

## ESTIMATIVA DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL E SUA RELAÇÃO COM AS MUDANÇAS DE COBERTURA E USO DA TERRA NO PONTAL DO PARANAPANEMA/SP

**Aline Aparecida dos Santos**

Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista  
Campus de Presidente Prudente – FCT/UNESP  
[aline.ap.as@gmail.com](mailto:aline.ap.as@gmail.com)

**Paulo Cesar Rocha**

Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista  
Campus de Presidente Prudente – FCT/UNESP  
[paulo-cesar.rocha@unesp.br](mailto:paulo-cesar.rocha@unesp.br)

### RESUMO

Este trabalho teve o objetivo de analisar o potencial de escoamento superficial na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 22 (UGRHI 22), Pontal do Paranapanema-SP, nos anos de 1962 e 2014, considerando os diferentes usos da terra entre os períodos. O modelo utilizado foi o *Curve Number*, o qual estima o escoamento superficial a partir da precipitação, da umidade antecedente do solo e da relação entre a cobertura da terra e a capacidade de infiltração do solo. Na aplicação do modelo, foram utilizados os totais anuais de precipitação da série histórica de 1960 a 2015, o mapa pedológico e os mapas de cobertura e uso da terra de 1962 e 2014. O modelo foi gerado através de álgebra de mapas com o auxílio de um SIG. A análise dos mapas permitiu identificar áreas da UGRHI que sofreram alterações no escoamento superficial em função das mudanças da cobertura e uso da terra. Foi possível observar aumento do escoamento superficial em função substituição de pastagem por culturas temporárias, neste caso predominantemente cana-de-açúcar. Comparativamente, as mudanças de cobertura e uso da terra evidenciaram maior escoamento superficial para o ano de 2014 em relação ao ano de 1962.

**Palavras-chave:** escoamento superficial. modelo hidrológico. uso da terra.

### SURFACE RUNOFF ESTIMATION AND ITS RELATIONSHIP WITH CHANGES OF LAND COVER AND USE IN PONTAL DO PARANAPANEMA/SP

### ABSTRACT

This paper aimed to analyze the surface runoff potential in the Water Resources Management Unit 22 (UGRHI 22), Pontal do Paranapanema-SP, in the period of 1962 and 2014, considering different land uses. We employed the Curve Number Model to estimate the surface runoff according the precipitation, soil moisture and the relationship between land cover and soil infiltration capacity. The model used the annual precipitation totals of the historical series from 1960 to 2015, the pedological map and the land cover and land use maps of 1962 and 2014. The model was generated through the map algebra technique with the aid in a GIS. The analysis of the maps allowed identifying areas of the UGRHI that have had changes in the surface runoff due to the changes of the land cover and use. It was possible to observe an increase in the surface runoff due to the replacement of pasture by temporary crops, which in this case, dominantly sugarcane. Confronting in time, the changes in land cover and use showed higher runoff for the 2014 compared to 1962 year.

**Keywords:** surface runoff. hydrological model. land use.

## INTRODUÇÃO

A mecanização da agricultura e a ocupação de terras por culturas agrícolas acarretaram mudanças nas paisagens, principalmente no que se refere à retirada da cobertura florestal. Um dos impactos causados pela retirada das florestas é o aumento do escoamento superficial, uma vez que a cobertura e uso da terra exercem influência na capacidade de infiltração do solo.

Como salienta Botelho e Silva (2004), em ambientes florestais a precipitação pode ser interceptada pelo conjunto de vegetais que constituem os estratos do ambiente florestal, enquanto outra parte chega ao solo atravessando a copa das árvores ou escoando pelo tronco, resultando no escoamento pela superfície ou infiltração no solo.

Por outro lado, em áreas agrícolas o escoamento superficial pode ser mais acentuado em função do tipo de manejo. Guerra (2015) aponta que certos tipos de manejo podem causar o empobrecimento das áreas agrícolas e, em consequência, a diminuição da resistência do solo ao impacto das gotas de chuva.

A região do Pontal do Paranapanema-SP sofreu alterações na cobertura da terra desde o início de sua ocupação, passando pelo processo de desmatamento e substituição das florestas por diferentes culturas agrícolas. Neste sentido, o presente trabalho teve objetivo de estimar o escoamento superficial na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema (UGRHI 22) em dois períodos distintos, de forma a compreender sua dinâmica diante de diferentes usos da terra.

Considerando que o Pontal do Paranapanema está inserido na área de expansão da cana-de-açúcar, o estudo configurou-se ainda em uma tentativa de analisar o potencial de escoamento superficial frente à implantação desta monocultura e identificar mudanças na dinâmica de escoamento nestas áreas em comparação ao uso da terra por outros cultivos.

## ÁREA DE ESTUDO

### *Meio físico*

A área de estudo (figura 1) compreende parte da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, recorte pertencente à UGRHI 22. Localiza-se no oeste do estado de São Paulo e faz divisa com os estados do Mato Grosso do Sul e Paraná. A UGRHI 22 é composta por cinco Unidades de Planejamento Hídrico (UPHs), possuindo uma área de drenagem correspondente a 12.333 km<sup>2</sup>.

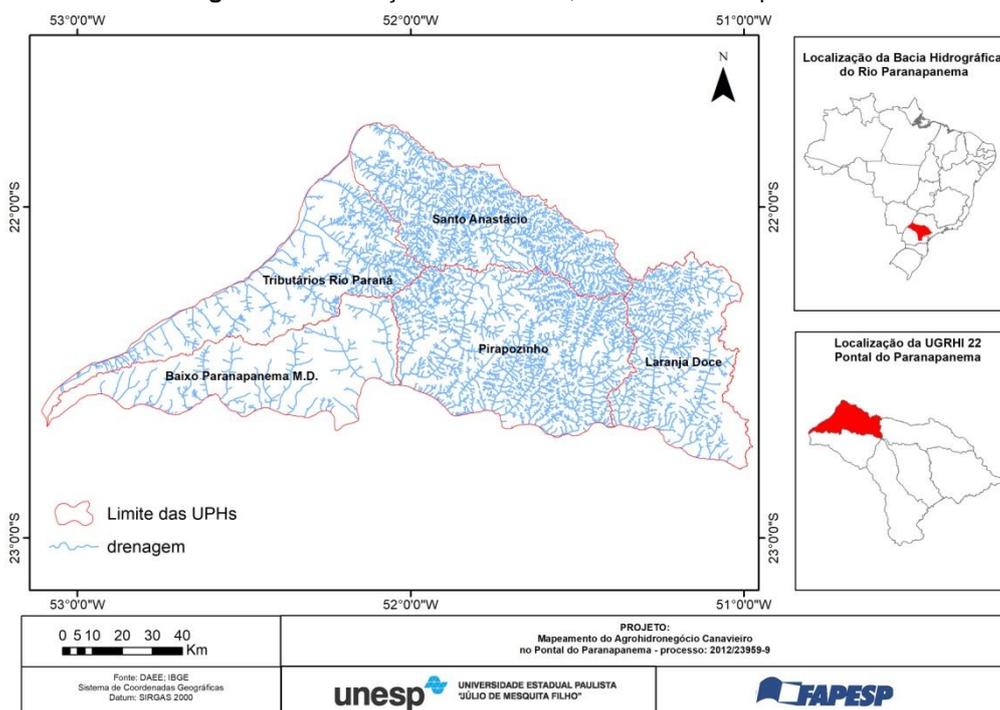
A UGRHI 22 está disposta majoritariamente sobre rochas do Grupo Bauru, abrangendo as Formações Caiuá, Santo Anastácio e Adamantina. A área apresenta também rochas do Grupo São Bento, abrangendo a Formação Serra Geral, bem como depósitos cenozoicos.

O clima é do tipo tropical, situado em uma área de transição climática. De acordo com Boin (2000), na região ocorre o conflito das massas Tropical Atlântica, Tropical Continental e Polar Atlântica, havendo também a participação esporádica da massa Equatorial Continental. A área é caracterizada pela presença de um período seco no inverno e um período chuvoso durante o verão. Segundo Leite (1998), o Pontal do Paranapanema tem o clima caracterizado pela transitoriedade entre o Tropical e o Subtropical.

Geomorfologicamente, o Pontal do Paranapanema situa-se no Planalto Ocidental Paulista. Segundo Almeida (1964), a maior parte desta morfoescultura abrange um relevo uniforme e monótono, com extensos espigões de perfis convexos e topos ondulados, configurando baixas e amplas colinas. De acordo com Leite (1998), a monotonia do relevo apenas é quebrada pelo aparecimento dos testemunhos “Morro do Diabo e “Morro Santa Ida”.

Quanto aos solos, Boin (2000) cita que estes têm sua gênese de rochas areníticas do Grupo Bauru e de rochas básicas do Grupo São Bento (Serra Geral). Segundo Leite (1998), os solos da região são fortemente arenosos, devido a origem de rochas areníticas. Os latossolos vermelho-amarelos e argissolos vermelho-amarelos são predominantes na UGRHI 22.

Figura 1 – Localização da UGRHI 22, Pontal do Paranapanema.



Elaboração – os autores.

## METODOLOGIA

### Modelo Hidrológico Curve Number

O método *Curve Number* ou método CN é utilizado para estimar o escoamento superficial, o fluxo de rios, a recarga de água, infiltração, umidade do solo e o transporte de sedimentos (BARRETO-NETO; SOUZA FILHO, 2003).

Esse modelo hidrológico foi desenvolvido pelo *Soil Conservation Service* (SCS), baseado em estudos empíricos realizados em várias regiões dos Estados Unidos, considerando condições e tipos distintos de cobertura do solo (PRUSKI, et al., 2001). Embora o método tenha sido desenvolvido em pequenas bacias experimentais, ele pode ser aplicado em grandes áreas desde que as variações geográficas das chuvas e das características de cobertura e uso do solo forem levadas em consideração (MOCKUS, 2004).

O método depende de três variáveis, sendo elas a precipitação, umidade antecedente do solo e o complexo hidrológico solo-vegetação (SARTORI, 2004). Alves (2016, p. 36) descreve o *CN* como "um modelo chuva-deflúvio que consiste numa aproximação empírica entre um dado evento de chuva e as condições de superfície da bacia hidrográfica para estimativa do escoamento superficial direto (Q) ou deflúvio".

Na metodologia do SCS, os solos foram agrupados em quatro grandes grupos (quadro 1) e classificados de acordo com sua capacidade de infiltração (SARTORI et al., 2005).

A associação dos grupos hidrológicos de solos e os tipos de cobertura e uso da terra gera o complexo hidrológico solo-vegetação (MOCKUS, 2004), que é utilizado para obtenção dos valores de CN. O valor de CN é adimensional, podendo variar de 1 a 100, e está diretamente associado com a impermeabilidade do solo. Quanto mais impermeável for a área, maior será o CN e menor será a retenção da chuva (S) (PEREIRA, 2009).

Tais valores são levantados a partir de uma tabela padrão do SCS, esta que foi elaborada levando em consideração o tipo e a densidade de cobertura do solo em conjunto com suas características hidrológicas, bem como seu manejo (ALVES, 2016). Segundo Tucci (2004), os

valores padrões de CN são referentes a condições médias de umidade antecedente do solo (AMC II). Esta condição considera os eventos chuvosos ocorridos nos cinco dias anteriores ao dia analisado (ALVES, 2016).

**Quadro 1 – Grupos hidrológicos de solos.**

Grupos Hidrológicos de Solo (GHS)	Características
Grupo A	Compreende os solos com baixo potencial de escoamento e alta taxa de infiltração
Grupo B	Compreende solos menos permeáveis do que o A, com média taxa de infiltração.
Grupo C	Compreende solos que geram escoamento superficial acima da média, contendo baixa taxa de infiltração.
Grupo D	Compreende os solos que possuem alto potencial de escoamento, tendo uma taxa de infiltração muito baixa.

Fonte – adaptado de TUCCI (2014, p. 404).

Para condições diferentes aos da média, o SCS apresenta correções para os valores de CN, baseado nas seguintes condições (TUCCI, 2004; ALVES, 2016):

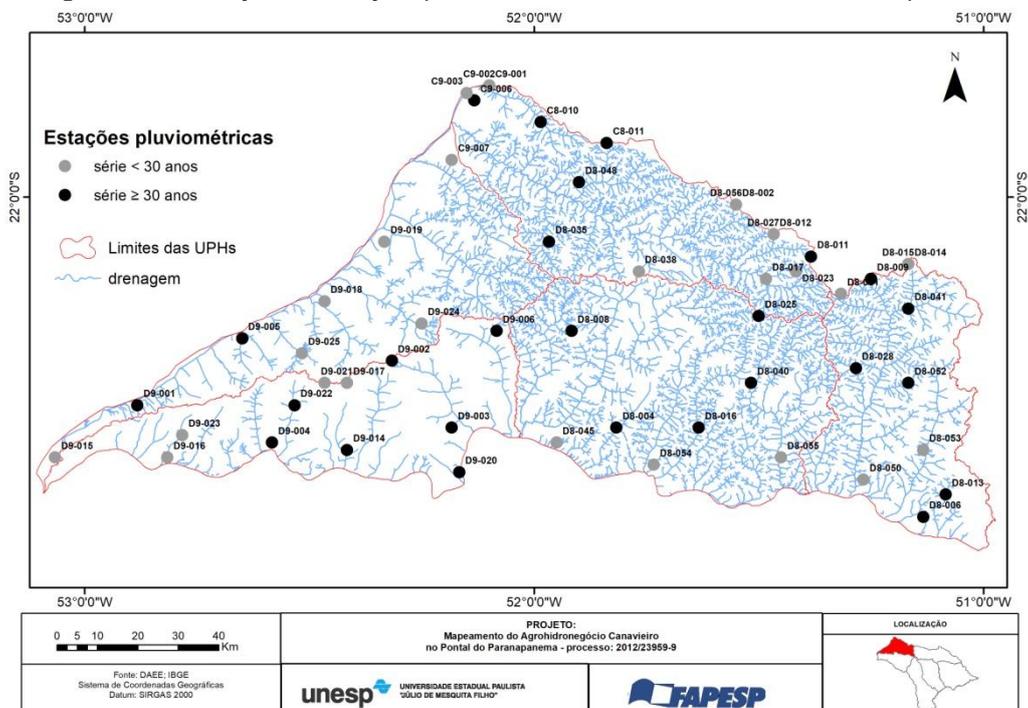
AMC I: situação em que os solos estão secos; AMC II: situação média em que os solos correspondem à umidade da capacidade de campo; AMC III: situação em que ocorrem quando os solos encontram-se saturados.

Considerando que neste trabalho a estimativa do escoamento superficial baseou-se em dados anuais de precipitação, assumiu-se que os solos estavam sob a condição de AMC II, o que tornou possível utilizar os valores padrões de CN.

### Dados de precipitação

Os dados pluviométricos utilizados neste trabalho foram obtidos no banco de dados hidrológicos do Departamento de Águas e Energia Elétrica do estado de São Paulo (DAEE, 2011). Foram levantados os dados de médias mensais de 42 estações pertencentes a UGRHI 22, do período de 1960 a 2015 (figura 2).

**Figura 2 – Localização das estações pluviométricas na UGRHI 22, Pontal do Paranapanema.**



Elaboração – os autores.

Em decorrência da falha de dados encontrada nas séries, foi necessário realizar o preenchimento a partir de métodos estatísticos. Para tanto, utilizou-se os métodos da ponderação regional e da regressão linear, citados por Bertoni e Tucci (2009).

No método de ponderação regional são selecionados pelo menos 3 postos que possuam no mínimo 10 anos de dados. As falhas foram preenchidas de acordo com a equação 1:

$$Y = 1/3 [x1/xm1 + x2/xm2 + x3/xm3].ym \quad (1)$$

onde y é a precipitação do posto Y a ser estimada; x1, x2 e x3 são as precipitações correspondentes ao mês (ou ano) que se deseja preencher, observadas em três estações vizinhas; ym é a precipitação média do posto Y; xm1, xm2, xm3 correspondem as precipitações médias nas três estações vizinhas.

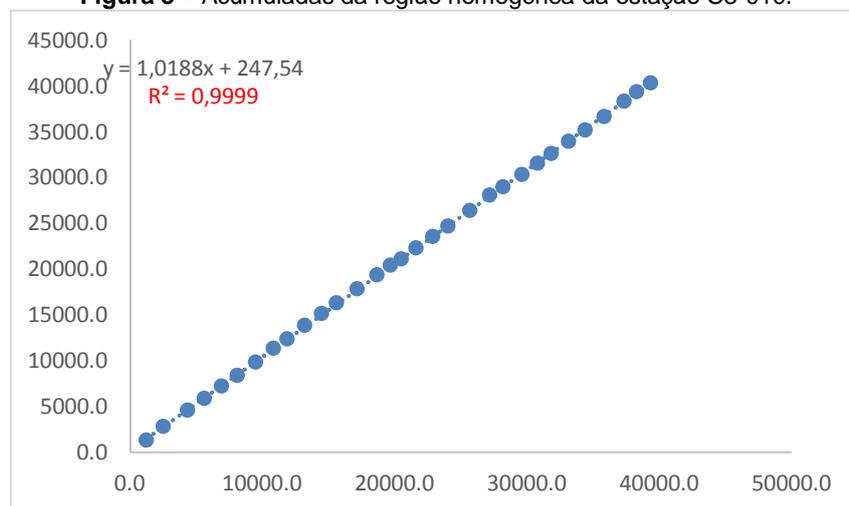
Neste trabalho, o método da ponderação regional foi utilizado no preenchimento das médias mensais das séries de cada estação. No caso das estações nas quais não foi possível selecionar mais de uma estação com o mesmo intervalo de anos e com série de dados completa, utilizou-se o método de regressão linear. De acordo com Bertoni e Tucci (2009), neste método faz-se uma correlação entre as precipitações do posto com falhas e um posto vizinho. A estimativa pode ser obtida através de um gráfico ou por meio do critério dos mínimos quadrados, expresso pela equação 2:

$$y = ax + b \quad (2)$$

onde, y é a precipitação a ser estimada; x = precipitação correspondente ao mês (ano) que deseja preencher, observada no posto vizinho; a = inclinação da reta ou coeficiente angular; b = interceptação ou coeficiente linear.

Após o preenchimento das falhas, verificou-se a homogeneidade dos dados, através do método de curva dupla acumulativa, citada por Pinto et al. (1976). Nesta, escolhem-se postos de uma região homogênea, do ponto de vista meteorológico, e acumulam-se os totais anuais de cada posto. Posteriormente, calcula-se a média aritmética dos totais precipitados em cada ano e acumula-se essa média. Os valores acumulados da média dos postos são grafados contra os totais acumulados de cada um deles (figura 3)

**Figura 3 –** Acumuladas da região homogênea da estação C8-010.



Fonte – DAEE (2011). Elaboração: os autores.

O método de verificação foi realizado para todas as estações que tiveram as falhas preenchidas. Considerando que o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) das acumuladas deu acima de 0,5, não foi necessário realizar a correção dos dados.

Posterior ao preenchimento das falhas das médias mensais, calculou-se os totais anuais para cada estação. Considerando as diferenças entre os intervalos dos anos, foi necessário realizar o preenchimento de dados em algumas estações e assim estimar os totais anuais destas nos

anos com falhas. Neste caso, utilizou-se o método da regressão linear. Em sequência, foi verificada a homogeneidade dos dados através da curva dupla acumulativa.

Após o preenchimento, calculou-se a média da série histórica (1960 a 2015) das estações para gerar a estimativa de escoamento para os anos de 1962 e 2014. Assim, partiu-se do pressuposto que o meio físico e o total de chuvas é mesmo para os dois períodos e as diferenças no escoamento superficial foram devido às diferenças de cobertura e uso da terra.

### **Levantamento das informações sobre o meio físico e cobertura e uso da terra**

Devido à ausência de mapeamentos em escala detalhada para toda a UGRHI, optou-se por utilizar-se mapas temáticos na escala de 1:250.000 para geração do modelo de escoamento superficial.

O mapeamento pedológico utilizado no trabalho corresponde ao realizado por Rossi (SÃO PAULO, 2017) para o Estado de São Paulo, disponibilizado pelo Instituto Florestal-SP. O mapa foi obtido a partir da base de dados do Sistema Ambiental Paulista (DataGeo). Para a utilização destes dados no modelo, foi necessária a reclassificação dos tipos de solos para as classes inseridas dentro dos grupos hidrológicos de solo.

Para tanto, o mapa pedológico foi reclassificado de acordo com a proposta de Lombardi Neto et al. (1989), na qual os autores adaptaram a classificação do SCS para os solos brasileiros. O mapa de grupos hidrológicos de solos foi elaborado no ArcGis®. O SIG também foi utilizado para a extração das informações quantitativas do mapa.

O mapa de cobertura e uso da terra de 1962 foi elaborado a partir das cartas topográficas disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As cartas foram georreferenciadas no ArcGis®, assim como a vetorização das classes de cobertura e uso foi realizada neste SIG. Foram utilizadas as cartas SF-22-Y-A (IBGE, 1985); SF-22-Y-B (IBGE, 1979); SF-22-V-D (1980) e SF-22-Z-A (IBGE, 1979). As classes de cobertura e uso da terra do mapa de 1962 seguiu a classificação proposta pelo IBGE (2013).

Os dados acerca da cobertura e uso da terra de 2014 foram extraídos do mapeamento realizado por Criado (2016) e disponibilizado pelo banco de dados do Grupo de Pesquisa Gestão Ambiental e Dinâmica Socioespacial da FCT/UNESP (GADIS).

### **Complexo hidrológico solo-vegetação**

A atribuição de valores de CN para a UGRHI 22 foi baseada na tabela de valores padrão do SCS. O quadro 2 apresenta os valores atribuídos as classes de cobertura e uso associadas aos solos para o ano de 1962:

**Quadro 2 – Valores de CN para o uso da terra no Pontal do Paranapanema em 1962.**

Classe	Tabela padrão	GHS			
		A	B	C	D
Área Urbana	Área urbana em desenvolvimento	77	86	91	94
Florestal	Florestas densas, de alta transpiração	26	52	62	69
Campestre (áreas úmidas)	Florestas Esparsas	46	68	78	84
Silvicultura	Florestas muito esparsas, de baixa transpiração	56	75	86	91
Cultura Permanente	Combinação de bosques, deficiente	57	73	82	86
Cultura Temporária	Plantações regulares em fileiras retas	64	76	84	88
Pastagem	Pastagens pobres, em curvas de nível	47	67	81	99
Cerrado	Campos permanentes normais	36	60	73	79

**Fonte –** Adaptado de MOCKUS (2004, p. 3); TUCCI (2004, p. 405); SARTORI (2010, p. 44).

No caso das áreas urbanas, para o ano de 1962, foram considerados os valores de CN para áreas urbanas em desenvolvimento. Para a classe florestal, atribuíram-se os valores para florestas caracterizadas como densas, de alta transpiração, considerando que as áreas florestais presentes

na época eram remanescentes da vegetação natural daquele ambiente. Para a classe campestre foram atribuídos os valores para florestas esparsas, levando em consideração que no Pontal esta classe abrange em geral áreas úmidas. No caso da silvicultura, aplicaram-se os valores de CN para florestas caracterizadas como muito esparsas, de baixa transpiração.

Para as culturas permanentes atribuiu-se os valores de CN para a cobertura e uso identificados como combinação de bosques (pomares ou árvores) e gramíneas na tabela padrão, na condição deficiente. Já para as culturas temporárias, aplicaram-se os valores para plantações regulares, cultivadas em fileiras retas. Para pastagem, consideraram-se os valores de CN para pastagens em condições pobres, em superfície com curvas de nível. Para o cerrado aplicou-se o CN para campos permanentes, em condições normais.

Para a cobertura e uso da terra de 2014, considerou-se o CN de áreas urbanas caracterizadas como adensadas, conforme apresenta o quadro 3:

**Quadro 3 – Valores de CN para o uso da terra no Pontal do Paranapanema em 2014.**

Classe	Tabela padrão	GHS			
		A	B	C	D
Área Urbana	Área urbana adensada	61	75	83	87
Florestal	Florestas esparsas	46	68	78	84
Unidade de Conservação	Florestas densas, de alta transpiração	26	52	62	69
Campestre (áreas úmidas)	Florestas esparsas	46	68	78	84
Silvicultura	Florestas muito esparsas, de baixa transpiração	56	75	86	91
Cultura Permanente	Combinação de bosques deficiente	57	73	82	86
Cultura Temporária	Plantações regulares em fileiras retas	64	76	84	88
Pastagem	Pastagens pobres, em curvas de nível	47	67	81	99

**Fonte –** Adaptado de MOCKUS (2004, p. 3); TUCCI (2004, p. 405); SARTORI (2010, p. 44).

No caso da classe florestal, optou-se por dividi-la entre florestal e unidade de conservação no momento de atribuir os valores de CN. Considerou-se como unidade de conservação a área do Morro do Diabo, levando em conta que é uma área com vegetação remanescente. Assim, os valores de CN atribuídos referem-se às florestas caracterizadas como densas, de alta transpiração. As demais áreas classificadas como florestais, foram consideradas como fragmentos, portanto aplicaram-se os valores de CN para classes consideradas como florestas esparsas.

No caso da classe campestre, novamente aplicou-se os valores para florestas esparsas. Para silvicultura, considerou-se o CN para florestas caracterizadas como muito esparsas, de baixa transpiração.

Para as culturas permanentes e temporárias, mantiveram-se os valores de CN para combinação de bosques (pomares ou árvores) e gramíneas e plantações regulares, respectivamente. No caso da pastagem, atribuiu-se valores de CN referentes as pastagens em condições pobres, em superfície com curvas de nível.

Posterior a atribuição dos valores, foram elaborado os mapas com a distribuição espacial do CN para os anos de 1962 e 2014 no ArcGis© por meio da extensão *HEC-GeoHMS*.

### **Aplicação do modelo CN**

O escoamento superficial definido pelo método CN (Tucci, 2004), é obtido a partir da equação 3:

$$Q = (P - 0,2xS)^2 / (P + 0,8xS) \quad (3)$$

onde, Q se refere escoamento superficial (mm); P corresponde a precipitação total (mm); S corresponde a capacidade máxima de infiltração após o início do escoamento superficial.

Os mapas da capacidade máxima de infiltração (S) da UGRHI foram elaborados por meio de álgebra de mapas no SIG ArcGis®, a partir da ferramenta *raster calculator*. O S foi obtido a partir da equação 4 (TUCCI, 2004):

$$S = (25400/CN) - 254 \quad (4)$$

na qual CN foi substituído pelo mapa de CN gerado anteriormente para a área de estudo para cada ano.

O mapeamento da estimativa de escoamento foi realizado no ArcGis®, a partir da ferramenta *raster calculator*. Por meio da álgebra de mapas calculou-se o escoamento para os anos de 1962 e 2014, associando os mapas de capacidade de infiltração e as média da série histórica de precipitação na UGRHI. Utilizou-se o software Excel® para organização e tratamento dos dados quantitativos extraídos dos mapas temáticos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Grupos Hidrológicos de Solo na UGRHI 22

Baseada na proposta de classificação de Lombardi Neto et al. (1989), a reclassificação dos solos da UGRHI 22 foi estabelecida considerando as características dos tipos de solos encontrados na UGRHI. Assim, o quadro 4 apresenta as classes de solo da área de estudo e a reclassificação quanto aos grupos hidrológicos de solos:

**Quadro 4 – Grupos hidrológicos de solos na UGRHI 22.**

Classes de Solo	GHS	Características	Área (km <sup>2</sup> )	Proporção (%)
Latossolos Vermelhos	A	Taxa de infiltração alta	4914,3	41,3
Latossolos Vermelho-amarelos	B	Taxa de infiltração média	201,9	1,7
Neossolos Quartzarenicos	B			
Nitossolos Vermelhos	B			
Argissolos Vermelho-amarelos	C	Taxa de infiltração baixa	6354,6	53,5
Neossolos Flúvicos	C			
Gleissolos Hápicos	D	Taxa de infiltração muito baixa	275,8	2,3
Neossolos Litólicos	D			
Área urbana; corpo d'água.	-	-	124,7	1,05

**Fonte – SÃO PAULO (2017). Organização: os autores.**

Verificou-se que predominam os solos do Grupo C, devido à alta ocorrência de argissolos vermelho-amarelos na UGRHI. Assim, na região há predominância de solos com baixa taxa de infiltração e baixa resistência a processos erosivos. As áreas com neossolos flúvicos também estão classificadas dentro do grupo hidrológico C.

Por outro lado, o grupo A é o segundo grupo de solos com alta ocorrência na área, devido a predominância dos latossolos vermelhos. Tal grupo de solos caracteriza-se por altas taxas de infiltração e resistência a processos erosivos.

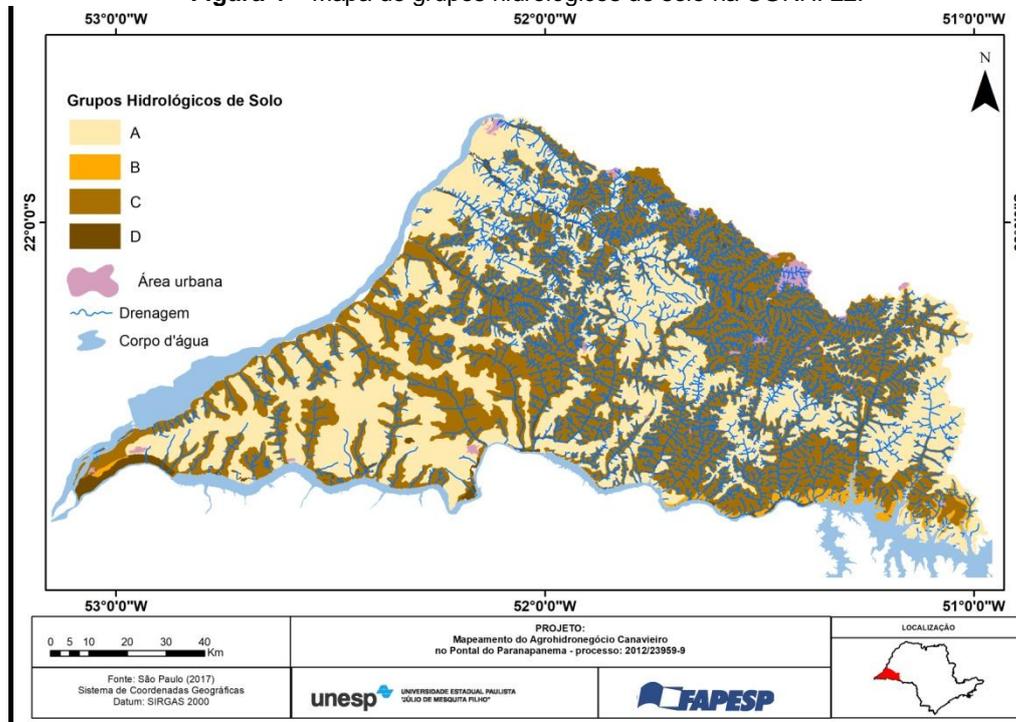
O grupo de solos B concentra-se na parte sudeste da UGRHI (figura 4), correspondendo a ocorrência de nitossolos vermelhos na área. Esse grupo apresenta moderada taxa de infiltração e resistência a erosão. A classe ocorre também na parte norte da bacia, associada a presença de latossolos vermelho-amarelos na área.

O grupo de solos D, caracterizado pela taxa de infiltração e resistência a erosão muito baixa, ocupa 2,3 % da área total da UGRHI-22, em vista da baixa ocorrência dos neossolos litólicos e gleissolos na área.

A área de estudo possui heterogeneidade no tocante a capacidade de infiltração do solo, embora seja possível identificar certa homogeneidade das características hidrológicas dos solos do ponto de vista da distribuição espacial. É neste sentido que se torna fundamental a

análise integrada dos diferentes aspectos que influenciam nos processos de escoamento superficial, levando em consideração suas interações e seu arranjo espacial.

**Figura 4 – Mapa de grupos hidrológicos de solo na UGRHI 22.**



Elaboração – os autores.

### **Mudanças na Cobertura e Uso da Terra na UGRHI 22**

A partir da análise do mapa de cobertura e uso da terra do ano de 1962 (figura 5), verificou-se que predominava no Pontal do Paranapanema o uso por pastagem. Estas áreas representavam quase 73% da área ocupada, conforme apresenta a tabela 1. Esta classe está distribuída por toda a UGRHI. De acordo com Poletti (2010) na década de 1950 há uma expansão da pecuária na região do Pontal, esta que permeia até a década de 1960. Segundo a autora, com a diminuição do plantio de algodão, predominava a diversificação de plantio de outros produtos agrícolas e aumento da pecuária.

A segunda classe predominante na UGRHI em 1962 eram as áreas florestais, ocupando 12,7% da área. Estas se encontravam, em geral, concentradas na porção oeste do Pontal. A predominância de vegetação natural na área decorre, em parte, pela presença de remanescentes da Grande Reserva do Pontal.

**Tabela 1 – Proporção das classes de cobertura e uso da terra na UGRHI-22 em 1962.**

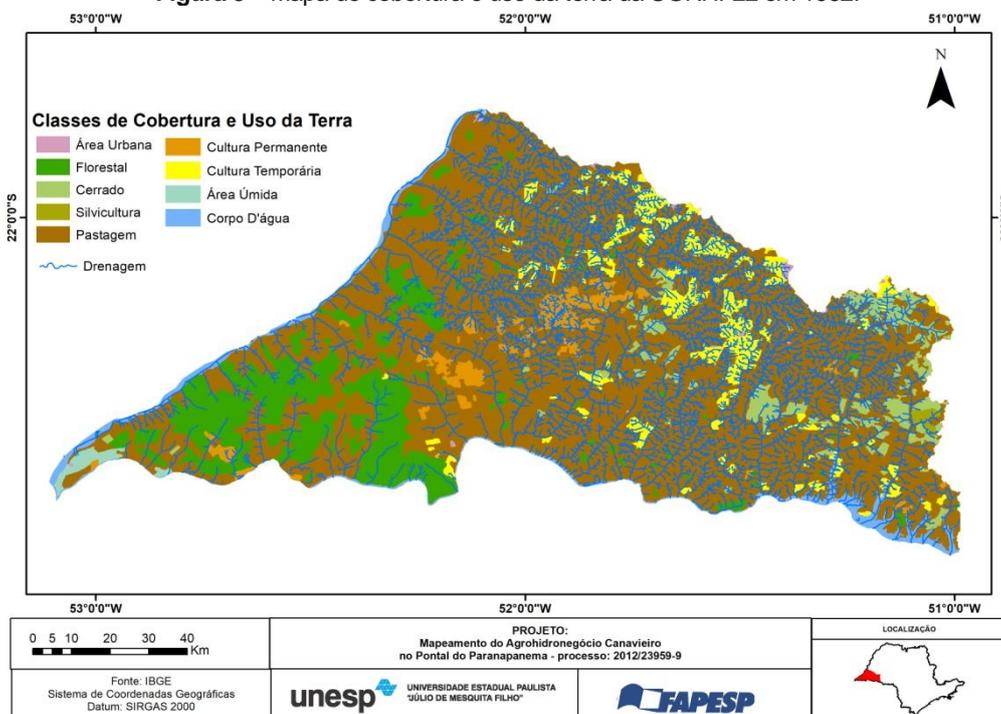
Classes de Cobertura e Uso	Área (km <sup>2</sup> )	Proporção (%)
Áreas urbanizadas	23,1	0,2
Florestal	1525,3	12,7
Silvicultura	28,6	0,2
Pastagem	8729,7	72,9
Culturas Permanentes	350,1	2,9
Culturas Temporárias	749,8	6,3
Cerrado	499,7	4,2
Campestre e Áreas úmidas	66,7	0,6

Fonte – IBGE (1979; 1980; 1985). Organização – os autores.

Destaca-se ainda a ocorrência de áreas de cerrado na porção leste, que ocupavam 4,2% do Pontal. Analisando essas duas classes em conjunto, verificou-se que cerca de 17% da UGRHI era coberta por vegetação natural.

As áreas de cultivo representavam 9,2% da ocupação do Pontal, predominando as culturas temporárias. A UGRHI contava com a presença de áreas de silvicultura, embora em menor ocorrência em comparação com as outras classes, ocupando 0,2% da área.

**Figura 5 – Mapa de cobertura e uso da terra da UGRHI-22 em 1962.**



Elaboração – os autores.

Em 2014, a predominância do uso da terra no Pontal continuou sendo a pastagem, assim como o mapa de cobertura e uso (figura 6) apresenta. A classe representava 57, 4% do uso da UGRHI conforme a tabela 2.

**Tabela 2 – Proporção das classes de cobertura e uso da terra na UGRHI-22 em 2014.**

Classes de Cobertura e Uso	Área (km <sup>2</sup> )	Proporção (%)
Áreas urbanizadas	111,2	0,9
Florestal	789,8	6,7
Silvicultura	70,8	0,6
Pastagem	6819,6	57,4
Culturas Permanentes	9,1	0,1
Culturas Temporárias	3119,0	26,3
Campestre e Áreas úmidas	953,7	8,0

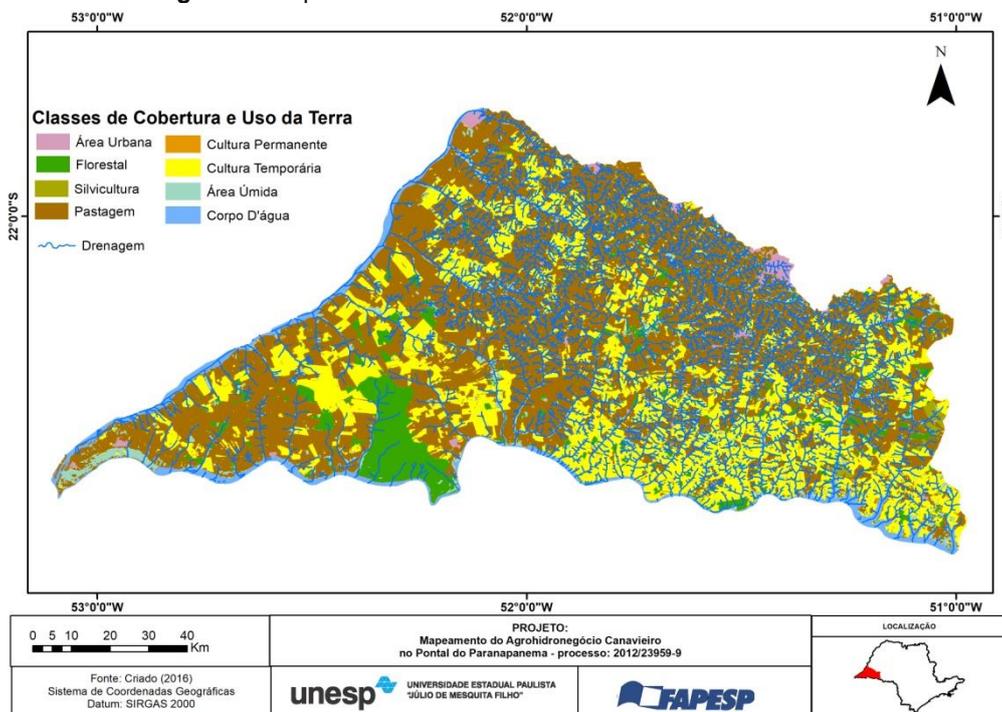
Fonte – Criado (2016). Organização: os autores.

A classe de culturas temporárias ocupava 26,3 % da URGHI em 2014. No caso do Pontal do Paranapanema, a cultura com predominância nessa classe é a cana-de-açúcar. Rocha, Santos e Santos (2016), discutem sobre a expansão da cultura na região do Pontal do Paranapanema, apontando que entre 2002 e 2013, houve um aumento de aproximadamente 40 % da área total da UGRHI-22 ocupada pela cana-de-açúcar.

Com relação à cobertura vegetal natural, a classe florestal ocupava 6,7 % da área total da UGRHI, sendo estas atribuídas as Áreas de Proteção Permanente, Reservas Legais e as Unidades de Conservação.

Diferente de 1962, em 2014 verificou-se poucas áreas com culturas permanentes. Em 1962 esta classe representava 2,9 % da ocupação do Pontal do Paranapanema, enquanto em 2014 apenas 0,1 % da área total contém estas culturas.

**Figura 6 – Mapa de cobertura e uso da terra da UGRHI 22 em 2014.**



Elaboração – os autores.

### **Complexo hidrológico solo-vegetação na UGRHI-22**

A partir da relação dos grupos hidrológicos de solos e a cobertura e uso da terra, foi possível realizar a análise dos valores de CN para a UGRHI do Pontal do Paranapanema, nos anos de 1962 e 2014 (figura 7). Verificou-se a predominância de valores entre 75 a 90 em 1962, conforme o tabela 3.

**Tabela 3 – Valores de CNem 1962 na UGRHI 22.**

Intervalos dos valores de CN	Área (km <sup>2</sup> )	Proporção (%)
26 – 30	996,3	8,4
30 – 45	315,3	2,7
45 – 60	3458,9	29,2
60 – 75	969,0	8,2
75 – 90	5811,5	49,1
90 – 100	281,1	2,4

Organização – os autores.

Às áreas com valores de CN entre 75 a 90 encontram-se predominantemente na porção nordeste da bacia, bem como no sudeste e área central, abrangendo assim 49,1 % da UGRHI. No caso do Pontal, em geral, estes valores estão associados à ocupação por pastagem sobre solos de classe hidrológica C.

Nas porções sudeste e sudoeste da UGRHI verificaram-se faixas com valores de CN entre 60 e 75, que totalizam 8,2 % da bacia. Nestas áreas predominam a ocupação por pastagem sobre solos de classe hidrológica B. No leste da bacia observou-se uma pequena área com este valores de CN, neste caso associado a ocupação por silvicultura sobre solos da classe A.

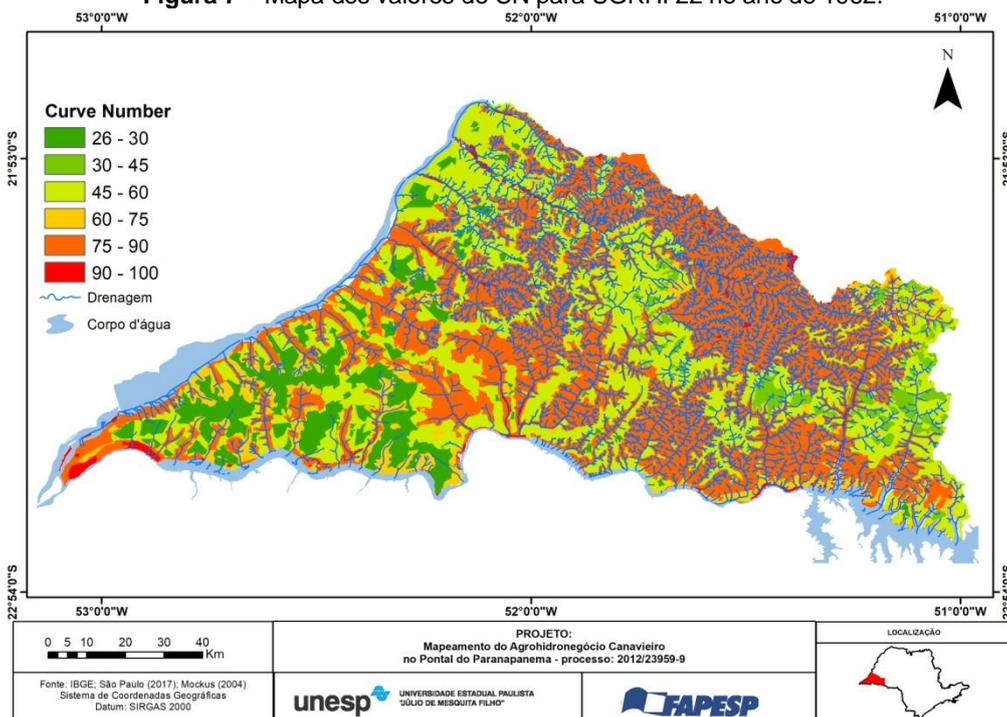
Observou-se que áreas com valores de CN entre 30 e 45 2,7 % da UGRHI em geral estão relacionadas a áreas com solos de classe A. Nestes casos, os valores de CN variam com a cobertura e o uso da terra. Na porção leste da UGRHI os valores variam entre 45 e 60 (ocorrem

em 29,2 % da bacia no total), em decorrência das áreas de pastagem e cerrado. Há uma pequena área com os valores entre 60 e 75, a qual esta associada à ocupação por silvicultura.

No oeste concentram-se as áreas com CN entre 26 e 30, as quais correspondem a 8,4 % da UGRHI. Neste caso, estas áreas correspondem às áreas com florestas. Também ocorrem nesta porção valores de CN entre 45 e 60, associadas à ocupação por pastagem. No norte e centro da bacia observaram-se também valores de entre 26 e 75 que variaram em função do uso: pastagem, florestas, culturas permanentes ou temporárias.

Observaram-se algumas áreas com valores de CN entre 90 a 100, ocorrendo em 2,4 % da bacia, associados a solos da classe hidrológica D.

**Figura 7 – Mapa dos valores de CN para UGRHI 22 no ano de 1962.**



**Elaboração – os autores.**

Em 2014, verificou-se a predominância de áreas com valores CN entre 75 a 90, distribuídas por toda bacia, ocorrendo homogeneamente na parte central, nordeste e sudeste da UGRHI (figura 8). Estas áreas estão associadas predominantemente com áreas de solos de classe C, ocupadas por pastagem e culturas temporárias. Assim como apresenta o tabela 4, estes valores de CN ocorrem em 55,9 % da UGRHI.

**Tabela 4 – Valores de CN em 2014 na UGRHI 22.**

Intervalos dos valores de CN	Área (km <sup>2</sup> )	Proporção (%)
26 – 30	241,1	2,0
30 – 45	0,0	0,0
45 – 60	3220,8	27,2
60 – 75	1689,4	14,3
75 – 90	6611,0	55,9
90 – 100	70,5	0,6

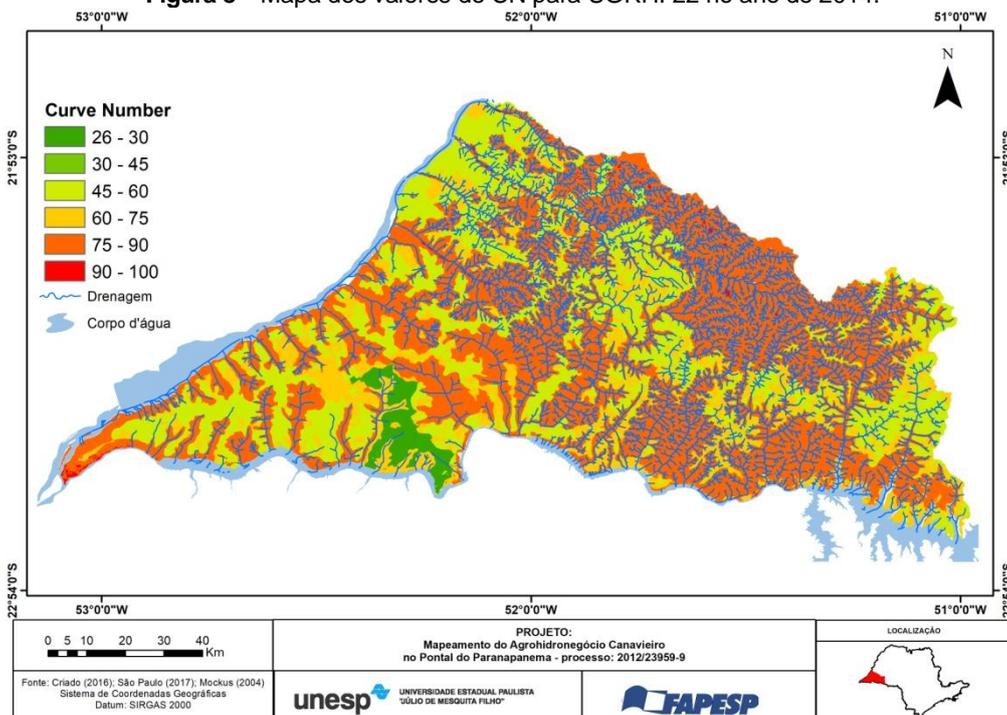
**Organização – os autores.**

Em comparação a 1962, em 2014 observou-se o decréscimo de áreas com valores de CN entre 30 a 45 na parte central e a leste da bacia, em função da mudança da ocupação das áreas de pastagem por culturas temporárias. Cabe destacar que estes valores de CN não ocorrem na bacia no ano de 2014.

Houve também diminuição das áreas com CN entre 26 e 30 no norte e oeste da bacia, em decorrência da redução da cobertura da terra por florestas. Em 2014, os valores de CN ocorrem em 2 % da UGRHI.

De maneira geral, verificou-se que nos dois anos estudados predominaram no Pontal do Paranapanema valores de CN entre 75 e 90, indicando um alto grau de impermeabilidade na maior parte da bacia. Notou-se, ainda, que as mudanças na cobertura e uso da terra entre os anos alteraram quantitativa e espacialmente os graus de impermeabilidade da UGRHI.

**Figura 8 – Mapa dos valores de CN para UGRHI 22 no ano de 2014.**



Elaboração – os autores.

### **Capacidade de Infiltração dos solos na UGRHI 22**

Analisando o mapa de capacidade de infiltração dos solos (S) de 1962 (figura 9), observou-se que predominam áreas com baixa capacidade de infiltração nas partes central, nordeste e sudeste da UGRHI, em função dos altos valores de CN.

De acordo com a tabela 5, verificou-se que as áreas com baixa capacidade de infiltração ocorrem em 89 % da UGRHI.

**Tabela 5 – Capacidade de Infiltração em 1962 na UGRHI 22.**

Capacidade de Infiltração (mm)		Área (km <sup>2</sup> )	Proporção (%)
0 - 145		6580,8	55,6
145 - 290	Baixa capacidade	3938,6	33,3
290 - 430	Média capacidade	1,2	0,01
430 - 580		315,3	2,7
580 - 725	Alta capacidade	996,3	8,4

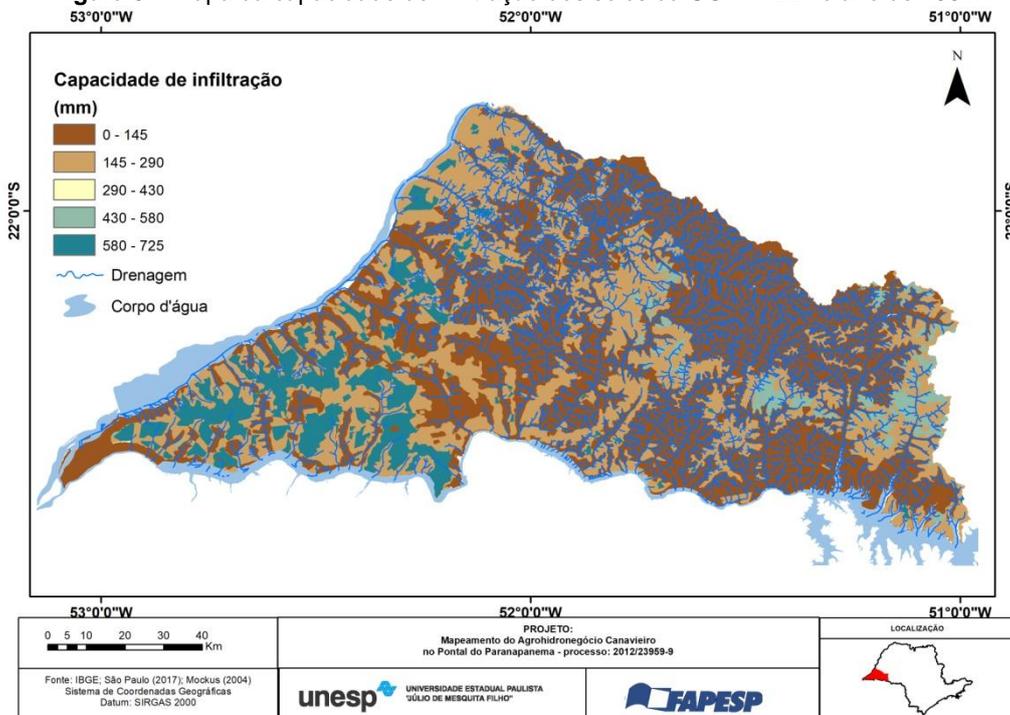
Organização – os autores.

Nas partes leste, norte e central da UGRHI verificaram-se áreas com baixa capacidade de infiltração, com presença de manchas que variam entre média e alta capacidade de infiltração. Na porção oeste da UGRHI notou-se uma heterogeneidade no que se refere à distribuição da capacidade de infiltração. Em geral, estas porções estão divididas em áreas de baixa e alta

capacidade de infiltração, em decorrência da variação dos valores de CN, que decorre das diferentes classes de uso da terra.

As áreas com média capacidade de infiltração ocorrem em 0,01 % da bacia, enquanto as áreas com alta capacidade de infiltração ocorrem em 11,1 %.

**Figura 9** – Mapa da capacidade de infiltração dos solos da UGRHI 22 no ano de 1962.



Elaboração – os autores.

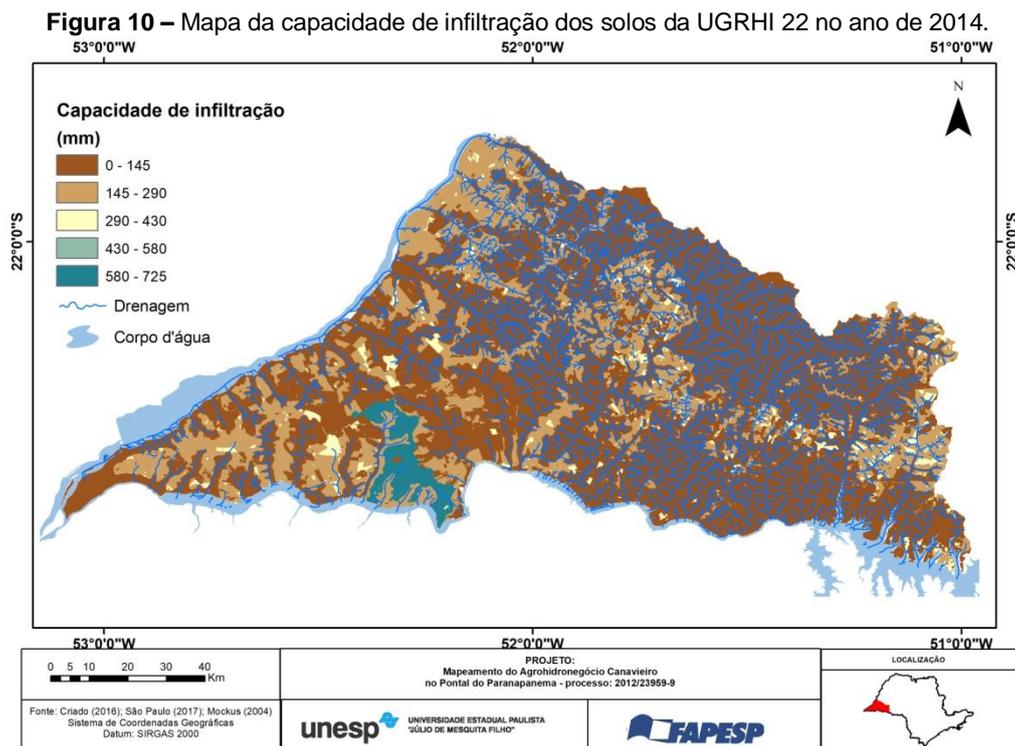
Em 2014, constatou-se a predominância de áreas com capacidade baixa de infiltração, excetuando-se pequenas manchas distribuídas pela UGRHI, que possuem média capacidade de infiltração (figura 10). Áreas com baixa capacidade de infiltração ocorrem em 94,7 % da UGRHI, enquanto áreas com média capacidade ocorrem em 3,3 %, conforme a tabela 6 apresenta:

**Tabela 6** – Capacidade de Infiltração em 2014 na UGRHI 22.

Capacidade de Infiltração (mm)		Área (km <sup>2</sup> )	Proporção (%)
0 - 145	Baixa capacidade	8228,6	69,5
145 - 290		2977,3	25,2
290 - 430	Média capacidade	385,8	3,3
430 - 580		0,0	0,0
580 - 725	Alta capacidade	241,1	2,0

Organização – os autores.

As áreas com alta capacidade de infiltração compreendem porções com cobertura florestal, ocorrendo em 2 % da UGRHI. Destaca-se o Parque Estadual Morro do Diabo que, assim como 1962, caracteriza-se como uma área com alta capacidade de infiltração. Botelho e Silva (2004), salientam que solos de florestas, em geral, apresentam maior capacidade de infiltração, em função da presença de serapilheira, que protege o solo contra o impacto direto da chuva. Por outro lado, há ação de diferentes organismos vivos que melhoram a estrutura do solo. Comparando os dois anos analisados, observou-se aumento de áreas com baixa capacidade de infiltração no Pontal, o que pode ser associado, novamente, as mudanças da cobertura e uso da terra.



Elaboração – os autores.

### **Estimativa de Escoamento Superficial na UGRHI 22**

Analisando o mapa de escoamento de 1962, elaborado a partir da média da série histórica (figura 11), verificou-se que predominam áreas com alto potencial de escoamento na porção nordeste e sudeste da UGRHI. Nestes casos, os valores de escoamento variaram entre 1180, mm a 1340 mm. Observou-se que estas áreas abrangem a classe de solo C, como os usos variando entre pastagem e culturas (permanentes ou temporárias).

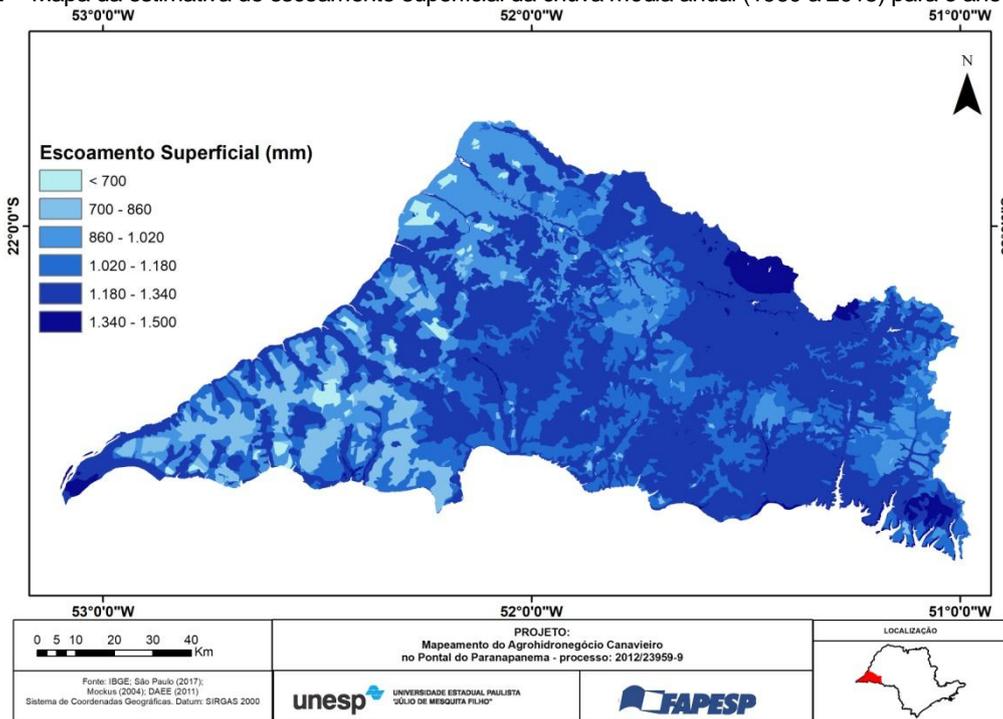
Observou-se que as áreas com valores menores que 700 mm de escoamento, estão associadas às áreas de vegetação natural sobre solos da classe A, o que pode ser verificado na porção oeste da UGRHI. As áreas de cerrado sobre esta classe hidrológica de solo apresentaram valor de escoamento variando entre 700 mm a 860 mm, observados no leste da UGRHI.

Valores de escoamento entre 860 mm a 1020 mm são encontrados no norte, leste e centro do Pontal. Estes valores estão ligados aos solos do tipo A, cobertos por pastagem. Cabe destacar também a área ao sudeste da UGRHI, onde ocorrem os solos de classe hidrológica B e apresentaram um valor de escoamento entre 1020 mm a 1180 mm por estarem ocupadas por pastagem. Botelho e Silva (2004), salientam que em áreas com pastagem, o sistema radicular das gramíneas favorece a infiltração, minimizando as perdas de solo e água pelo escoamento superficial.

Através da análise do mapa de 2014 (figura 12), observaram-se áreas com alto potencial a escoamento, com valores entre 1180 mm a 1340 mm, ocorrendo homoganeamente na porção nordeste da UGRHI e em parte da área a sudeste. Estes valores estão associados aos solos de classe C com ocupação por pastagem e/ou culturas temporárias. De acordo com Botelho e Silva (2004), a atividade de pastoreio compacta o solo e cria caminhos preferenciais para o escoamento superficial, assim, aumentando o risco de erosão.

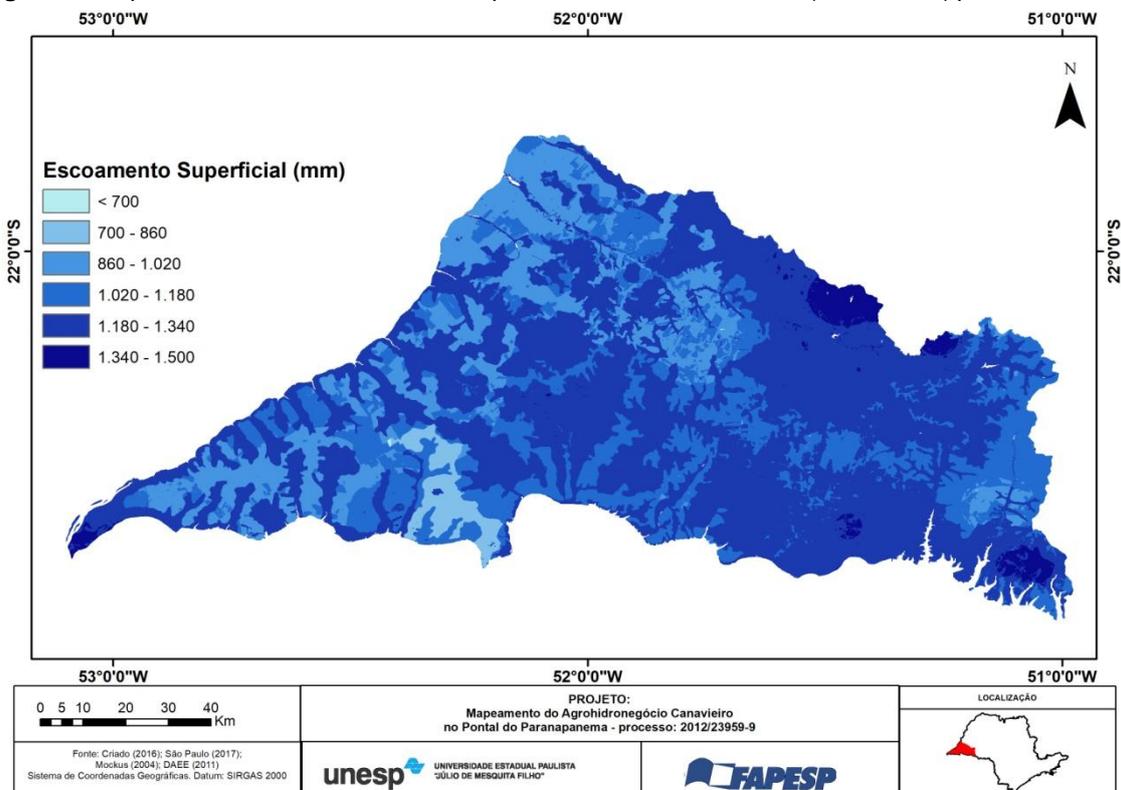
Moroz-Caccia Gouveia et al. (2017), discutem sobre a fragilidade ambiental na UGRHI 22 e apontam que os processos erosivos no Pontal do Paranapanema concentram-se mais nas áreas de pastagem (um processo erosivo a cada 2,87 km<sup>2</sup>) e nas áreas com cultivo de cana-de-açúcar (um processo erosivo a cada 3,91 km<sup>2</sup>).

Figura 11 – Mapa da estimativa de escoamento superficial da chuva média anual (1960 a 2015) para o ano de 1962.



Elaboração – os autores.

Figura 12. Mapa da estimativa de escoamento superficial da chuva média anual (1960 a 2015) para o ano de 2014.



Elaboração: os autores.

As áreas com valor de escoamento entre 860 mm a 1020 mm estão distribuídas predominantemente em locais com solos da classe A, ocupadas por pastagem, assim como a área com silvicultura na porção leste do Pontal.

Mesmo sobre solos da classe A, as áreas ocupadas por culturas temporárias apresentaram um valor elevado de escoamento se comparado às áreas de vegetação natural ou pastagem. É o caso da área à porção oeste da UGRHI, na qual os valores de escoamento de algumas áreas variaram de 860 mm a 1020 mm.

Segundo Zimmermann (2009), a uniformização de culturas, como é o caso da cana-de-açúcar no Pontal, é extremamente prejudicial ao solo, causando seu desgaste e empobrecimento. Estes fatores exercem influência na estrutura do solo que, por sua vez, influência na capacidade de infiltração e susceptibilidade a processos erosivos.

A única área com baixo escoamento no período de 2014 encontra-se na área do Morro do Diabo. Neste caso, os valores de escoamento foram menores que 700 mm.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação à distribuição espacial do escoamento superficial no Pontal do Paranapanema, verificou-se que, de maneira geral, os tipos de solo exerceram significativa influência no escoamento. Ainda assim, foi possível identificar áreas da bacia que sofreram alterações no escoamento superficial em função das mudanças da cobertura e uso da terra. É o caso das áreas com remanescentes florestais da Grande Reserva do Pontal no período de 1962, que apresentaram baixo escoamento. Em 2014 os remanescentes diminuíram drasticamente, limitando-se a Unidade de Conservação do Morro do Diabo, sendo apenas esta área da UGRHI a apresentar baixa ocorrência de escoamento no período.

Observou-se, da mesma maneira, a resposta do processo de escoamento à alteração do uso da terra de pastagem para culturas temporárias, estas que, no caso do Pontal, compreendem em sua maioria plantações de cana-de-açúcar. O escoamento aumentou nas áreas em que a cultura foi implantada, mesmo em solos com alta capacidade de infiltração. Em vista da tendência à expansão da cana-de-açúcar na UGRHI, fica evidente a necessidade de se pensar em alternativas para diminuir a intensidade destes processos em áreas tomadas por esta cultura.

O modelo permitiu a simulação de situações distintas de cobertura e uso da terra frente ao comportamento das chuvas na UGRHI 22, o que torna possível a predição de cenários e, desta maneira, a identificação de situações ideais de ocupação da terra na área, que resultem na minimização dos processos de degradação ambiental. Ainda assim, o grau de influência dos solos identificado nos resultados, pode ser um indicativo da baixa eficiência do modelo para estudos em escala regional.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP pelo apoio financeiro – Processo: 2012/23959-9; e ao Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Recursos Hídricos e ao CETAS da FCT-UNESP pelo apoio instrumental.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. F. M. de. Os fundamentos geológicos do relevo paulista. **Bol. Inst. Geogr. e Geol.**, São Paulo, 1964. v.41,p. 169-263.
- ALVES, G. J. **Aplicabilidade do Método CN-SCS a uma bacia hidrográfica representativa dos latossolos no sul se MG**. 2016. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas), Universidade Federal de Lavras, Lavras. 156 f.
- BARRETO-NETO, A. A.; SOUZA FILHO, C. R. de. Modelagem dinâmica de escoamento superficial. In: **Anais XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Belo Horizonte, 2003. 2427-2434 p.

BERTONI, J.C; TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: **Hidrologia Ciência e Aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade (UFRGS) e EDUSP, 2009. v. 1. 177-231 p.

BOIN, M. N. Chuvas e erosões no Oeste Paulista: uma análise climatológica aplicada. 2000. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 264 f.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, A. C.; Guerra, A. J. T. **Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 153-192.

CRIADO, R. C. Mudanças no uso e na cobertura da terra em municípios do Pontal do Paranapanema de 1984 a 2014. 2016. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Presidente Prudente. 315 f.

DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. Banco de dados pluviométricos do Estado de São Paulo. 2011. Disponível em: <<http://www.hidrologia.dae.sp.gov.br/>> Acesso em: 25. fev. 2018.

GUERRA, A. J.T. Processos Erosivos nas Encostas. In: **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 13 ed., 2015. 149 - 164 p.

IBGE. Dracena: região sudeste do Brasil. 1. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1980. 1 carta topográfica, color., 2794 x 2557 pixels, 1,51 MB, jpeg. Escala 1:250.000. Projeção UTM. Datum horizontal: marégrafo Imbituba, SC, Datum vertical: Córrego Alegre, MG. Folha SF-22-V-D, MI 473. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 18. jun. 2018.

\_\_\_\_\_. Loanda: região centro-oeste; sudeste; sul do Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1985. 1 carta topográfica, color., 4195 x 3750 pixels, 4,63 MB, jpeg. Escala 1:250.000. Projeção UTM. Datum horizontal: marégrafo Imbituba, SC, Datum vertical: Córrego Alegre, MG. Folha SF-22-Y-A, MI 484. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 18. jun. 2018.

\_\_\_\_\_. Manual Técnico de Uso da Terra. 3ª edição. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE. Diretoria de Geociências. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Manuais Técnicos em Geociências, número 7, 2013, p. 171.

\_\_\_\_\_. Marília: região sudeste do Brasil. 1. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 1 carta topográfica, color., 4088 x 3815 pixels, 3,27 MB, jpeg. Escala 1:250.000. Projeção UTM. Datum horizontal: marégrafo Imbituba, SC, Datum vertical: Córrego Alegre, MG. Folha SF-22-Z-A, MI 486. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 18. jun. 2018.

\_\_\_\_\_. Presidente Prudente: região sudeste do Brasil. 1. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 1 carta topográfica, color., 4292 x 3751 pixels, 7,66 MB, jpeg. Escala 1:250.000. Projeção UTM. Datum horizontal: marégrafo Imbituba, SC, Datum vertical: Córrego Alegre, MG. Folha SF-22-Y-B, MI 485. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 18. jun. 2018.

LEITE, J. F. **A ocupação do Pontal do Paranapanema**. São Paulo: Editora Hucitec, 1998. 202 p.

LOMBARDI NETO, F.; BELLINAZZI JÚNIOR, R.; GALETI, P. A.; BERTOLINI, D.; LEPSCH, I. F.; OLIVEIRA, J.B. **Nova abordagem para cálculo de espaçamento entre terraços**. **Simpósio sobre terraceamento agrícola**. Campinas, 1989. Fundação Cargill. p. 99-124.

MOCKUS, V. Estimation of Direct Runoff from Storm Rainfall. In: USDA-SCS. **National Engineering Handbook**: Chapter 10, Hydrology. 2004.

\_\_\_\_\_. Hydrologic Soil-Cover Complexes. In: USDA-SCS. **National Engineering Handbook**: Chapter 9, Hydrology. 2004

MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C.; GOUVEIA, J. M. C.; PIMENTA, J. P. O. Fragilidade ambiental aos processos erosivos lineares no Pontal do Paranapanema. In: **XVI Encontro de Geógrafos da América Latina**, 2017, La Paz. MEMORIAS de las ponencias del EGAL 2017. La Paz: XVI EGAL, 2017.

PEREIRA, L. M. **Modelagem hidrológica dinâmica distribuída para estimativa do escoamento superficial em uma microbacia urbana**. 2009. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 93.

PINTO, N. D. de S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. **Hidrologia básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 1976. 278 p

POLETTI, G. R. **Processo de uso e ocupação do Pontal do Paranapanema-SP: perspectiva das Unidades de Conservação (UCs)**. 2010. TCC (Graduação em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Presidente Prudente. 120 f.

PRUSKI, F. F.; GRIEBELER, N. P.; SILVA, D. D. Comparação entre dois métodos para a determinação do volume de escoamento superficial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v 25, n 2, Viçosa, p. 403-410, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832001000200016>

ROCHA, P. C., SANTOS C. R., SANTOS, A. A. A expansão da atividade canavieira e interações com a rede hidrográfica na região do Pontal do Paranapanema, São Paulo, Brasil. In: **SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO E V SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA**, 9, 2016, Guimarães. Anais... Guimarães: Universidade do Minho, 2016, p. 611 – 622.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Florestal. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: revisado e ampliado. Marcio Rossi. – São Paulo: Instituto Florestal, 2017. 118p. : il. color; mapas. 42x29,7 cm.

SARTORI, A. **Avaliação da Classificação Hidrológica do Solo para a Determinação do Excesso de Chuva do Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Univerisdade Estadual de Campinas, Campinas. 189 f.

SARTORI, A.; LOMBARDI NETO, F.; GENOVEZ, A. M. Classificação Hidrológica de Solos Brasileiros para a Estimativa da Chuva Excedente com o Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 1: Classificação. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH)**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, 2005. 05-18 p. <https://doi.org/10.21168/rbrh.v10n4.p5-18>

\_\_\_\_\_. **Desenvolvimento de critérios para classificação hidrológica de solos e determinação de valores de referência para o parâmetro CN**. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 237 f.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3.ed. Porto Alegre: ABRH, 2004. 943 p.

ZIMMERMANN, C. L. **Monocultura e Transgenia**: Impactos Ambientais e Insegurança Alimentar. *Veredas do Direito* (Belo Horizonte), v. 6, p. 79-100, 2009.

---

Recebido em: 11/10/2018

Aceito para publicação em: 02/04/2019