

ESPAÇO URBANO DE PORTO UNIÃO - SC: ESTUDO DE CASO SOBRE IMPERMEABILIZAÇÃO COM FOTOS AÉREAS ADS40

Jerusa Tonete Felde ¹
Cristian Whitman Bueno da Silva Reinelli ²
Paulo Costa de Oliveira Filho ³

Universidade Estadual do Centro-Oeste / UNICENTRO-PR
Departamento de Engenharia Ambiental
Caixa Postal 21 – 84.500 - Irati - PR, Brasil

¹jerusatfelde@hotmail.com

²cristianunc@gmail.com

³paulocostafh@irati.unicentro.br

Abstract. The rapid population growth has triggered a disorderly and improper use of the urban space, a fact that can be observed in most Brazilian cities and is responsible for significant changes in urban basins, in which the replacement of natural drainage by artificial structures occurs increasing the impervious area within the cities and bringing great consequences for the population and environment. Hence, the present study aimed to detailed classification of the various surfaces of a part of the urban area of Porto União, Santa Catarina, from photographic images of 0.40 meters obtained by the camera ADS40. The method consisted of interpretation and vectorization on screen then the association of polygons to pre-defined classes. The total area was classified 352.608,0m² corresponding to a region of 30 blocks in the urban area of the municipality.

Palavras-chave: Remote sensing, occupancy soil, urban drainage, Sensoriamento remoto, taxa de ocupação do solo, drenagem urbana.

1. Introdução

A fotointerpretação é utilizada em diferentes áreas de atuação como geologia, agricultura, floresta, até o planejamento ambiental. Atualmente com a maior tendência de interpretar fotografias aéreas em meio digital, os foto interpretes contam com uma grande variedade de câmeras como a que destacamos no presente trabalho - ADS40 (Airborne Digital Sensor), e ferramentas de processamento de imagens. As fotografias deste estudo foram analisadas no modo monoscópico, utilizando um software de processamento de imagens, o SIG (Sistema de Informações Geográficas) SPRING versão 5.2.6. Para facilitar a identificação das classes de uso e ocupação do solo definidas neste trabalho, foram utilizadas imagens panorâmicas em 360° na perspectiva de visão da rua do *Google Earth Street View*.

Ribeiro (2007) pôde avaliar a evolução da impermeabilização do solo da bacia hidrográfica do Rio Bacacheri na cidade de Curitiba fazendo uma análise multitemporal a partir da fotointerpretação de fotos aéreas dos anos 1952, 1962, 1980 e 2000, e processamento de dados em ambiente SIG. Neste estudo, os tipos foram classificados em permeáveis, semipermeáveis e impermeáveis.

Sebusiani e Bettine (2011) realizaram também uma análise cronológica utilizando fotos aéreas de 1994 em escala 1:5.000, e uma imagem de satélite de 2007, obtida através do sistema *Google Earth* para um estudo de impermeabilização do solo na região da Bacia do Córrego da Fazenda Santa Cândida que é um afluente do Ribeirão das Anhumas, o qual nasce no centro de Campinas/SP. Os níveis de impermeabilização foram classificados em alto, médio e baixo.

Tucci (2003) afirma que a utilização de canalização para drenagem, muito utilizada no Brasil, pode agravar o problema ao invés de resolvê-lo, pois além dos custos de obras estruturais como esta serem altos, ainda transfere a inundação para jusante da bacia hidrográfica.

Araújo et al. (2000) comentam que há uma tendência na área de drenagem urbana de utilização de um dispositivo que aumente a infiltração e retarde o escoamento, um exemplo disso é o pavimento permeável, que é capaz de reduzir volumes de escoamento superficial e vazões de pico em níveis semelhantes aos que eram observados antes da intensa urbanização. Sobre o desempenho de pavimentos permeáveis como medida mitigadora da impermeabilização do solo urbano Pinto (2011) afirma que por causa do impacto gerado pela impermeabilização, há uma demanda por dispositivos que contribuam para amenizar os impactos que esta traz ao ambiente e tentar reverter esse fenômeno, e o pavimento permeável é muito eficiente nesse sentido, pois promove a infiltração da água da chuva no solo urbano e atua como um retardador do tempo de pico das cheias, além de permitir a recarga do lençol freático. A autora ainda afirma que os pavimentos permeáveis mais comumente encontrados são os blocos de concreto (vazados ou não), e o revestimento poroso que também é conhecido como concreto asfáltico poroso, ou camada porosa de atrito (CPA), esses pavimentos podem ser usados em calçadas, estacionamentos, ruas de tráfego leve, etc.

Cruz et al. (1999) propõem a aplicação de estruturas simples que juntas com o sistema de drenagem convencional proporcionam a diminuição de vazões e volumes de água escoados, reduzindo deste modo um dos maiores problemas no ambiente urbano que são as cheias. O autor conclui que a utilização destes dispositivos é eficiente para amenizar os impactos causados pela impermeabilização do espaço urbano e no controle do escoamento superficial. Este trabalho tem como objetivo a interpretação de fotografias aéreas digitais para o mapeamento e obtenção da distribuição espacial das áreas verdes e construídas, assim como as taxas de ocupação/impermeabilização do solo urbano de uma área urbana da cidade de Porto União, Santa Catarina.

2. Metodologia

2.1 Localização da Área de Estudo

A área de estudo está localizada em uma parcela da área urbana do município de Porto União, o qual está localizado no Planalto Norte do estado de Santa Catarina (Figura 1). A cidade é banhada pelos Rios Iguaçu e seus afluentes Jangada, Timbó, Pintado, dos Pardos, Bonito e Tamanduá. Com população de 34.551 habitantes, sendo 28.266 pessoas residentes da área urbana. O território da cidade tem 845,340 km² e a densidade demográfica é de 39,62 hab/km², segundo senso do IBGE 2010.

2.2 Coleta e Processamento dos dados

Foram utilizadas ortoimagens recentes do ano de 2012 de resolução espacial de 40 centímetros, as quais foram obtidas através do sensor ADS40 Sensor Digital Airborne. Foi utilizado o aplicativo de domínio público SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas, versão 5.2.6., e para facilitar a identificação das classes de uso e ocupação do solo definidas neste trabalho, foram utilizadas imagens panorâmicas em 360° no nível da rua do *Google Earth Street View*, que utiliza técnicas de fotogrametria de superfície para simular a sensação de estar dentro das ruas de uma cidade. O mapeamento foi realizado utilizando a interpretação cognitiva e a técnica de vetorização sobre tela seguido de uma associação dos polígonos às classes pré-definidas. Também foram obtidas fotos in loco da área de estudo, e das diferentes classes pré-estabelecidas. Ao final foi elaborado um mapa temático contendo a distribuição das 13 classes identificadas no ambiente estudado, suas respectivas áreas e ocupação percentual em relação à área total. Com a delimitação dos usos e ocupação do solo urbano, foram realizados testes de permeabilidade destas áreas, esta etapa foi realizada a partir da determinação dos grupos de classes identificadas, seguindo de uma padronização de valores a serem adotados, estabelecidos como cm³/cm², pois existe uma



Figura 1. Localização da área de estudo, no sul do Brasil, norte do estado de Santa Catarina, no município de Porto União.

Figure 1. Location of the study area in southern Brazil, northern state of Santa Catarina, in the municipality of Porto União.

grande discrepância de índices destas permeabilidades entre grupos de ocupação, como estradas, calçadas e solo exposto. Para determinar os valores de permeabilidade foram utilizados 2 cilindros graduados, um com área basal menor para superfícies homogêneas e outro com área basal maior buscando abranger uma maior área de permeabilidade. Os cilindros foram devidamente alocados sobre as diferentes superfícies e isolados para impedir o vazamento de água. A seguir foi adicionado água continuamente pelo período de 5 minutos para a manutenção do nível dentro de cada recipiente sendo quantificado o volume de água infiltrada. Após estes processos foram anotados os valores, e calculada a quantidade de água que permeou em cm^3 por cm^2 de área basal. Tomando-se o cuidado para que as áreas estivessem em condições naturais de chuvas, sem apresentar saturação por umidade. Os instrumentos dos ensaios estão representados na figura 2.



Figura 2. Instrumentos utilizados nos ensaios de permeabilidade, para área basal maior buscando compreender uma maior área para a permeabilidade (Figura 1-A) e outro para área basal menor para superfícies homogêneas (Figura 1-B).

Figure 2. Instruments used in permeability tests, greater basal area seeking to understand a larger area for the permeability (Figure 1a) and another for lower basal area to homogeneous surfaces (Figure 1b).

3. Resultados e Discussão

3.1 Classes de uso e ocupação do solo urbano

Após os trabalhos de interpretação e classificação do uso e ocupação do solo urbano, foram obtidos os valores por área em m² e em percentual para as classes pré-definidas apresentadas na tabela 1 e distribuídas espacialmente no mapa temático da figura 3.

Tabela 1. Área total e percentagens das classes mapeadas.

Table 1. Total area and percentage of the mapped classes.

	CLASSE	Área (m ²)	Ocupação (%)
1	Solo Exposto	33.713,0	9,56
2	Vegetação Rasteira	121.427,0	34,44
3	Vegetação Arbórea	15.361,0	4,36
4	Brita	13.778,0	3,91
5	Bloquete sextavado	6.360,0	1,80
6	Asfalto	31.521,0	8,83
7	Pedras paralelepípedo	8.580,0	2,43
8	Concreto	16.586,0	4,70
9	Blocos intertravados retangulares	107,0	0,03
10	Cascalho	495,0	0,14
11	Pó de pedra	73,0	0,02
12	Telhados e coberturas	74.953,0	21,26
13	Estrada compactada	29.653,0	8,41
	Total	352.608,0	100

A interpretação das fotografias digitais de alta resolução permitiu um nível de detalhamento bastante alto dos diversos materiais componentes da estrutura urbana, proporcionando um resultado espacial bastante confiável. A distribuição espacial das classes além das taxas de ocupação do solo urbano, permitem estudos de permeabilidade do solo, de grande utilidade à gestão da urbanização como também ao planejamento de escoamento e drenagem até o gerenciamento de áreas sujeitas à inundação.

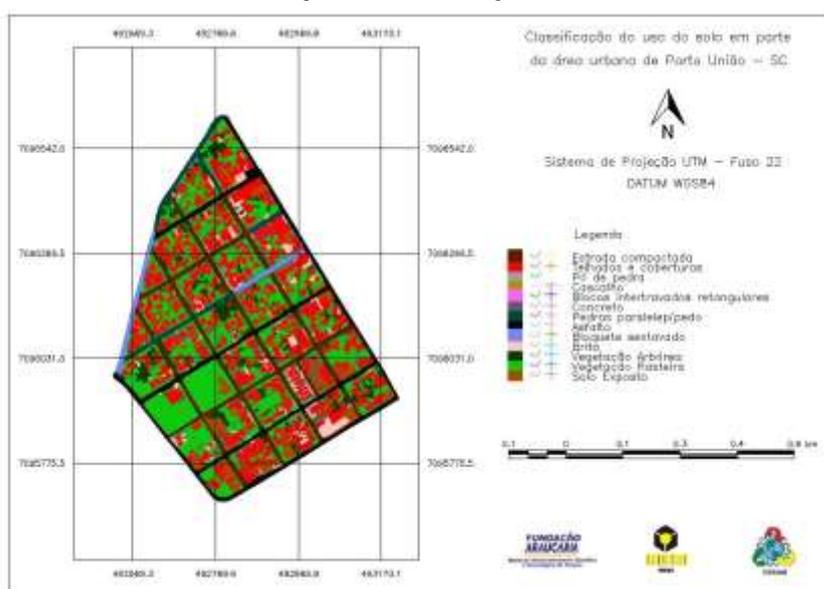


Figura 3. Mapa da classificação do uso do solo na área do estudo.

Figure 3. Map of the classification of land use in the study area.

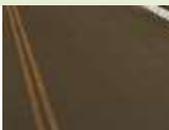
Fonte: Elaborada pelos autores.

A tabela 2 apresenta as classes de uso e ocupação da área de estudo, do espaço urbano de Porto União, Santa Catarina, sua descrição, um segmento de imagem obtido através do Google Earth Street View 2011 utilizado para checagem e uma fotografia “*in loco*” 2014 de cada superfície ou classe identificada em campo.

3.2 Permeabilidades das Classes de Uso e Ocupação do Solo

A partir das classes de uso e ocupação pré-definidas conforme a tabela 2, foi então realizado o estudo da capacidade de permeabilidade em cada uma das superfícies. Apesar de um rigoroso cuidado para o detalhamento das permeabilidades de diversos materiais de ocupação do solo encontrados nesta área urbana, alguns índices não apresentaram diferenças de comportamentos em sua capacidade de permeabilidade, e outros com capacidades de permeabilidade influenciadas pela camada sub-superficial a qual eles recobrem. A partir das capacidades de permeabilidade apresentadas nos testes, as classes de uso e ocupação, ou as diferentes superfícies intraurbanas, foram classificadas em grupos por similaridade.

Tabela 2. Classes do uso e ocupação do espaço urbano de Porto União – SC.
Table 2. Class of the use and occupation of urban space in Porto União - SC.

Classe	Descrição	Imagens GoogleEarth Street View	Fotografias “ <i>in loco</i> ” 2014
Solo Exposto	Solo sem qualquer vegetação		
Vegetação Rasteira	Vegetação pouco desenvolvida. Grama e capim.		
Vegetação Arbórea	Vegetação constituída por árvores de maior porte.		
Brita	Rocha quebrada mecanicamente em diferentes tamanhos de fragmentos.		
Bloquete sextavado	É o piso intertravado de concreto hexagonal.		
Asfalto	Betume espesso, de material aglutinante escuro.		
Pedras paralelepípede.	Blocos paralelepípedos provenientes de rochas (pedreiras)		

Concreto	Mistura de cimento, pedra, areia e água.		
Blocos intertravado retangulares	Blocos de concreto intertravados, rejuntados com areia ou outro material.		
Cascalho	Proveniente de rochas cristalinas cuja degradação se naturalmente.		
Pó de pedra	Material proveniente de calcário calcítico.		
Estrada compactada	Área de trânsito de automóveis, solo compactado.		

Os valores apresentados para a classificação são discriminados a partir dos testes de campo, utilizando-se a mesma metodologia, e desconsiderando outros coeficientes de influência, tais como escoamento superficial e tempos mais prolongados de exposição ambiental e sujeitos à influência da chuva e vento, assim como a declividade. Dentre as classes representadas na tabela 2 algumas possuem características semelhantes na capacidade de permeabilidade de água, sendo classificadas nos grupos como Impermeável, baixa permeabilidade, alta permeabilidade, solo natural e dependente do meio. Cada uma com suas capacidades, conforme listadas abaixo na tabela 3, e especificadas no mapa temático (fig. 4).

Tabela 3. Classes de uso e ocupação do solo agrupadas por nível de permeabilidade.

Table 3. Class of use and occupation grouped by level of soil permeability.

Classe	Valor Lógico	Valor Analisado (cm ³ /cm ²)	Nível de permeabilidade
Asfalto	0	0	Impermeável
Coberturas	0	0	Impermeável
Concreto	0	0	Impermeável
Pedras paralelepípedo	1	1	Baixa permeabilidade
Pó de pedra/ Estradas compactadas	1	1	Baixa permeabilidade
Blocos intertravados retangulares	2	10,5	Alta permeabilidade
Bloquete sextavado	2	10,5	Alta permeabilidade
Solo exposto	3	4,3	Solo natural
Vegetação arbórea	3	4,3	Solo natural
Vegetação rasteira	3	4,3	Solo natural
Brita	Dependente		Dependente
Cascalho	Dependente		Dependente

3.2.1 Coberturas Impermeáveis

São as áreas compreendidas com uso ou cobertura de ocupação representadas no mapa da Figura 2 como asfalto, coberturas e telhados, e concreto. Essas áreas não

apresentaram nenhuma capacidade de permeabilidade da água em seus testes, gerando assim o índice de permeabilidade igual a 0 (zero).

3.2.2 Coberturas de Baixa Permeabilidade

Esta classe é composta pelas ocupações com pedras do tipo “paralelepípedos irregulares” e áreas cobertas com pó de pedra e estradas de solo compactado, estas são áreas que apresentaram um índice de permeabilidade muito baixo, tanto as calçadas e estradas com pedras irregulares, por serem compostas de rejunte de cimento ou então desenvolveu uma ocupação com briófitas em rejuntes de terra, impedindo a permeabilidade da água, o mesmo ocorrendo nas classes de estradas compactadas, ou cobertas com pó de Pedra, dos quais a compactação, para manutenção e estrutura das estradas, o tornam impermeáveis.

3.2.3 Coberturas de Alta Permeabilidade

Estas classes se identificaram com particularidades nas coberturas de blocos intertravados retangulares e bloquetes sextavados, apesar da superfície destes materiais serem de concreto impermeável, as ranhuras apresentadas entre cada bloco permitem a passagem da água, e como particularidades da construção destas superfícies, está o fato que devem ser niveladas no solo e, para isto, é necessário que a base seja composta normalmente de areia, permitindo um rápido escoamento da água por baixo da estrutura de concreto, sendo assim, com testes de área limitada, e com tempo limitado na exposição de água, não há condições de apresentação real da capacidade de permeabilidade e escoamento subsuperficial destas áreas, sendo assim com testes de área limitada, e com tempo limitado na exposição de água, não há condições de apresentação real da capacidade de permeabilidade e escoamento subsuperficial destas áreas, sendo assim, com uma exposição curta a chuvas, estas coberturas permitem uma rápida permeabilidade entre os blocos, e condições de escoamento abaixo da superfície, sempre considerando a espessura desta área de fixação dos blocos.

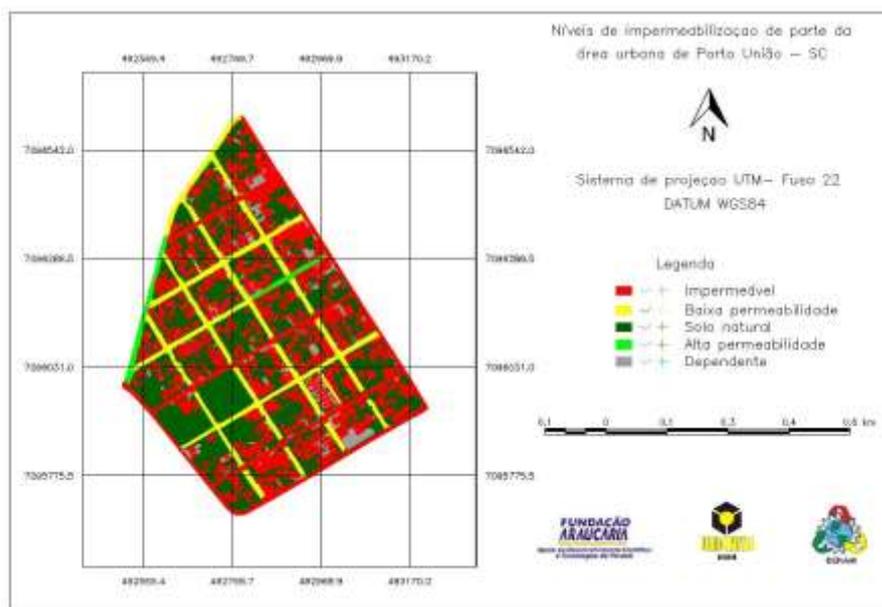


Figura 4. Níveis de impermeabilização em parte da área urbana de Porto União - SC.

Figure 4. Levels of waterproofing in the urban area of Port Union - SC.

3.2.4 Cobertura de Solo Natural

O uso e ocupação do solo, em condições naturais em áreas urbanas, são apresentados em áreas verdes de propriedades com árvores, gramados ou o solo exposto. Os valores destas

atribuições foram muito similares considerando somente o fator permeabilidade da água, lembrando que o solo exposto sofre maior impacto das gotas de chuva, que podem ser amenizadas por uma cobertura vegetal rasteira e com maior eficiência com coberturas arbóreas inclusas.

3.2.5. Cobertura do solo dependente

Esta classe, atribuída aos grupos “Brita” e “Cascalho”, são muito dependentes da camada subsuperficial a qual eles recobrem, pois a sua permeabilidade é muito alta, sendo limitada pela camada imediatamente inferior.

4. Conclusões

- A utilização das imagens fotográficas digitais de 40 centímetros de resolução espacial permitiu um grande detalhamento das superfícies intraurbanas;
- A utilização da ferramenta Google Street View permitiu a verificação e elucidação de inúmeros casos onde os alvos apresentavam respostas espectrais semelhantes;
- A maior parte dos lotes ou terrenos apresentou uma área de boa permeabilidade do solo.
- A maior área de impermeabilidade do solo da superfície estudada foi de telhados.
- Em geral a área de estudo apresenta uma boa distribuição espacial das áreas de solo natural o que de certa forma compensam a grande quantidade de áreas permeáveis em todas as quadras
- A classe intitulada como “cobertura do solo dependente” mostrou-se importante devido à variação das camadas de assentamento imediatamente inferiores, às quais modificam bastante a capacidade de permeabilidade.

5. Referências Bibliográficas

Araújo PR, Tucci CEM.; Goldenfum JA (2000) Análise da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial In: Tucci, CEM.; Motta, DML. **Avaliação e controle da drenagem urbana**. Porto Alegre, Brasil: Ed. Universidade/UFRGS.

Cruz, MAS, Araújo, PR; Souza, VCB (1999) Estruturas de controle do escoamento urbano na microdrenagem. **Anais do 13º Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Disponível em <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=421360&idtema=76&search=santa-catarina%7Cporto-uniao%7Ccenso-demografico-2010:-cnefe-cadastro-nacional-de-enderecos-para-fins-estatisticos>> . Acesso em : 16/01/2014 às 21h47min.

PINTO, L. L. C. A. **O Desempenho de Pavimentos Permeáveis como Medida Mitigadora da Impermeabilização do Solo Urbano**. 2011. 256p. Tese(Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

PORTO UNIÃO, Lei Complementar Nº 025, de 13 de abril de 2007. Aprova o Plano Diretor de Desenvolvimento do município de Porto União, revoga a Lei nº 928, de 30 de março de 1976, e suas alterações, e dá outras providências.

RIBEIRO, N. C. **Avaliação da impermeabilização e ocorrência de inundações na Bacia do Rio Bacacheri. Curitiba**: UFPR, 2007. 123 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental)- Curso de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

TUCCI, C.E.M. Águas urbanas. In: TUCCI, C.E.M.; BERTONI, J.C. Inundações Urbanas na América do Sul. Porto Alegre: **Associação Brasileira de Recursos Hídricos**, 2003.

TUCCI, C.E.M.; VILLANUEVA, A.; CRUZ, M.A.S. Banco de eventos de cheias de bacias urbanas brasileiras. In: TUCCI, Carlos E.M.; MARQUES, D.M.L. da Motta. **Avaliação e controle da drenagem urbana**. – Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.