em um pavimento poroso que permite a infiltração das águas pluviais até a sua base e sub-base que deve conter materiais drenantes, possibilitando a infiltração da água no solo. Os poços de infiltração são dispositivos pontuais com pequena ocupação de área superficial e funcionam com a infiltração das águas em suas paredes.

O escoamento superficial deve ser direcionado para o dispositivo através de uma malha de drenagem. As valas de infiltração são constituídas por depressões escavadas no solo, objetivando o armazenamento das águas pluviais ao ar livre. O escoamento até as valas ocorre superficialmente ou através de tubulações. A evacuação das águas ocorre por infiltração ou por deságue superficial diretamente no corpo receptor. As trincheiras de infiltração, método abordado neste trabalho, têm as mesmas finalidades de recolher as águas pluviais através do escoamento superficial até a sua

estrutura ou através de um sistema convencional de drenagem. Sua estrutura apresenta largura e profundidade reduzidas com dimensões longitudinais significativas. A infiltração no solo ocorre através de suas paredes (Righetto, 2009 e Silveira e Goldenfum, 2007).

Diversos trabalhos científicos têm apresentado as formulações para dimensionamento destas estruturas hidráulicas (Silveira e Goldenfum, 2007; Moruzzi e Trindade, 2011; Souza e Goldenfum, 1999). A viabilização da implantação de trincheiras de infiltração em lotes urbanos é um desafio aos profissionais, pois faltam informações e dados necessários para o pré-dimensionamento deste tipo de sistema no Estado de Santa Catarina.

Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar uma ferramenta de apoio aos profissionais de engenharia. Ela deverá servir para consulta, possibilitando a implantação de trincheiras de infiltração em lotes urbanos, visando à diminuição das contribuições de escoamento superficial que geram as elevadas vazões de pico do hidrograma, como consequência a diminuição dos eventos de cheias e inundações em áreas urbanas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Dimensionamento da trincheira de infiltração

O volume máximo de armazenamento das águas pluviais pela trincheira é obtido através do balanço entre a vazão de entrada do dispositivo e a vazão de saída. A comparação da curva de massa, no tempo, dos volumes de entrada e dos volumes de saída é o volume de dimensionamento. Deste modo, a taxa de volume máximo de água armazenável na trincheira é obtida pela diferença entre a lâmina de água de entrada e de saída, expresso pela expressão seguinte:

$$\frac{\partial V}{\partial t} = \frac{\partial(H_E - H_S)}{\partial t} = 0 \quad (1)$$

onde H_E é a lâmina de água na entrada acumulada medida sobre a área em planta da trincheira (mm); e H_S é a lâmina de água na saída acumulada medida sobre a área em planta da trincheira (mm).

A lâmina de entrada pode ser obtida a partir da equação de chuvas intensas, a qual pode ser expressa por (Silveira e Goldenfum, 2007).

$$H_E = \beta \frac{a \cdot T^b \cdot t}{t + c} \quad (2)$$

onde β é o produto do coeficiente de escoamento pela razão entre a área contribuinte e a área do dispositivo, t é duração da chuva (min.), T é o período de retorno da chuva máxima de projeto e a , b , c são parâmetros da equação de intensidade duração e frequência da chuva, do tipo Talbot.

Para a determinação da lâmina de água de saída, considera-se que a vazão de saída " q_s " é constante ao longo da área de percolação. Esta lâmina de saída é obtida pela expressão:

$$H_S = \gamma \cdot H \cdot q_s \cdot \frac{t}{60} \quad (3)$$

onde γ é a razão entre a área de percolação e o volume do dispositivo (mm^{-1}), H é altura da trincheira (mm) e q_s é a vazão de saída constante do dispositivo (mm/h).

Substituindo as equações 2 e 3 na equação 1, obtêm-se:

$$\beta \frac{a \cdot T^b}{t+c} \left[1 - \frac{t}{t+c} \right] - \gamma \cdot H \cdot q_s = 0 \quad (4)$$

Explicitando o tempo tem-se:

$$t = \sqrt{\frac{\beta c a \cdot T^b}{\gamma \cdot H \cdot q_s}} - c \quad (5)$$

Este é o tempo da máxima diferença de volumes, ou seja, o tempo através do qual pode-se calcular o volume de dimensionamento ou volume máximo expresso por:

$$V_{max} = \left(\sqrt{\frac{a}{60}} \sqrt{\beta} T^{b/2} - \sqrt{\frac{c}{60}} \sqrt{\gamma} \sqrt{H} \sqrt{q_s} \right)^2 \quad (6)$$

A trincheira de infiltração é dimensionada para que toda a água escoada superficialmente seja infiltrada no solo. Após fixar um comprimento e uma largura que não dificulte a execução, podendo ficar entre 0,80 e 1,00m, pode-se encontrar β , que é o produto do coeficiente de escoamento pela razão entre a área contribuinte e a área do dispositivo. Desta forma, tem-se:

$$\beta = \frac{C \cdot A}{B \cdot L} \quad (7)$$

onde A é a área contribuinte à trincheira (m^2), C é o coeficiente de escoamento da área contribuição, B é a largura da trincheira (m) e L é o comprimento da trincheira (m).

Para obter-se a razão entre a área de percolação e o volume do dispositivo que corresponde a área de passagem da água da trincheira para o solo por suas paredes laterais sem considerar o fundo devido a colmatação rápida, tem-se a forma:

$$\gamma = \frac{2 \cdot L}{L \cdot B} = \frac{2}{B} \quad (8)$$

A expressão de γ , independente de H , introduzida na equação de V_{max} , estabelece uma equação do tipo:

$$nH = (k_1 - k_2 \sqrt{H})^2 \quad (9)$$

sendo $nH = V_{max}$

Com os parâmetros a , b , c , que foram obtidos através da conversão da IDF tipo Talbot, é possível encontrar o valor de k_1 . Com a determinação da condutividade hidráulica, pode-se encontrar a vazão de saída constante do dispositivo e aplicá-la para encontrar o valor de k_2 .

$$k_1 = \sqrt{\frac{a}{60}} \sqrt{\beta} T^{b/2} \quad (10)$$

e

$$k_2 = \sqrt{\frac{c}{60}} \sqrt{\gamma} \sqrt{q_s} \quad (11)$$

onde α é o coeficiente redutor devido à colmatagem e K_{sat} é a condutividade hidráulica saturada do solo (mm/h).

A determinação da altura da trincheira, expressa em (mm), se obtém pela expressão:

$$H = \left[\frac{k_1(k_2 - \sqrt{n})}{n - k_2^2} \right]^2 \quad (12)$$

onde n é a porosidade do material de enchimento da trincheira.

A avaliação da taxa de ocupação a ser utilizada para o cálculo foi realizada a partir dos índices exigidos pelos planos diretores dos municípios de estudo na área urbana. Para a área impermeabilizada foi considerada a projeção da cobertura da edificação no lote, incluindo pátios de concreto e ou calçadas. Somente a área destinada a jardim com vegetação pode ser considerada área permeável.

Área de estudo

A área de estudo de pré-dimensionamento das trincheiras de infiltração foram os municípios Ibirama, Ituporanga, Rio do Sul e Taió, localizados na vertente atlântica do estado de Santa Catarina. Eles estão inseridos na bacia do rio Itajaí. Os municípios foram escolhidos por apresentarem as maiores populações em áreas urbanas na região conhecida como “Alto Vale do Itajaí”.

Para a determinação da intensidade de precipitação foi utilizada a equação de chuvas intensas obtidas por Back (2002), para o estado de Santa Catarina. A equação de intensidade-duração-frequência tem a forma:

$$i = \frac{k \cdot T^m}{(t+d)^n} \quad (13)$$

onde i é a intensidade média máxima da chuva (mm/h), T é o período de retorno (anos), t é a duração da chuva (min.) e K, m, d, n são parâmetros da equação determinados para o local. Estes parâmetros são apresentados na Tabela 1. O parâmetro “ d ” é apresentado como “ b ” por Back (2002), porém o parâmetro “ b ” é utilizado como parâmetro na conversão Tipo Talbot.

A conversão para IDF Tipo Talbot será necessária para determinar parâmetros utilizados no dimensionamento da trincheira. Assim, partindo-se de relações IDF com a expressão geral análoga à de Talbot (Silveira e Goldenfum, 2007), expressa como:

$$i = \frac{a \cdot T^b}{t+c} \quad (14)$$

Os parâmetros a , b e c da equação de Talbot são obtidos por:

$$a = 0,68k \exp(0,06n^{-0,26}d^{1,13}) \quad (15)$$

$$b=m \quad (16)$$

$$c = 1,32n^{-2,28}d^{0,89} \quad (17)$$

As expressões de conversão valem com uma primeira aproximação, fazendo-se assim necessária a aplicação de um coeficiente de ajuste adicional ao coeficiente "a". O coeficiente de ajuste é encontrado através da comparação da intensidade de chuva encontrada na equação 13 e 14, dividindo-se a equação 13 pela equação 14 chega-se ao fator de correção do coeficiente "a". Na tabela 1 são apresentados os coeficientes da equação IDF, definidos por Back (2002) e os respectivos parâmetros da equação de Talbot.

Tabela 1 - Constantes das equações de intensidade duração e frequência

Estação	Para $t \leq 120\text{min}$					Parametros de Talbot (corrigidos)		
	K	m	b	n	R ²	a	b	c
Ibirama	535,20	0,1644	8,1	0,6648	0,993	2453,14	0,1644	21,55
Ituporanga	545,60	0,1712	8,1	0,6648	0,992	2500,81	0,1712	21,55
Taió	578,70	0,1687	8,1	0,6647	0,992	2653,87	0,1687	21,55
Rio do Sul	495,20	0,2144	8,1	0,6648	0,983	2269,79	0,2144	21,55

Fonte: Back (2002)

Determinação da condutividade hidráulica saturada do solo

A partir do mapeamento realizado pela EMPRAPA (2004), foi inserida no mapa a divisão política dos municípios do Alto Vale do Itajaí com seus respectivos tipos de solos. Com o mapeamento é possível visualizar o tipo de solo predominante na área de estudo. O solo do perímetro urbano foi selecionado para a determinação da condutividade hidráulica saturada do solo.

Para a determinação da condutividade hidráulica saturada foi utilizada a expressão de Campbell (1985), onde a condutividade hidráulica satura é estimada a partir da granulometria do solo, em termos de frações de argila e silte, sendo expressa por:

$$K_s = 2 \times 10^{-3} \exp^{(-4,26(ms+mc))0,981} \quad (18)$$

onde K_s é a condutividade hidráulica saturada (m/s), ms é a fração de silte e mc é a fração de argila.

Na tabela 2 são apresentados os solos predominantes em cada município, a textura e a condutividade hidráulica saturada calculada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de escoamento no lote foram divididos em área de jardim e área impermeabilizada, sendo adotados os valores de 0,20 e 0,95 respectivamente. Os resultados dos coeficientes ponderados variaram entre 0,35 e 0,8, utilizando taxas de ocupação do lote entre 20% e 80%.

Tabela 2 – Tipo e textura dos solos predominantes e condutividades hidráulicas saturadas

Município	Tipo de Solo	Profundidade cm	Textura %				Condutividade Hidráulica Saturada (mm/h)
			Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	
Agronômica	HGPd2 - Glei Pouco Húmico Distrófico Tb e Ta, textura argilosa	30-50	1	1	43	55	108,51
Ituporanga	PVa5 - Associação Podzólico Vermelho- Amarelo Álico Tb A moderado, textura argilosa	40-60	34	17	16	33	875,01
Taió	Ca29 - Associação Cambissolo Álico latossólico A moderado, textura argilosa	40-60	1	2	49	48	113,23
Lontras	PVa2 - Associação Podzólico Vermelho Amarelo Álico Tb A moderado, textura argilosa	40-60	14	8	30	48	254,38

Areia grossa de 2 a 0,20 mm; Areia fina de 0,20 a 0,05 mm; Silte de 0,05 a 0,002 mm e Argila <0,002 mm. Fonte: EMBRAPA (2004).

Para determinação da intensidade de chuva de projeto adotou-se um período de retorno de 5 anos com duração de chuva de 30 minutos. Os valores encontrados variaram entre 62,01mm/h e 67,53mm/h. A determinação do período de retorno pode ser relativo à margem de segurança a ser trabalhada, podendo adotar-se valores para o período de retorno inferiores ou superiores a 5 anos.

A determinação da vazão de saída constante da trincheira de infiltração é determinada através da multiplicação da condutividade hidráulica saturada encontrada para determinado tipo de solo e um coeficiente redutor, devido à colmatção “0,5”, conforme recomendado por Silveira e Goldenfum(2007) e por Baptista, Nascimento e Barraud (2005), resultando em uma capacidade de infiltração 50% menor do que a condutividade hidráulica saturada do solo. Na Tabela 3 são apresentados os parâmetros e os valores obtidos no dimensionamento das trincheiras de infiltração. Os valores da vazão de saída do dispositivo encontrados variaram entre 54,25 mm/h e 437,50 mm/h. No solo com menor condutividade, o teor de argila é superior a 50% e a presença de areia é quase nula. No solo que possui o maior teor de areia superando 50%, a condutividade hidráulica foi bem superior. É importante ressaltar que através da expressão de pedo-transferência de Campbell (1985),

os valores da condutividade hidráulica foram determinadas, a partir das composições granulométricas encontradas no mapeamento realizado pela EMBRAPA (2004). No entanto, esses valores servem somente de referência para um pré-dimensionamento, uma vez que, os perfis e amostras retirados para os ensaios são direcionados para a área rural, visando a sua utilização para a agropecuária. Deste modo, torna-se necessário um ensaio de condutividade hidráulica saturada para o exato local de implantação da trincheira de infiltração, realizando assim o dimensionamento final.

Tabela 3- Dimensionamento da Trincheira para um lote de 360,00m²

Município	Tipo de Solo	Percentual da Área Impermeabilizada	Coefficiente de Escoamento "C" (ponderado)	Intensidade de chuva de projeto (mm/h)	Determinação da vazão de saída constante da trincheira de infiltração (mm/h)	Comprimento da Trincheira (m)	Produto do coeficiente de escoamento pela razão entre a área contribuinte e a área	Parâmetro K1	Parâmetro K2	Altura da Trincheira de Infiltração (mm)
Ibirama	PVa2 - Associação Podzólico Vermelho Amarelo Álico Tb A moderado, textura argilosa	20%	0,35	62,01	127,19	9,21	17,10	30,18	0,337922	1000,00
		40%	0,50	62,01	127,19	13,16	17,10	30,18	0,3379	1000,00
		60%	0,65	62,01	127,19	17,11	17,10	30,18	0,3379	1000,00
		80%	0,80	62,01	127,19	21,06	17,10	30,18	0,3379	1000,00
Ituporanga	PVa5 - Associação Podzólico Vermelho-Amarelo Álico Tb A moderado, textura argilosa	20%	0,35	63,91	437,50	5,60	28,15	39,31	0,6267	1000,00
		40%	0,50	63,91	437,50	7,99	28,15	39,31	0,6267	1000,00
		60%	0,65	63,91	437,50	10,39	28,15	39,31	0,6267	1000,00
		80%	0,80	63,91	437,50	12,79	28,15	39,31	0,6267	1000,00
Taió	Ca29 - Associação Cambissolo Álico latossólico A moderado, textura argilosa	20%	0,35	67,53	56,62	12,89	12,22	26,62	0,2255	1000,00
		40%	0,50	67,53	56,62	18,42	12,22	26,62	0,2255	1000,00
		60%	0,65	67,53	56,62	23,95	12,22	26,62	0,2255	1000,00
		80%	0,80	67,53	56,62	29,47	12,22	26,62	0,2255	1000,00
Rio do Sul	HGPd2 - Gleí Pouco Húmico Distrófico Tb e Ta, textura argilosa	20%	0,35	62,18	54,25	12,01	13,12	26,47	0,2207	1000,00
		40%	0,50	62,18	54,25	17,15	13,12	26,47	0,2207	1000,00
		60%	0,65	62,18	54,25	22,30	13,12	26,47	0,2207	1000,00
		80%	0,80	62,18	54,25	27,44	13,12	26,47	0,2207	1000,00

Para o dimensionamento das trincheiras foram arbitrados valores para o comprimento de modo que sua largura e profundidade fossem fixadas entre 0,80 e 1,00m. O método utilizado foi iterativo, arbitrando-se valores do comprimento até atingir a profundidade desejada de 1,00 m. Os valores de comprimento adotados variaram entre 7,99 e 29,47 m. As menores dimensões referem-se aos locais onde a condutividade hidráulica do solo é mais elevada, porém, pode-se observar através da figura 9, que o solo com condutividade hidráulica saturada de 108,51 mm/h apresentou resultados de dimensionamento das trincheiras menores que o solo com condutividade de 113,23 mm/h. Este resultado ocorreu devido a intensidade de chuva ser maior no solo com condutividade maior, gerando assim, volumes afluentes maiores que resultaram na necessidade de maior dimensionamento da trincheira.

Os valores encontrados do produto do coeficiente de escoamento pela razão entre a área contribuinte e a área do dispositivo variaram entre 12,22 e 28,15. A variação é consequência da grande diferença nas dimensões encontradas nas trincheiras em estudo.

O valor de H refere-se a profundidade estabelecida em 1,00 m com preenchimento da vala em material drenante “brita” com porosidade n igual a 0,38.

Analisando as dimensões encontradas para as trincheiras de infiltração é possível considerar a fácil implantação em qualquer lote urbano que foi considerado para os cálculos, podendo as trincheiras serem distribuídas em seu comprimento ou largura do lote e ainda serem divididas em mais unidades se necessário. Considera-se também que o escoamento das águas pluviais até o dispositivo pode ser realizado através de coleta por escoamento direto com inclinação do terreno até a direção da trincheira ou por coleta por redes de drenagem.

As figuras 1 a 3 são apresentadas as linhas de tendência com uma equação linear, considerando a intensidade de chuva da região, a condutividade hidráulica saturada do solo e a dimensão do terreno. Para estas características é possível encontrar o valor referente ao comprimento da trincheira com qualquer taxa de ocupação substituindo "x" na equação pela taxa de ocupação.

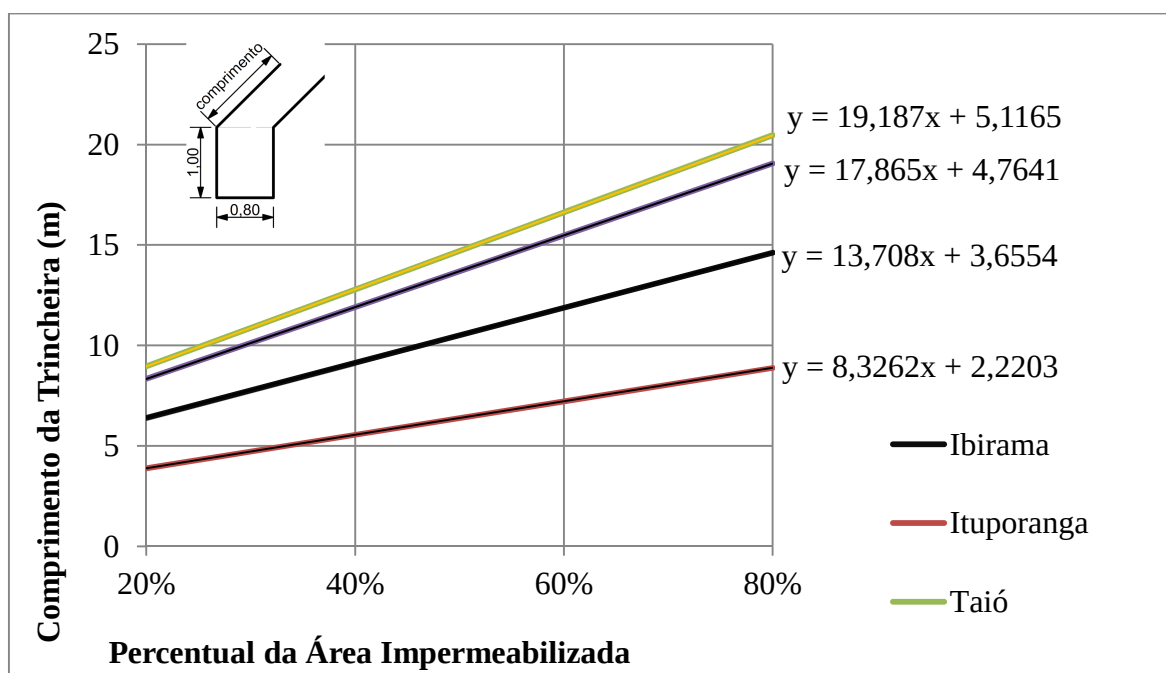


Figura 1 - Comprimento da trincheira em relação ao percentual da área impermeabilizada para um terreno com área de 250,00m²

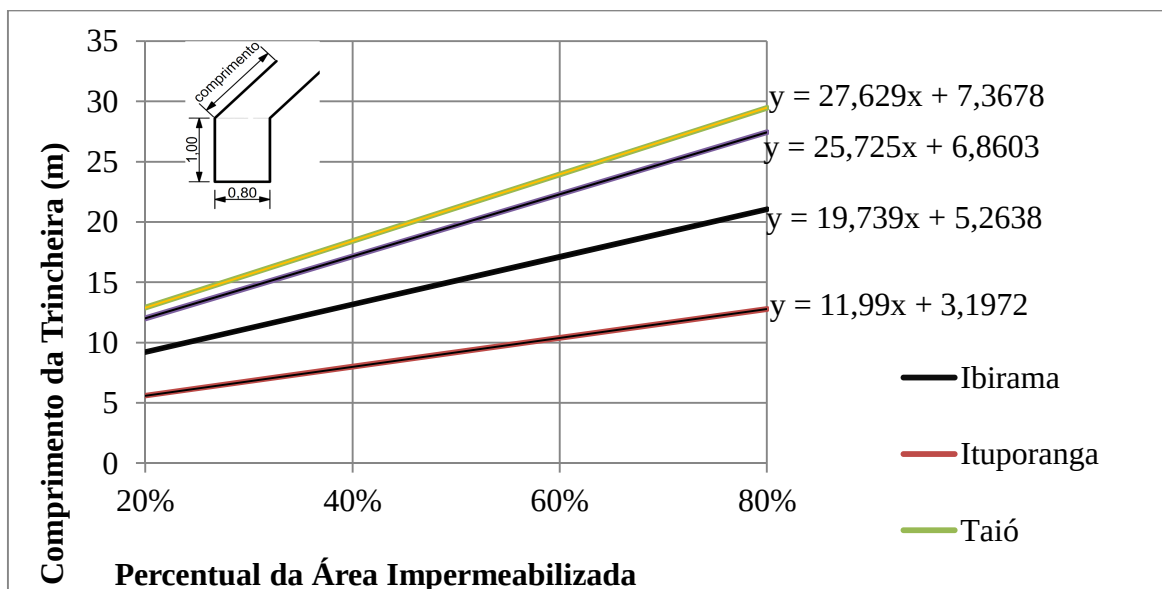


Figura 2 - Comprimento da trincheira em relação ao percentual da área impermeabilizada para um terreno com área de 360,00m²

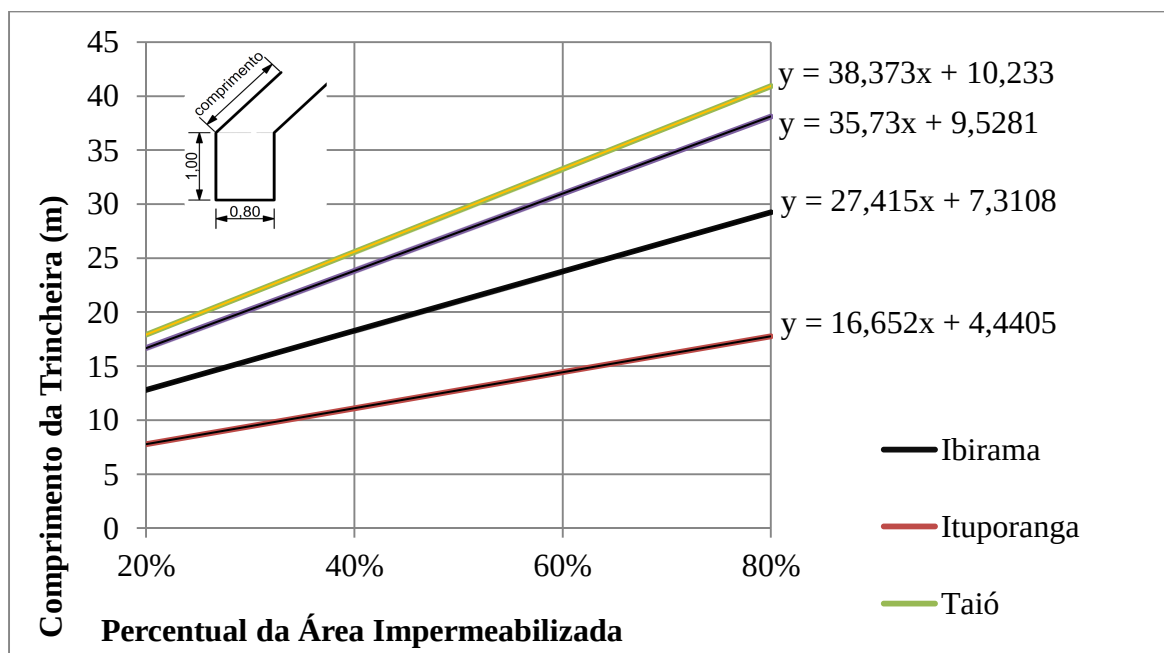


Figura 1 - Comprimento da trincheira em relação ao percentual da área impermeabilizada para um terreno com área de 500,00m²

Com a condutividade hidráulica do solo para as regiões de estudo, pode-se através das figuras 4 a 7, encontrar o dimensionamento da trincheira para qualquer área de lote, possibilitando assim seu dimensionamento através dos gráficos.

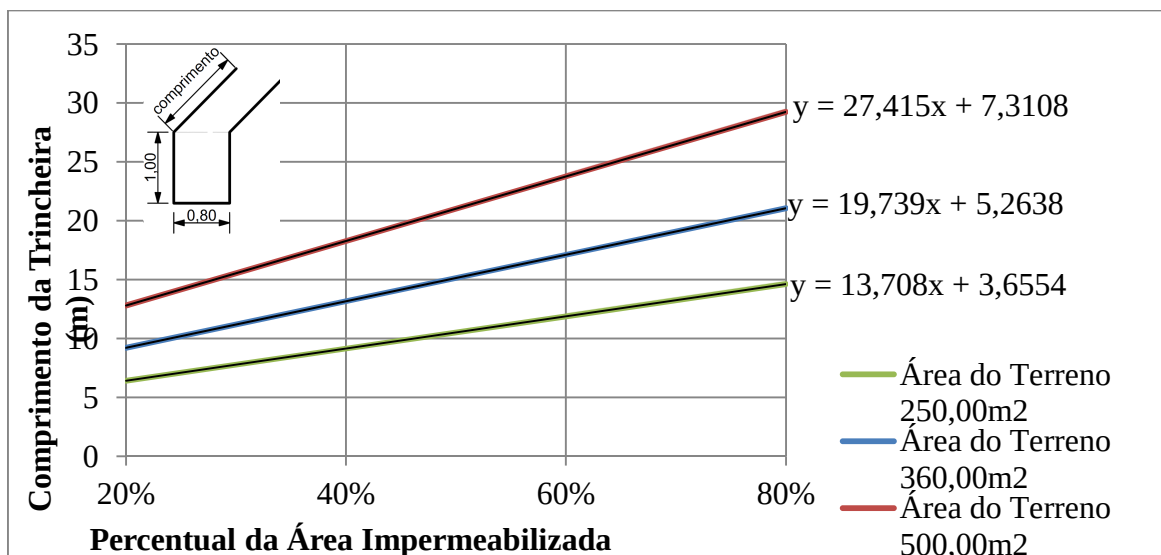


Figura 4 - Comprimento da trincheira em relação ao percentual da área impermeabilizada para um solo com $K_{sat}=254,38$ mm/h

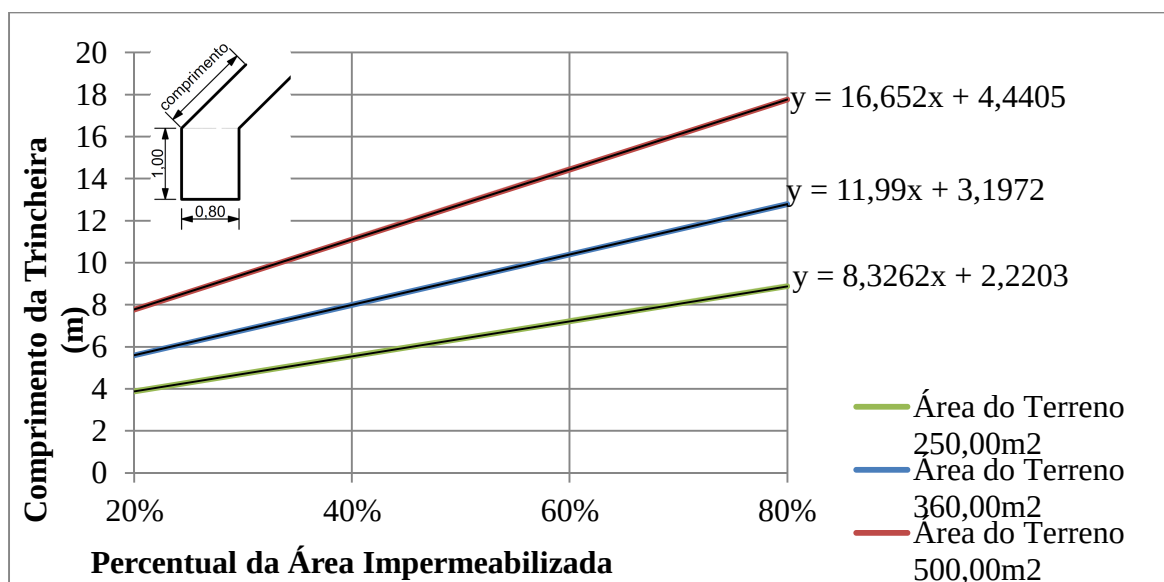


Figura 5 - Comprimento da trincheira em relação ao percentual da área impermeabilizada para um solo com $K_{sat}= 875,01$ mm/h

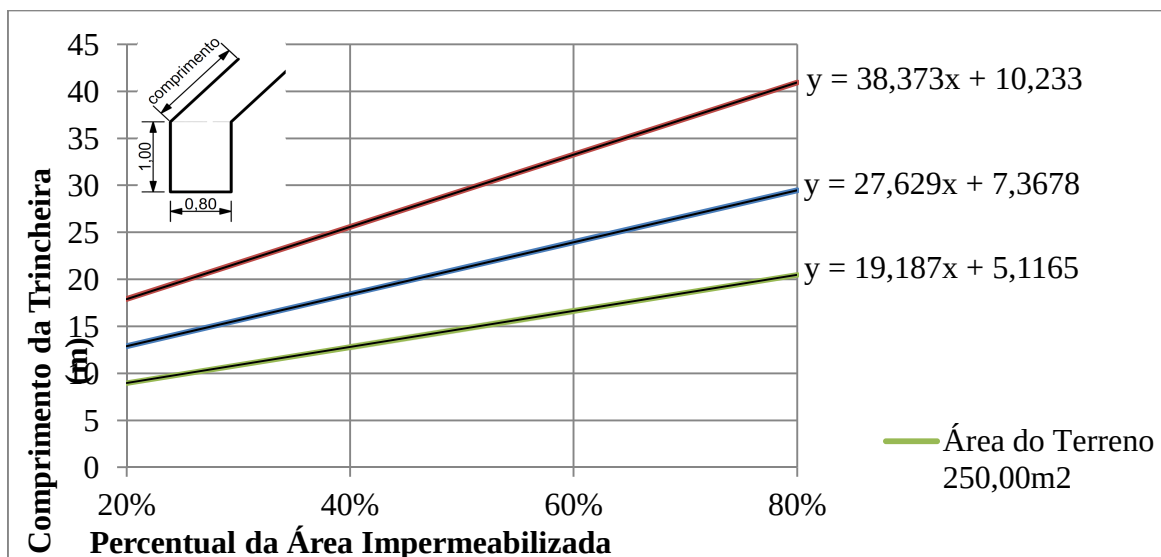


Figura 6 - Comprimento da trincheira em relação ao percentual da área impermeabilizada para um solo com $K_{sat}=113,23$ mm/h

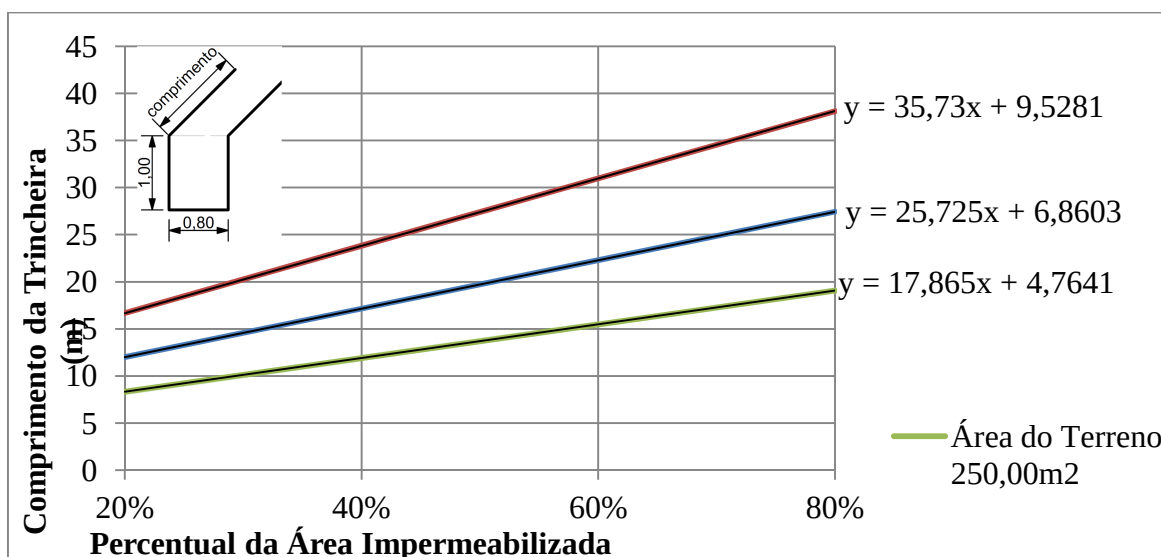


Figura 7 - Comprimento da trincheira em relação ao percentual da área impermeabilizada para um solo com $K_{sat}=108,51$ mm/h

Como as variáveis, condutividade hidráulica e intensidade de chuva são determinantes para o dimensionamento, os gráficos gerados através das áreas de estudo não podem ser utilizados para outras regiões. Como o objetivo deste trabalho é transformá-lo em uma ferramenta de pré-dimensionamento das trincheiras de infiltração para todo o Alto Vale do Itajaí, calculou-se as intensidades de chuva de projeto para todas as estações implantadas nesta região. Os valores da intensidade de chuva de projeto variaram entre 61,32 e 80,17 mm/h. Para a realização dos cálculos de dimensionamento das trincheiras utilizou-se uma intensidade de chuva de projeto de 67,53 mm/h com os dados da estação de Taió (tabela 1), que é o valor mais aproximado da média aritmética das 18 intensidades de chuva de projeto com valor de 67,66 mm/h. Desta forma, os gráficos que são

representados nas figuras 8 a 10 apresentam o dimensionamento das trincheiras de infiltração para solos com condutividade hidráulica saturada entre m/s e m/s.

Assim sendo, é possível o pré-dimensionamento da trincheira apenas com o valor da condutividade hidráulica saturada do solo para um lote com área entre 250,00 e 500,00m².

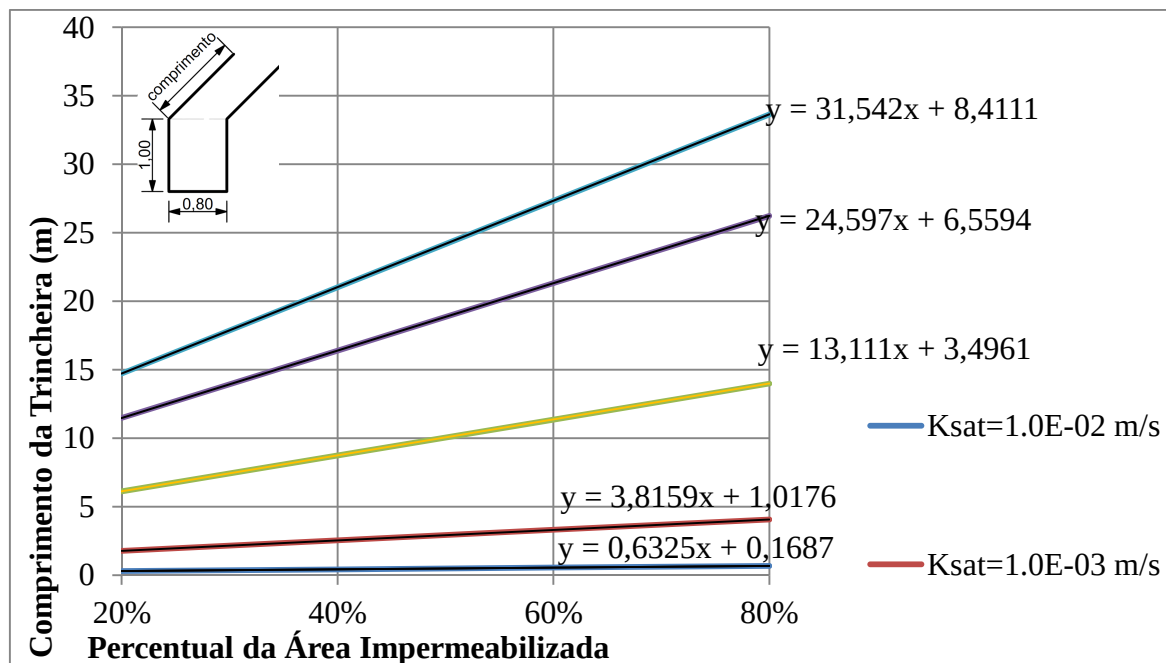


Figura 8 - Comprimento da trincheira em relação ao percentual da área impermeabilizada para diversos solos em um terreno com 250,00m²

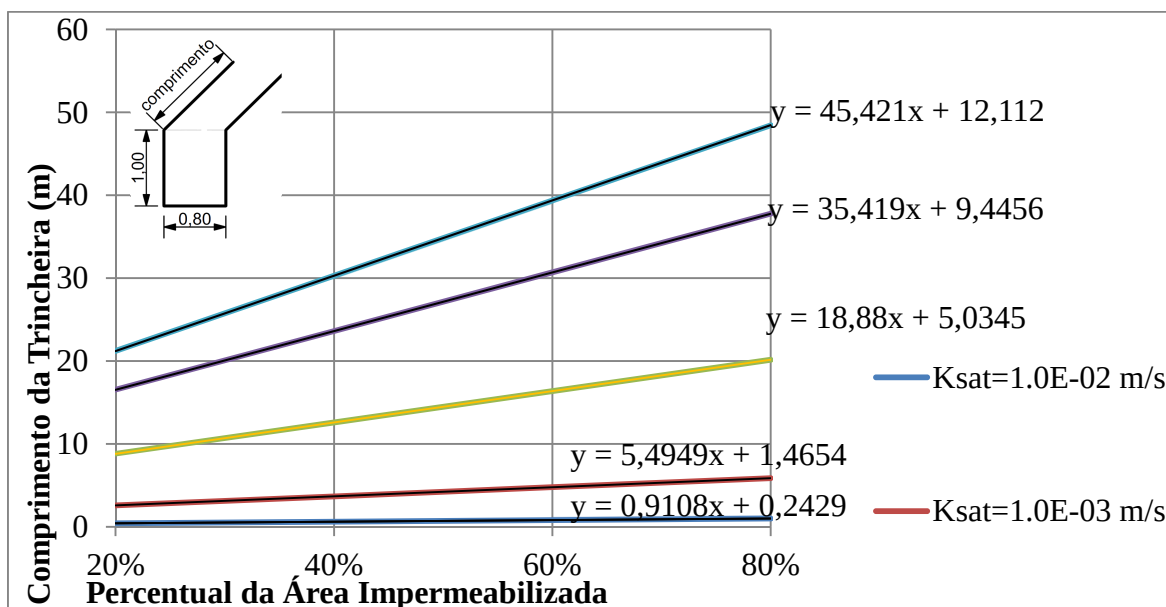


Figura 2 - Comprimento da trincheira em relação ao percentual da área impermeabilizada para diversos solos em um terreno com 360,00m²

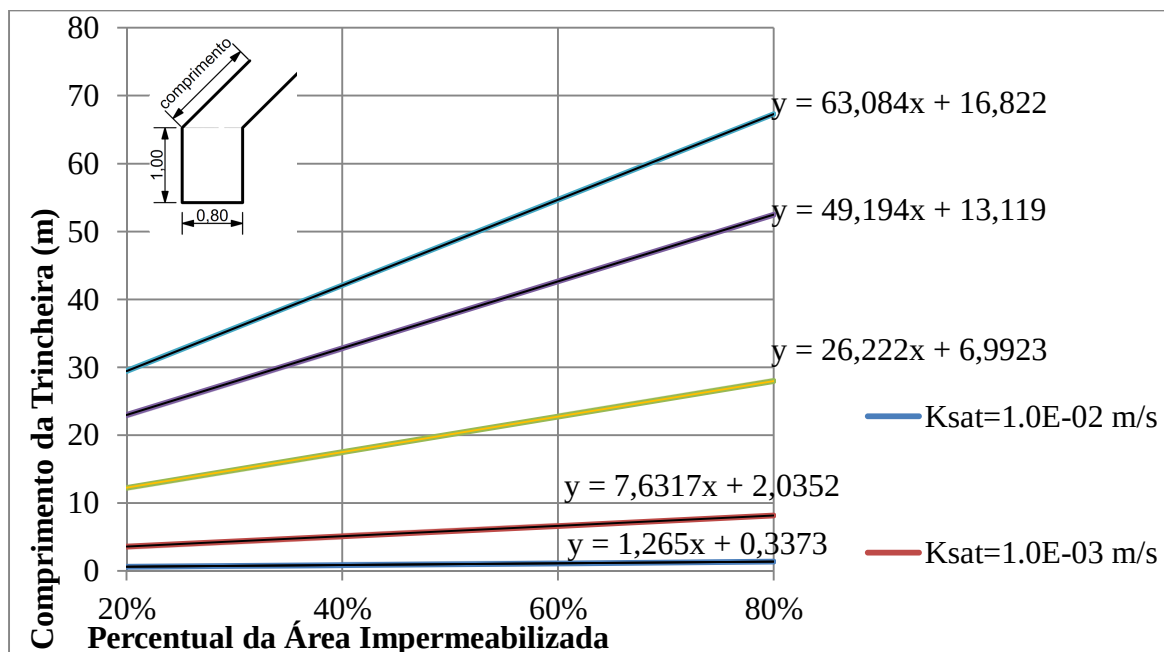


Figura 10 - Comprimento da trincheira em relação ao percentual da área impermeabilizada para diversos solos em um terreno com 500,00m²

CONCLUSÃO

A implantação dos sistemas não convencionais caminha para um método sustentável de crescimento urbano, tornando estes tipos de sistemas os mais adequados para a contenção do aumento nas vazões de pico nos hidrogramas.

Nas áreas escolhidas para o estudo deste trabalho pode-se observar que é possível desenvolver um pré-dimensionamento para as trincheiras de infiltração de acordo com as características locais, através dos dados da chuva de projeto e através do mapeamento de solo, que apresenta as composições granulométricas dos mesmos. Foram apresentados, através de tabelas e gráficos, exemplos de pré-dimensionamentos onde é possível verificar a facilidade de efetuar os cálculos para qualquer local da região do Alto Vale do Itajaí.

O valor da intensidade de chuva de projeto, mesmo que menos determinante do que o valor da condutividade hidráulica do solo para o dimensionamento da trincheira, direcionou este trabalho para a obtenção de um valor único para a região, viabilizando assim o pré-dimensionamento com uma única variável, sendo esta, a condutividade hidráulica do solo.

REFERÊNCIAS

- BACK, J. (2002) “*Chuvas intensas e chuva de projeto de drenagem superficial no estado de Santa Catarina*”. Florianópolis: EPAGRI, 65p
- BAPTISTA, M. B; NASCIMENTO, N.O; BARRAUD, S. (2005) “*Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana*”. 1. ed. Porto Alegre: Segrac, 266 p.
- BUCHARLES, L. G. E.; SILVA, S. M. C. P. (2007) “*Avaliação do volume de água pluvial drenado em um empreendimento habitacional: estudo de caso em Londrina – PR*”. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 7, n.2, p.45-57.
- CAMPBELL, G.S. (1985) “*Soil physics with basic – transport models for soil/plant systems. Developments in Soil Science 14*”, Amsterdam, Elsevier, 150 p.
- EMBRAPA (2004) “*Solos do Estado de Santa Catarina*”. Rio de Janeiro.
- MORUZZI, R. B.; TRINDADE, S.G. (2011) “*Subsídios para implantação de trincheiras de infiltração na área urbana de Rio Claro - São Paulo*”. Engenharia Ambiental, v. 8, n. 2, p. 148-170.
- POMPEO, C. A. (2000) “*Drenagem Urbana Sustentável*”. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 5, n. 1, p. 15-23.
- RIGHETTO, A. M. (2009) “*Manejo de Águas Pluviais*”. Natal: ABES, 397 p.
- SILVEIRA, A. L. L.; GOLDENFUM, J. A. (2007) “*Metodologia Generalizada para o Pré Dimensionamento de Dispositivos de Controle Pluvial na Fonte*”. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. v. 12, n. 2, p.157-168.
- SOUZA, V. C. B.; GOLDENFUM, J. A. (1999) “*Trincheiras de Infiltração como elemento de controle do escoamento superficial: Um estudo experimental*”, in anais XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Disponível em: <http://galileu.iph.ufrgs.br/aguasurbanas/Contents/Publicacoes/Downloads/Vladimir_Caramori/trincheiras_infiltracao_elemento_controle_escoamento_superficial.pdf>. Acesso em: 19 de agosto 2011.