

## **IV-031 - DIAGNÓSTICO E PROPOSTAS PARA O GERENCIAMENTO MAIS SUSTENTÁVEL DA BACIA DO CÓRREGO DO BARBADO, CUIABÁ-MT**

**Karina Marcondes Colet** <sup>(1)</sup>

Arquiteta e Urbanista pela Universidade de Cuiabá (UNIC). Mestranda no Programa de Pós Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental (PPGEEA) /Faculdade de Arquitetura Engenharia e Tecnologia (FAET) – Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

**Alexandre Kepler Soares**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP), Professor da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás (UFG).

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Av. Fernando Corrêa da Costa, s/n –Coxipó - Cuiabá-MT – CEP 78060-900, - Brasil. Tel. (65) 3023-2565. e-mail: [karina\\_colet@hotmail.com](mailto:karina_colet@hotmail.com)

### **RESUMO**

O planejamento urbano em muitas cidades brasileiras não aconteceu no mesmo ritmo que o crescimento urbano, gerando assim uma ocupação desordenada do espaço físico, acarretando enormes prejuízos aos cursos d'água que não tiveram suas áreas de preservação permanente preservadas, tendo sua vegetação descaracterizada e água contaminada pelo lançamento indevido de esgoto e lixo em seu curso. A Bacia do Barbado, que se encontra na área urbana do município de Cuiabá-MT, é objeto de estudo deste trabalho, onde foram levantados Índices de Qualidade Ambiental (IQA), e também o escoamento superficial, que varia de acordo com a área permeável, para avaliar os impactos da urbanização no uso e ocupação do solo dessa bacia, que influenciam sobre a dinâmica hidrológica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Áreas Verdes Urbanas, Escoamento Superficial, Índice de Qualidade Ambiental, Urbanização.

### **INTRODUÇÃO**

No Brasil, ainda é recente a elaboração de projetos para recuperação de cursos d'água, que degradados pelo crescimento urbano, que gera a impermeabilização do solo. Segundo Giorski (2010), cidades situadas em países desenvolvidos implementaram planos e projetos considerados modelos em relação ao tratamento de sistemas e corredores fluviais urbanos, buscando assim uma integração destes cursos d'água no meio urbano.

A impermeabilização do solo não afeta apenas os recursos hídricos, mas também na temperatura das áreas urbanas com a formação de ilhas de calor. Por isso, é importante existir áreas verdes no espaço urbano. Segundo Callejas *et al.* (2009, p. 230) a vegetação é um importante componente regulador da temperatura urbana, principalmente em locais de clima tropical e subtropical.

Áreas arborizadas em grande extensão são responsáveis pela atenuação térmica de no mínimo 2 a 3°C e máxima de 6 a 8°C, se propagando em áreas circundantes em até 2 km da borda de um parque (HENKE-OLIVEIRA, 2001, p.4). Além disso, a cobertura vegetal contribui na atenuação da erosão no solo, e também atua na interceptação das chuvas, captura do gás carbônico durante o dia e produção do oxigênio, manutenção da fauna e flora e melhoramento do aspecto visual no espaço urbano.

O Córrego do Barbado, objeto de estudo deste trabalho, sendo uma das maiores sub-bacias afluentes do rio Cuiabá, importante curso d'água, devido a sua extensão e volume de água e que abastece as cidades de Cuiabá e Várzea Grande. Toda a extensão desta bacia se encontra localizada no perímetro urbano da cidade de Cuiabá-MT, e já apresenta trechos degradados devido ao processo de urbanização.

Nos períodos chuvosos, apresenta a ocorrência de alagamentos, que atingem suas áreas marginais, porém algumas obras de infra-estrutura na jusante do Barbado contribuíram para reduzir enchentes no seu curso, e a construção da usina hidrelétrica de Manso em 2000, estas cheias do rio Cuiabá passaram a ser controladas.

Apesar destas medidas executadas, a cidade vem apresentando contínuo crescimento, motivado pelo crescimento econômico do estado e também a realização obras de engenharia para a Copa de 2014, na qual Cuiabá será sede. Novas avenidas serão construídas, dentre elas a Avenida Parque do Barbado, já prevista no Plano Diretor da cidade, que se situará em paralelo ao curso do Córrego do Barbado, próxima a montante. Esta obra motivará a ocupação em seu torno e ampliará os efeitos dos impactos gerados por este crescimento urbano.

Desta maneira, analisar o impacto da urbanização sobre a bacia do Barbado, que drena uma área com elevado índice de urbanização é extremamente relevante para estudar o ambiente urbano e gerar dados para subsidiar a elaboração de futuras medidas preventivas e corretivas para a preservação deste curso d'água, que se encontra presente em uma grande extensão do espaço urbano de Cuiabá.

Sendo assim, o presente trabalho visa estudar o efeito da urbanização sobre a dinâmica hidrológica da Bacia do Barbado no município de Cuiabá – MT, a partir da elaboração de Índices de Qualidade Ambiental (IQA) e estimativa do escoamento superficial que utilizam a análise de superfícies permeáveis e impermeáveis.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

As superfícies impermeáveis têm sido empregadas como indicadores do grau de urbanização e de qualidade ambiental, que impactam diretamente nos sistemas de drenagem, dinâmica das bacias hidrográficas e qualidade da água. Assim como a quantificação do verde urbano, podem ser utilizados como instrumentos e parâmetros de avaliação da qualidade ambiental em áreas urbanas (Buccheri Filho e Nucci, 2006).

Para a elaboração dos IQA e determinação do escoamento superficial, foi utilizada a imagem de satélite *Sistem e Proboitoire de Observation de la Terre* (SPOT) do ano de 2009, que possui resolução adequada para este tipo de análise. Porém foram realizados dois processos diferenciados para obtenção do IQA e vazão de projeto, sendo que para a elaboração dos Índices de Qualidade são mapeadas apenas as áreas verdes e para o escoamento superficial, é realizada a classificação do uso e ocupação do solo de acordo com as categorias descritas no Quadro 2.

Para elaboração dos IQA foi realizada uma análise e quantificação de áreas verdes localizadas na APP e espaços públicos. Também foram classificados os espaços livres públicos e as áreas verdes particulares, a partir da metodologia utilizada por Sousa (2008). Nela, é realizada uma análise quantitativa da vegetação urbana a partir do cálculo dos índices que permitirão elaborar propostas para melhorar a qualidade ambiental da bacia, sendo os mesmos descritos a seguir. Os indicadores dependentes de demografia foram chamados de 'Índices' e os independentes de demografia de 'Percentual' (HENKE-OLIVEIRA, 2001).

- Índice Área Verde em função do tamanho da população (IAV): relação entre superfície total das áreas verdes ( $m^2$ ) / população (hab);
- Percentual Superfície Total da Bacia (PAV): relação entre superfície total de áreas verdes ( $m^2$ ) / Superfície total bacia ( $m^2$ );
- Índice de Espaços Livres Públicos (IEL): Superfície total espaços livres públicos ( $m^2$ ) / População (hab);
- Percentual de Espaços Livres Públicos (PEL): Superfície total espaços livres públicos ( $m^2$ ) / Superfície total da bacia ( $m^2$ );

Grupo de solos	Características do solo
<b>A</b>	solos arenosos com baixo teor de argila total, inferior a 8%, não havendo rocha nem camadas argilosas e nem mesmo densificadas até a profundidade de 1,5m. O teor de húmus é muito baixo, não atingindo 1% (Porto, 1979 e 1995). Solos que produzem baixo escoamento superficial e alta infiltração. Solos arenosos profundos com pouco silte e argila (Tucci et al, 1993).
<b>B</b>	solos arenosos menos profundos que os do Grupo A e com menor teor de argila total, porém ainda inferior a 15%. No caso de terras roxas, esse limite pode subir a 20% graças à maior porosidade. Os dois teores de húmus podem subir, respectivamente, a 1,2 e 1,5%. Não pode haver pedras e nem camadas argilosas até 1,5m, mas é, quase sempre, presente camada mais densificada que a camada superficial (Porto, 1979 e 1995) Solos menos permeáveis do que o anterior, solos arenosos menos profundo do que o tipo A e com permeabilidade superior à média (Tucci et al, 1993).
<b>C</b>	solos barrentos com teor total de argila de 20% a 30%, mas sem camadas argilosas impermeáveis ou contendo pedras até profundidade de 1,2m. No caso de terras roxas, esses dois limites máximos podem ser de 40% e 1,5m. Nota-se a cerca de 60cm de profundidade, camada mais densificada que no Grupo B, mas ainda longe das condições de impermeabilidade (Porto, 1979 e 1995). Solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo percentagem considerável de argila e pouco profundo (Tucci et al, 1993).
<b>D</b>	solos argilosos (30% a 40% de argila total) e ainda com camada densificada a uns 50cm de profundidade. Ou solos arenosos como do grupo B, mas com camada argilosa quase impermeável ou horizonte de seixos rolados (Porto, 1979 e 1995). Solos contendo argilas expansivas e pouco profundos com muito baixa capacidade de infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial (Tucci et al, 1993).

**Quadro 1: Classificação dos solos segundo o SCS. Fonte: Tomaz (2002)**

O Coeficiente do Escoamento Superficial (CN), foi determinado com base no levantamento das áreas permeáveis e impermeáveis por cada categoria de uso do solo na área da bacia (Quadro 2), a partir da classificação do solo nos quatro grupos descritos no Quadro 3, sendo adotado a classificação 'B'.

A cidade de Cuiabá apresenta duas estações de ano muito distintas uma da outra, sendo os meses de novembro a março que concentram a maior parte das chuvas acumuladas durante o ano todo, deixando o solo úmido, já nos demais meses que não apresenta a mesma regularidade de chuvas, o solo se apresenta seco. Desta forma optou-se por calcular o CN em duas categorias de solo, sendo ele seco (I) e úmido (III) devido a estas estações do ano bem definidas na capital. E também simular este coeficiente para quatro cenários, para estes possam ser comparados e verificar a eficácia das áreas verdes e permeáveis na atenuação do escoamento superficial, sendo eles:

- Cenário 1: Situação atual do uso do solo.
- Cenário 2: Situação futura, considerando apenas os lotes residenciais como área permeável.
- Cenário 3: Situação futura, considerando apenas área da APP (área de preservação permanente) como permeável.
- Cenário 4: Situação futura, considerando toda a área da bacia impermeável.

Posteriormente o CN obtido na classificação do solo, de acordo com o Quadro 2, este deve ainda ser corrigido de acordo com a umidade do solo que influencia diretamente sua capacidade de infiltração, que se encontra exposto no Quadro 3.

Utilização do solo	Grupos de solo			
	A	B	C	D
Zonas cultivadas: sem conservação do solo	72	81	88	91
com conservação do solo	62	71	78	81
Pastagens ou terrenos em más condições	68	79	86	89
Baldios em boas condições	39	61	74	80
Prado em boas condições	30	58	71	78
Bosques ou zonas com cobertura ruim	45	66	77	83
Florestas: cobertura boa	25	55	70	77
Espaços abertos, relvados, parques, campos de golfe, cemitérios, boas condições				
Com relva em mais de 75% da área	39	61	74	80
Com relva de 50% a 75% da área	49	69	79	84
Zonas comerciais e de escritórios	89	92	94	95
Zonas industriais	81	88	91	93
Zonas residenciais				
Lotes de (m2) % média impermeável				
<500 65	77	85	90	92
1000 38	61	75	83	87
1300 30	57	72	81	86
2000 25	54	70	80	85
4000 20	51	68	79	84
Parques de estacionamento, telhados, viadutos, etc.	98	98	98	98
Arruamentos e estradas				
Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais	98	98	98	98
Paralelepípedos	76	85	89	91
Terra	72	82	87	89

**Quadro 2: Número de CN para bacias urbanas e suburbanas. Fonte: Tomaz (2002).**

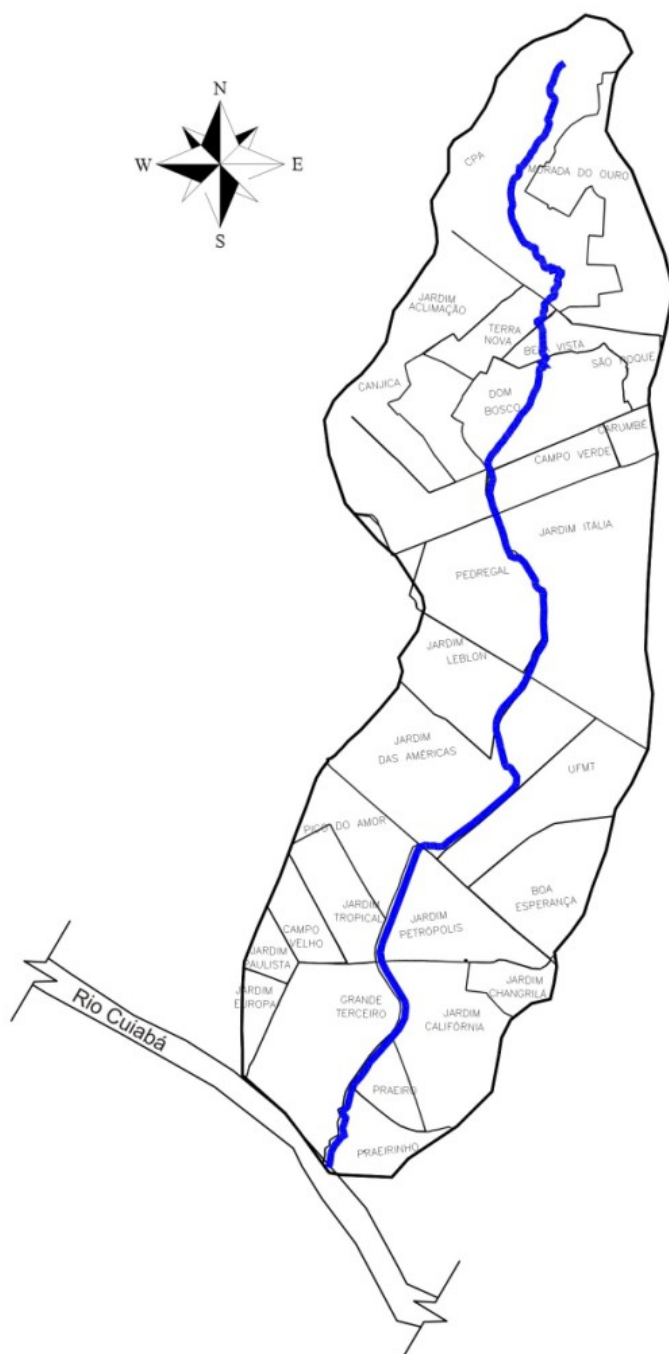
Condições do solo	Situação do solo
<b>I</b>	Solo seco.
<b>II</b>	Condições médias do solo. É a condição normal das tabelas do número CN.
<b>III</b>	Solo úmido. Ocorreram precipitações nos últimos cinco dias. O solo está saturado.

**Quadro 3: Condições de umidade antecedente do solo. Fonte: Tomaz (2002)**

## CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo deste trabalho é a bacia do Barbado tem toda sua extensão localizada na área urbana da cidade de Cuiabá-MT, na porção centro-leste da cidade. Este é afluente do Rio Cuiabá, que abastece as cidades de Cuiabá e Várzea Grande, constituindo com outras sub-bacias, a grande bacia hidrográfica do Cuiabá.

Ele se encontra distribuído em 21 bairros, porém 25 bairros integram a área de sua bacia, conforme Figura 1, sendo eles de diferentes padrões de renda e extensões conforme dados do IBGE do ano de 2000 e 2007 do Perfil Socioeconômico de Cuiabá.



**Figura 1: Bacia do Córrego do Barbado. Fonte: Adaptado SMDU (2010).**

O relevo do Barbado foi modelado sobre rochas metamórficas Pré-Cambrianas e se encontra na unidade geomorfológica da Depressão Cuiabana, apresenta topografia levemente inclinada, com baixos espigões. Apresenta também pequenos ‘cluses’ correspondentes às fraturas e diáclases que cortam as camadas rochosas (BORDEST, 2003).

As cabeceiras do Barbado localizam-se no Centro Político Administrativo (CPA), onde o divisor de águas separa as nascentes dos Córregos Ribeirão da Ponte, Moinho, Quarta-Feira e Barbado. Esta área já está muito devastada, processo iniciado na década de 70 com o garimpo e construção do CPA.

Entre os anos de 1960 e 1990 a cidade de Cuiabá passou por grandes transformações decorrentes da expansão urbana, particularizando o Barbado, a construção do Centro Político Administrativo (CPA) em 1970 na porção NE - região da nascente, e Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) em 1972, na porção SE – região central da bacia fomentaram a ocupação urbana em seu entorno (BORDEST, 2003).

Ainda segundo Bordest (2003) o Barbado tem leitos estreitos e com uma profundidade média de 1 a 2 metros, seus afluentes em geral são curtos e poucos ramificados e atualmente sucumbidos chegam a desaparecer. Sua cabeceira possui cota de 225 m e sua foz cota de 140 m de altitude.

A sua extensão é de 9.400 m e sua área de drenagem possui aproximadamente 14 km<sup>2</sup>, com sua nascente, nas proximidades do Parque Massairo Okamura (bairro Morada do Ouro) – área legalmente protegida, até sua foz, no Rio Cuiabá, ver Figura 1.

## INDICES DE QUALIDADE AMBIENTAL (IQA)

Os Índices de Áreas Verdes (IAV) tem sido o principal indicador da arborização urbana e qualidade ambiental das cidades, e para muitos autores este índice deve ser calculado levando apenas em consideração as áreas verdes públicas de acesso coletivo, excluindo canteiros centrais de ruas e avenidas. Porém neste estudo foi incluído a Reserva do Parque Massairo Okamura, como uma área pública, apesar de ser uma Unidade de Conservação, pois a mesma foi transformada em um parque de uso coletivo da comunidade.

Estudos que investigam índices ideais para as cidades brasileiras ainda são deficientes, por isso para melhor análise dos resultados obtidos, os mesmos foram comparados com os trabalhos de Sousa (2008) em Uberaba - MG, Henke-Oliveira (2001) em Luiz Antonio - SP e Bucherri e Nucci (2006) em Curitiba – PR, que utilizaram metodologias semelhantes a este trabalho.

Na Figura 2, é apresentada a distribuição das áreas verdes públicas e particulares, APP e Espaços Livres Públicos que foram mapeadas e quantificadas para elaboração dos IQA na bacia do Barbado.

Na Tabela 1, se encontram dispostos na coluna ‘CUIABÁ-MT’ os valores dos índices obtidos neste estudo e que são comparados a de outros autores.

O IAV encontrado foi de 5,61 m<sup>2</sup>/hab, obtido através do somatório das áreas das superfícies de áreas verdes públicas e da APP divididos pela população da bacia, o que pode ser considerado um bom índice, quando comparado ao de Uberaba-MG e Curitiba – PR, porém se encontra inferior ao sugerido pela SBAU.

O Percentual de Áreas Verdes (PAV) de 0,05 %, o Índice de Espaços Livres Públicos (IEL) de 0,36 m<sup>2</sup>/hab e Percentual de Espaços Livres Públicos (PEL) de 0,003% se foram inferiores aos trabalhos comparados nesse estudo.



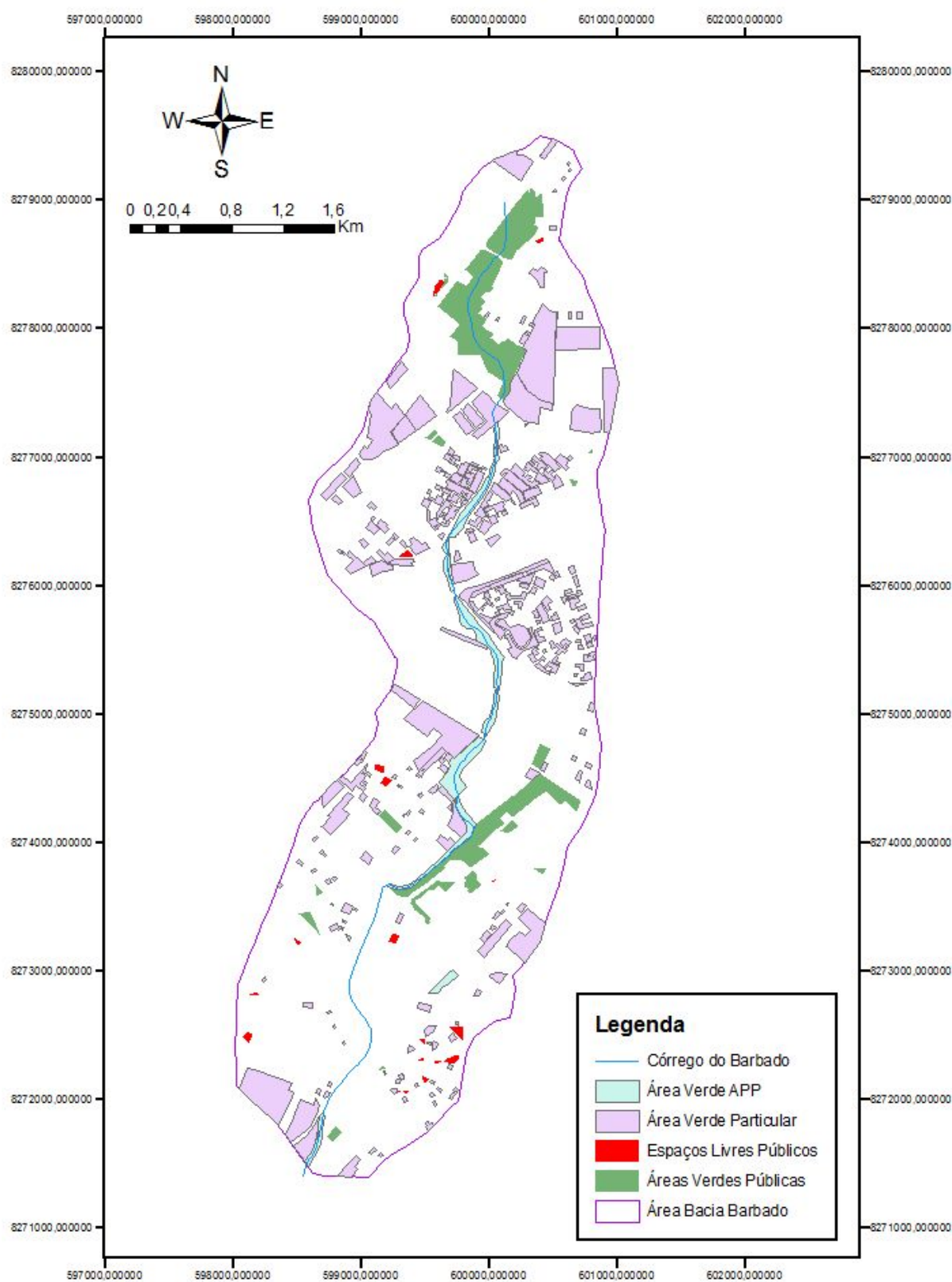


Figura 2: Levantamento áreas verdes

**Tabela 1: Índices de Qualidade Ambiental (IQA)**

Parâmetro		Variáveis	Trabalhos Comparados				
			Cuiabá – MT	Uberaba – MG	Curitiba – PR	Luiz Antonio – SP	SBAU
IAV	Índice Área Verde	* Áreas Verdes públicas de uso coletivo e APP	<b>5,61</b>	1,9	0,91	14,9	15
PAV	Superfície total Áreas Verdes na bacia	* Áreas Verdes públicas de uso coletivo e APP / * Área da Bacia	<b>0,05</b>	0,97	0,6	6,2	-
IEL	Superfície total Espaços Livres Públicos	* Espaços livres públicos / * População da Bacia	<b>0,36</b>	2,9	2,23	-	-
PEL	Percentual de Espaços Livres Públicos	* Espaços livres públicos / * Área da Bacia	<b>0,003</b>	1,45	1,49	-	-

### SIMULAÇÕES HIDROLÓGICAS - ESCOAMENTO SUPERFICIAL – SCS

Além de estimar o escoamento superficial da bacia, para esse trabalho, definiu-se por comparar a situação atual e futura da bacia do Barbado, estimando o escoamento para quatro cenários pré-estabelecidos, considerando tempos de recorrência. Sendo estes:

- Cenário 1: Situação atual do uso do solo.
- Cenário 2: Situação futura, considerando apenas os lotes residenciais como área permeável.
- Cenário 3: Situação futura, considerando apenas área da APP (área de preservação permanente) como permeável. Este cenário pode ser considerado como máxima impermeabilização visto que a legislação não permite a impermeabilização das APP – realidade de muitas áreas urbanas.
- Cenário 4: Situação futura, considerando toda a área da bacia impermeável. Podendo ser comparado os cenários anteriores com a situação de impermeabilização total da bacia (situação extrema), apesar de ser ilegal a impermeabilização das áreas da APP. Este cenário verifica a real influência no amortecimento das cheias pela APP (Cenário 3).

Na Tabela 2 são apresentados os valores das áreas permeáveis e impermeáveis para cada cenário simulado.

**Tabela 2: Áreas permeáveis e impermeáveis para cada cenário**

Cenário	Área da bacia	Área Impermeável		Área Permeável	
<b>1</b>	13.935.932,11	4.111.394,83	29,50%	9.824.537,28	70,50%
<b>2</b>		6.184.287,66	44,38%	7.751.644,45	55,62%
<b>3</b>		13.396.835,24	96,13%	539.096,87	3,87%
<b>4</b>		13.935.932,11	100,00%	0,00	0,00%

Foi adotada a classificação de solo o tipo B (Quadro 1) para determinação do CN de cada categoria do solo do Quadro 2, pois neste caso por não haver uma caracterização mais detalhada a literatura sugere esta.

Posteriormente estas áreas permeáveis tiveram seus CN corrigidos para se enquadrarem na condição adequada de umidade, conforme Tabela 3. Após isso foi obtido um único CN para cada área total permeável em cada cenário simulado, para isso foi retirada uma média ponderada através da somatória de cada categoria de uso do solo multiplicada por seu respectivo CN, sendo que estes valores obtidos se encontram discriminados na Tabela 4.



**Tabela 3: Ajustamento do CN da condição normal II para o solo seco (I) e úmido (III). Fonte: Tomaz (2002). Fonte: McCuen, (1998) *apud* Tomaz (2002)**

Condição normal II do número CN	CN adequado para a devida condição	
	Condição I (solo seco)	Condição III (solo úmido)
100	10	100
95	87	99
90	78	98
85	70	97
80	63	94
75	57	91
70	51	87
65	45	83
60	40	79
55	35	75
50	31	70
45	27	65
40	23	60
35	19	55
30	15	50
25	12	45
20	9	39
15	7	33
10	4	26
5	2	17
0	0	0

**Tabela 4: Valores encontrados de CN para cada cenário**

Cenário		Área Permeável (m²)	CN (final)
solo seco	1	9.824.537,28	63,17
	2	7.751.644,45	68,17
	3	539.096,87	40,00
	4	0,00	0,00
solo úmido	1	9.824.537,28	93,10
	2	7.751.644,45	96,08
	3	539.096,87	79,00
	4	0,00	0,00

Devido a existência de áreas permeáveis e impermeáveis houve necessidade de se estimar um CN composto considerando a fração de área impermeável, a partir da equação 1:

$$CNw = CNp \cdot (1-f) + f \cdot CNi \quad \text{equação (1)}$$

Sendo:

CNw = número CN composto da área urbana em estudo;

CN<sub>p</sub>= número CN da área permeável da bacia em estudo;

f= relação entre a área impermeável e a área total da bacia;

CN<sub>i</sub> = coeficiente obtido para a área impermeável.

Os valores obtidos para os CN compostos, a partir da equação 1, considerando o solo seco e úmido em cada cenário se encontram descritos na Tabela 5.

**Tabela 5: Valores de CN**

Cenário	Tipo de Solo	
	solo seco (I)	solo úmido (III)
1	74,04	95,13
2	82,29	97,82
3	97,68	99,19
4	100	100

Analisando estes cenários observa-se que a maior variação entre coeficientes ocorre no tipo de solo seco. Nota-se que o cenário 1 é a situação atual da bacia, e nos dois tipos de solo, o cenário 4 apresenta CN = 100, devido a inexistência de área permeável.

No cenário 2, no tipo de solo seco, nota-se uma variação considerável em relação ao cenário 4, o que mostra que as áreas permeáveis dos lotes residenciais exercem um importante papel no controle do escoamento superficial.

Já o cenário 3, nos dois tipos de solo, observa-se uma variação muito pequena, em relação ao cenário 4, variação esta que representa a influência da APP no amortecimento deste escoamento.

A classificação do uso e ocupação do solo (Figura 3) foi realizada com base no Quadro 2, sendo a maioria dos lotes da área da bacia classificados como residenciais.

A vazão de projeto, foi calculada para cada cenário, considerando cada tipo de solo (seco e úmido) e período de recorrência de 5, 10 e 20 anos, obtendo-se os hidrogramas de projeto expostos na Figura 4, com suas vazões comparadas e expostas na Tabela 6.

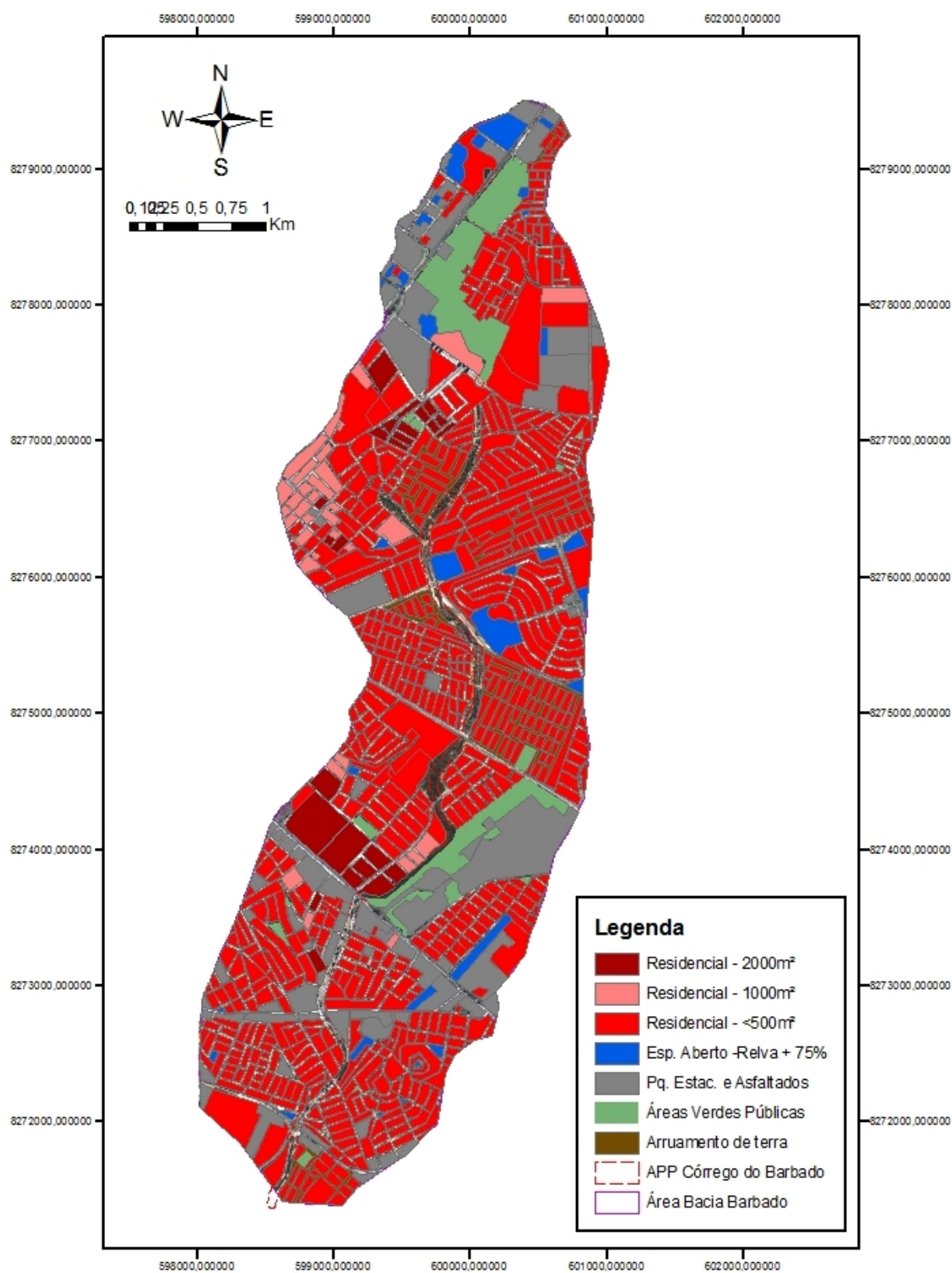
Observando os hidrogramas e a Tabela 6, verificou-se que os maiores acréscimos de vazão acontecem nos cenários 3 e 4, devido a sua maior área impermeabilizada.

Obtendo-se e comparando as médias de variação de vazões entre a situação atual (cenário 1) com a situação extrema (cenário 4), verifica-se que solo seco varia em média 93,46 m³/s e no solo úmido esta variação é de 22,21 m³/s.

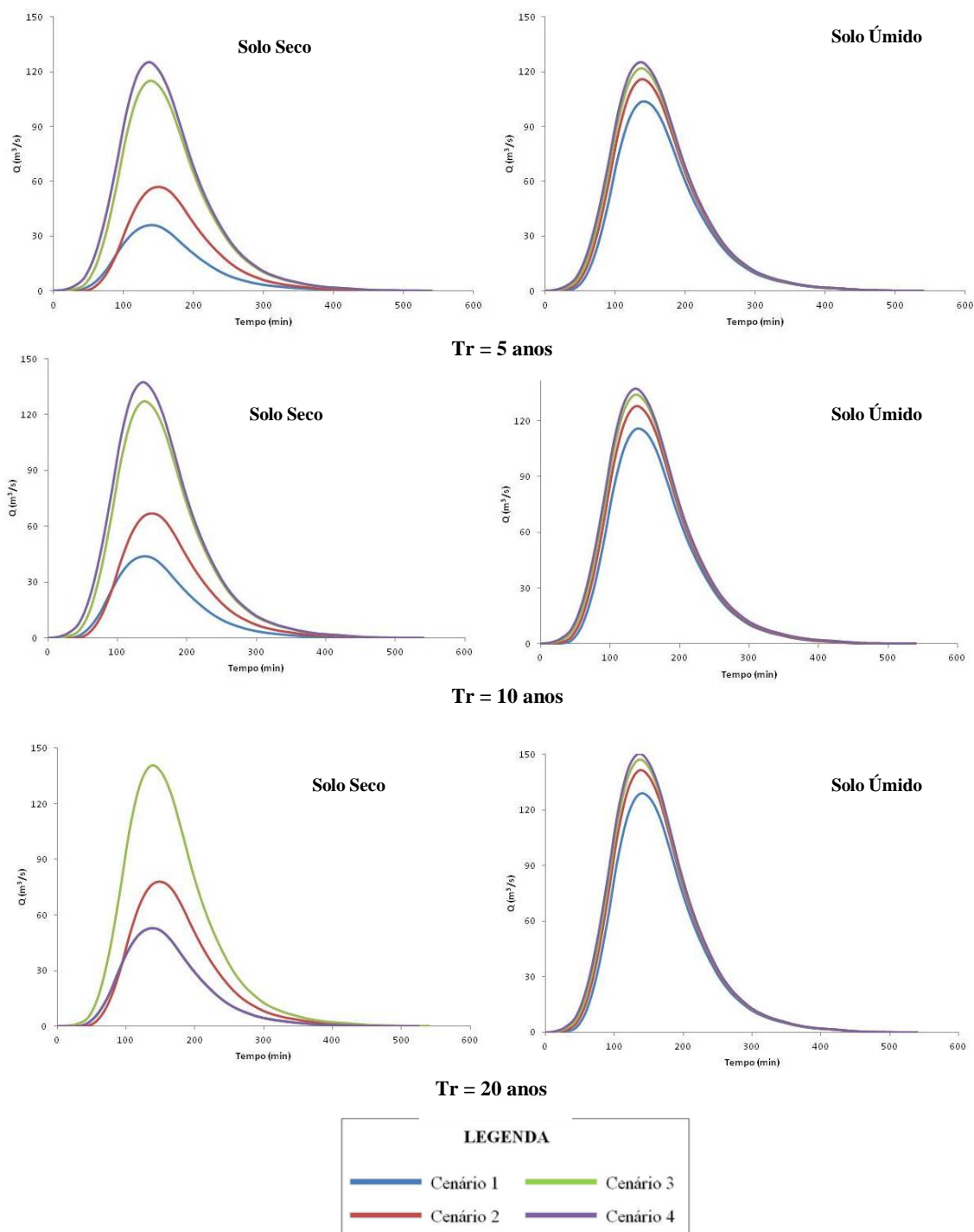
A média de variação de vazão é maior no período seco, comprovando o forte impacto na ocupação e impermeabilização da área da bacia (cenário 4). Apesar de o período chuvoso representar mais riscos a sociedade, devido a possíveis colapsos que o sistema de drenagem pode sofrer.

Desta maneira, a maior variação de vazões ocorre no cenário 1 com Tr de 5 anos, que varia em torno de 48,31% e a menor acontece no Tr de 20 anos, cenário 3. Nota-se também que as vazões para o cenário 4 de todos os Tr são iguais para solo seco e úmido, pois seu CN é o mesmo.

As vazões dos cenários com solo úmido é superior a do solo seco, devido a deficiência do solo úmido em absorver o água escoada por se encontrar saturado.



**Figura 3: Levantamento áreas para dimensionamento do escoamento superficial**



**Figura 4: Hidrogramas Tr de 5, 10 e 20 anos – solo seco e úmido**

**Tabela 6: Comparação das vazões dos hidrogramas simulados**

Tr (anos)	Cenário	Solo Seco	Solo Úmido	Diferença
		Vazão (m³/s)	Vazão (m³/s)	%
5	1	35,88	102,95	48,31%
	2	56,97	115,5	33,94%
	3	114,84	121,78	2,93%
	4	125,09	125,09	-
10	1	43,69	114,95	44,92%
	2	66,73	127,62	31,33%
	3	126,96	133,88	2,65%
	4	137,17	137,17	-
20	1	52,73	128,15	41,70%
	2	77,75	140,91	28,89%
	3	140,25	147,15	2,40%
	4	150,42	150,42	-

## CONCLUSÕES

Os IQA levantados para a Bacia do Barbado se apresentaram inferiores aos índices comparados, havendo a necessidade de ampliação da cobertura vegetal.

Em relação ao CN, os resultados apontam que as áreas permeáveis dos lotes exercem importante papel na atenuação do escoamento superficial, bem como a área verde da APP.

Os hidrogramas apresentaram menor vazão de pico no Tr de 5 anos para o Cenário 1 que é a situação atual de impermeabilização da bacia.

Comparando o Cenário 3, que simula a impermeabilização de toda a área da bacia com exceção da APP, com o Cenário 1 (situação atual) verifica-se o aumento de aproximadamente três vezes o valor da vazão entre eles. Esse resultado aponta a importância das áreas permeáveis de lotes particulares na área da bacia para atenuação do escoamento superficial.

A adoção de técnicas de controle de escoamento, também conhecidas como compensatórias, é uma estratégia que contribui na diminuição do escoamento superficial, e pode ser empregada na Bacia do Barbado.

Essas técnicas podem ser obtidas através da combinação de tecnologias que facilitam a infiltração e o aumento do tempo de trânsito antes de chegar à bacia, sendo elas: bacias de retenção, valas de infiltração, trincheiras. As vantagens, de modo geral, da aplicação destas tecnologias são: recarga do aquífero, controle da qualidade da água, economia na construção das redes de drenagem, amortecimento nos picos de escoamento superficial e ganhos paisagísticos (COLET *et al.*, 2011).

Desta forma, podemos concluir que a área da Bacia do Barbado apesar de apresentar um bom índice de área verde, apresenta graves fatores de degradação no seu curso e APP. Concluiu-se também que as APP e áreas permeáveis residenciais tem um importante papel na atenuação do escoamento superficial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORDEST, S. M. L. A Bacia do Córrego do Barbado Cuiabá, Mato-Grosso. Cuiabá: Gráfica Print, 2003.116 p.
- BUCCHERI FILHO, A. T.; NUCCI, J. C. Espaços livres, áreas verdes e cobertura vegetal no bairro Alto da XV, Curitiba/PR. In: *Revista do Departamento de Geografia*. Vol. 18, 2006, p. 48-59.

3. CALLEJAS, I. J. A. *et al.* Avaliação do clima urbano em zonas arborizadas e não arborizadas no bairro central de Cuiabá – MT. In: MUSIS, C.R.; NOGUEIRA, M.C.J.A. (Org) **Contribuições ao estudo de conforto ambiental na grande Cuiabá-MT**. Vol. 1, Cuiabá: EdUnic, 2009, 268 p.
4. CASTRO JUNIOR, P. R. *et al.* Caracterização e delimitação cartográfica das áreas de preservação permanente (APP's) e de zonas de interesse ambiental (ZIA's) na área urbana de Cuiabá. 2008. 47 p. Relatório, não publicado.
5. COELHO, M. C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas: Teorias, Conceitos e Métodos de Pesquisa. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org). **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand, 2011. 418 p.
6. COLET, K.M.; BARCELOS, K.A.; BRANDÃO, D.Q. Sistemas Alternativos de Drenagem em Empreendimentos Habitacionais. 4º Seminário de Habitação de Interesse Social de Mato-Grosso. Sinop, 2011.
7. GORSKI, M. C. B. **Rios e cidades: Ruptura e Conciliação**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2010.
8. HENKE-OLIVEIRA, C. **Análise de padrões e processos no uso do solo, vegetação e crescimento e urbano. Estudo de caso de Luiz Antonio – SP**. 101 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Carlos (UFSCar), São Carlos, 2001.
9. SOUSA, J. S. **Áreas de preservação permanente urbanas: mapeamento, diagnósticos, índices de qualidade ambiental e influência no escoamento superficial**. Estudo de caso: Bacia do Córrego das Lajes, Uberaba/MG. 160p. Dissertação (mestrado engenharia civil). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.
10. YANO, A., BARROS, H.C., COLET, K.M., MIRANDA, M.Z.C., ORMONDE, V.S.S., SOARES, A.K. Estudo da canalização e dimensionamento de bacia de retenção no córrego do Barbado, Cuiabá-MT. In: **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Maceió-AL, Brasil, 2011.