

Uso de imagens de alta resolução para quantificar a interceptação de água de chuva nas árvores urbanas

Paulo Guilherme Molin¹
Demóstenes Ferreira da Silva Filho¹
Hilton Thadeu Zarate do Couto¹
Jefferson Lordello Polizel¹

¹ Universidade de São Paulo - USP/ESALQ
Av. Pádua Dias 11 - 13416-000 – Dept. Ciências Florestais - Piracicaba - SP, Brasil
{molin, dfsilva, htzcouto, jlpolize}@esalq.usp.br

Abstract. The use of multispectral videography in urban areas has been proved to be an efficient and cheap tool. In this study the trees were identified and then calculated their superficial area. With this value it was possible to estimate how much rainfall water the trees are intercepting. It was proven that urban trees can help cities with their faulty rainwater sewage systems, critical surface sealing problems and urban water quality, but not on extreme rain conditions. This happens because trees with a good surface leaf area tend to retain rain water and provoke evapo-transpiration, but when a severe storm happens, the interception is minimal.

Palavras-chave: rain, urban trees, multispectral videography, surface sealing, chuva, árvores urbanas, videografia multiespectral, solo impermeável.

1. Introdução

Muitas cidades do Brasil e do mundo possuem um grande problema em comum, sistemas de drenagem de água de chuva defeituosos, ineficientes, mal projetados ou ultrapassados. Alguns desses sistemas no Brasil trabalham no limite de sua capacidade mesmo para chuvas de tempo de retorno curto. Além disso, a situação do nível de impermeabilização é grande, chegando a situações críticas em certas bacias hidrográficas. Essas impermeabilizações resultam em um maior escoamento superficial, o que gera uma maior vazão nos sistemas de drenagem (TUCCI 2003).

Alguns estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de sensibilizar os governos e a própria população. Estudos de captação de água de chuva em cisternas, por exemplo, levaram o município de São Paulo a implantar tal medida como lei municipal. Outros estudos tratam do uso de “green roofs” ou telhados verdes, que seriam pequenos jardins nos tetos das residências de forma a interceptar as chuvas e ainda proporcionar um embelezamento da região. Também existem medidas que tornam a cidade mais permeável através da criação de áreas de solo exposto. Essas áreas podem ser quintais gramados, parques, jardins ou mesmo calçadas gramadas.

Sabe-se também que as árvores têm grande capacidade de reter água da chuva. Estudos desenvolvidos por Arcova et al. (2003) demonstraram que em florestas da Mata Atlântica, em média, 18,6% da precipitação foi interceptada pela floresta secundária, retornando à atmosfera na forma de vapor. Uma pequena quantidade de 0,2% escoou pelo tronco da árvore e 81,2% alcançou o piso como precipitação interna. De forma semelhante o Programa Águas e Florestas da Mata Atlântica destaca, no Parque Estadual da Serra do Mar, em São Paulo (CICCO et al, 1988), a interceptação de 18,23% da água da chuva sendo o restante precipitação interna (80,65%) e escoamento pelo tronco (1,12%). Segundo os autores, esses valores são compatíveis com os obtidos em floresta natural secundária em Viçosa (MG) e em floresta de terra firme na Amazônia.

Silva et al. (2006), ao estudar um maciço florestal urbano no Rio de Janeiro, obtiverem uma interceptação máxima da precipitação, pela copa das árvores, de 29,3% no divisor de drenagem e 47,8% no fundo do vale, assumindo valores médios de 13,3% e 29,7%.

Em locais como na Inglaterra, onde a chuva se propaga regularmente e em pequena intensidade, pode-se ter até 38% da chuva interceptada pelas árvores. A interceptação nestes casos depende da intensidade da chuva, da densidade da cobertura vegetal e do intervalo entre precipitações. Os fatores que afetam a disponibilidade de água no processo de interceptação são aspectos da vegetação – Índice de Área Foliar, variações sazonais, natureza da superfície (rugosidade, repelência, arranjo das folhas e galhos) e aspectos meteorológicos – número e intervalo entre eventos de precipitação, intensidade da chuva, velocidade do vento durante e depois da chuva (SOARES 2006)

Xiao et al. (1998), em seus estudos, relataram que na cidade de Sacramento, nos Estados Unidos, a interceptação variou de 2,4% a 19,7%. Esses valores foram considerados baixos porque várias árvores se encontravam sem folhas devido à época do ano. Valores de interceptação mostraram que as árvores urbanas são menos eficazes na retenção de água à medida que a precipitação da chuva aumenta.

Segundo Schumacher (1998), a floresta exerce efeitos sobre a água das chuvas pela interceptação através das copas das árvores dominantes, do sub-bosque e também da manta ou serapilheira existente na superfície, a qual retém grande volume de água, liberando-a lentamente para os riachos, rios e lagos, permitindo um abastecimento regular dos mesmos.

Ao interceptar a chuva, a floresta permite que uma parte dessa precipitação seja evaporada das copas e outra parte infiltre através das raízes ou pelo escoamento através dos troncos, enquanto a parte restante chega ao solo através dos gotejamentos das copas.

Em uma floresta, a forma em que se encontra a copa da árvore desempenha um papel fundamental quanto à distribuição da água das chuvas para o solo. Os ramos das árvores possuem basicamente duas formas, em funil e em guarda-chuvas. A forma de funil é encontrada em árvores em que os galhos, ao longo da copa, conduzem toda a água para o tronco da árvore, onde se concentra e escorre até o solo, resultando no acúmulo de água próximo ao pé da árvore. Este tipo de arranjo é comum em espécies folhosas como Cedro, Timbaúva e Canjerana. A forma de guarda-chuva é encontrada em árvores em que os ramos apresentam-se de forma pendida dos troncos para as laterais. Assim que a água da chuva toca a copa como um todo, esta juntamente com aquela do tronco tende a escorrer para a extremidade dos galhos, resultando num maior acúmulo de água na linha de projeção da copa da árvore. Este tipo de arranjo é típico das coníferas, como, por exemplo, o Pinus e o Ciprestes.

Da mesma forma que nas florestas, as árvores contribuem de diversas formas para um ambiente urbano. Garantem estabilidade na temperatura, ventos, umidade, solos e luminosidade em ambientes naturais como florestas em ambientes urbanos.

Para Silva Filho (2004), o uso de imagens de alta resolução são ferramentas essenciais para análises em ambientes urbanos. O autor tem realizado diversos estudos de silvicultura urbana com enfoque ambiental mostrando que a videografia multiespectral é uma maneira eficiente e econômica para avaliações e análises urbanas. Por meio de vãos regulares é possível inclusive fazer comparações entre os períodos de tempo.

Propôs-se neste trabalho identificar a quantidade de chuva interceptada por árvores em um bairro bastante urbanizado da cidade de Piracicaba, SP. Foi comparada a situação atual com um modelo representando o bairro arborizado em seu potencial máximo, de forma a comprovar a eficácia das árvores na interceptação da água da chuva.

2. Material e Métodos

O estudo foi realizado no bairro Cidade Alta, na cidade de Piracicaba, SP (22°43'W e 47°38'S) e a uma altitude média de 540m. A média de chuva anual é de 1253,8 mm (NETO DE ASSIS & VILLA NOVA, 1994) e uma chuva média de 60 minutos corresponde a 20,7 mm (CRUCIANI, 2003) com clima subtropical úmido com estiagem no inverno, em julho e agosto, com a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e a do mês mais frio inferior a 18°C.

A área do bairro corresponde a 179,5 hectares em uma região onde predominam residências e alguns prédios comerciais. O bairro possui todas as ruas impermeabilizadas com cobertura em asfalto, ou paralelepípedos e calçadas em cimento ou pedras. A maioria das residências se caracterizam por terem sido construídas em lotes pequenos onde a casa ocupa quase a totalidade do terreno, não havendo recuo na frente e muitas vezes sem quintal, ou quando possui, este é recoberto por cimento.

As árvores presentes estão concentradas em poucas ruas ou em parques e praças. As restantes estão dispersas e muitas vezes com podas drásticas. O valor de interceptação dessas árvores foi definido neste estudo de caso como sendo os mesmos encontrados na Mata Atlântica, no estudo de Arcova et al. (2003). Um segundo valor de interceptação foi adotado de forma a se caracterizar como mais conservador. Os valores adotados para essa segunda análise correspondem a somente 10% para interceptação pela copa.

Para a análise foram utilizadas imagens provenientes de videografia multiespectral. Seu uso como ferramenta para análise e sensoriamento remoto foi de grande utilidade. Por tratar-se de imagens de bandas variadas, onde se inclui uma banda de infravermelho próximo, foi possível fazer análises de sensoriamento remoto com grande precisão.

As imagens utilizadas neste estudo foram cedidas pelo grupo de Silvicultura Urbana da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo. Foram processadas usando uma ferramenta de classificação supervisionada no programa TNT mips 7.2, possibilitando uma classificação de toda a imagem. As classes obtidas foram telha escura, asfalto, solo exposto, piscinas, relvado, copa de árvore, telha metálica, piso cimento, telha cimento, telha cerâmica, paralelepípedo e sombras.

Após a classificação, foram extraídas as informações referentes às árvores. Essas informações foram então quantificadas em relação a sua área. Em seguida foram atribuídos os valores de interceptação da água da chuva pela copa das árvores.

Para modelar uma situação onde o bairro seria bem arborizado, foi proposto um cenário onde todas as áreas potenciais a possuírem árvores, seriam contabilizadas como áreas que possuísem árvores. As áreas potenciais são as classes asfalto, solo, relvado, copa de árvore, piso cimento e paralelepípedo. Todas essas não são necessariamente potenciais à arborização, mas sim a ter cobertura de copa de árvores como é o caso do asfalto e paralelepípedo. Desta forma a área arborizada do bairro foi quantificada em seu máximo. Em seguida foram repetidos os passos anteriores, atribuindo os mesmos valores de interceptação das copas. Na análise conservadora repetiram-se os mesmos passos.

Para exemplificar o potencial de uma única árvore, em um único evento de chuva, estudou-se o comportamento desta para uma chuva de 60 minutos e média de 20,7 mm. Tendo a árvore uma copa de raio 5 metros, completa de folhas, a área de copa seria de aproximadamente 78,45 m².

3. Resultados

O processamento das imagens resultou em uma classificação de todo o bairro. Desta classificação aproveitaram-se somente as classes referentes à arborização, extraindo-a em

forma de valores de área. Esses polígonos, representando a área total de copa das árvores no bairro, resultaram em 13,12 hectares ou 7,31% da área do bairro (**Figura 1**).

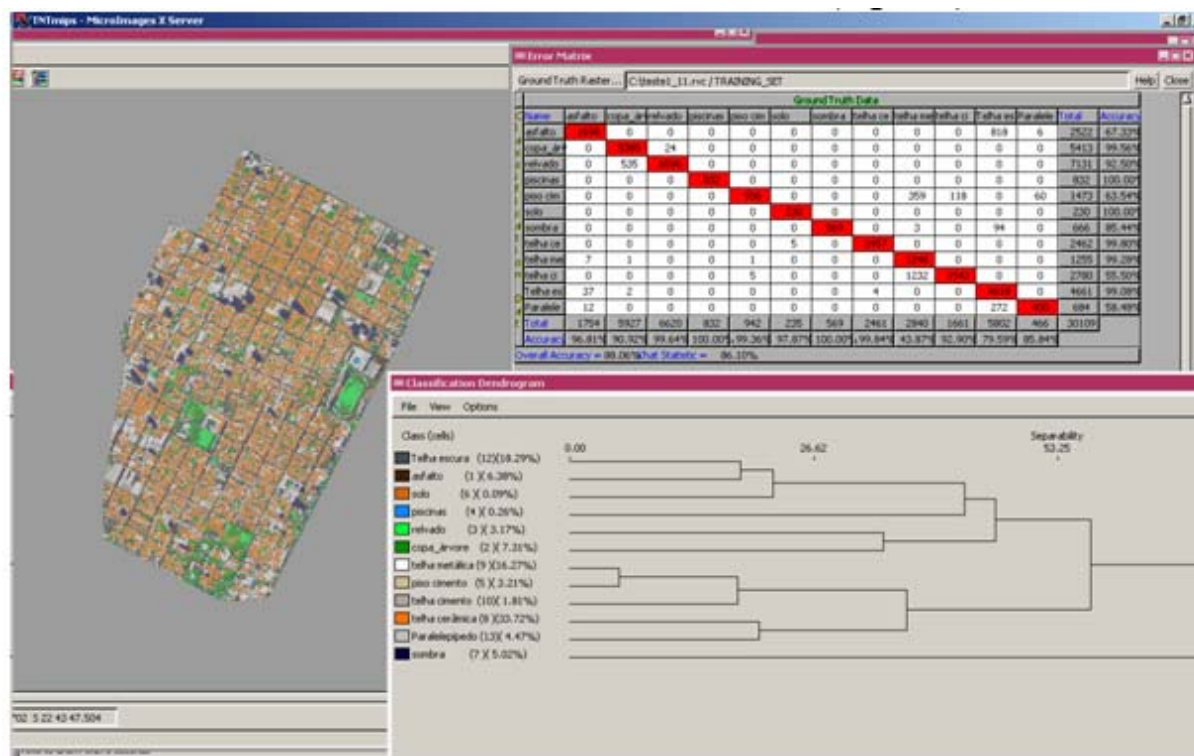


Figura 1 – Resultado da classificação do Bairro Cidade Alta na cidade de Piracicaba, SP, onde encontrou-se 7,31% de copa de árvore com uma acurácia de 88,06%.

Após a análise e atribuição dos valores de interceptação, descobriu-se que o potencial de volume de água interceptado pelas copas das árvores no bairro correspondeu a 30596,7 m³ para uma interceptação de 18,6%. Para um valor de interceptação mais conservador, de 10%, o volume de água retido seria de 16449,85 m³.

Para o cenário modelo onde o bairro seria arborizado em seu potencial máximo, encontrou-se que as copas das árvores cobririam 38,45 hectares ou ainda 21,42% do bairro. Para o valor de interceptação de 18,6% o volume esperado resultaria em 89668,01 m³. Para o valor conservador de 10% o volume seria de 48208,61 m³.

O estudo de caso da única árvore em um único evento de chuva de 60 minutos de duração com média de 20,7mm resultou, para o valor de 18,6%, numa interceptação de 302,4 m³ de água e para o valor conservador de 10%, 162,58 m³ de interceptação.

4. Discussão e conclusões

A interceptação da água da chuva pelas árvores é uma forma interessante de se contribuir para a melhora dos sistemas de coleta de água pluvial. Além de contribuir para este aspecto, as árvores ainda melhoram a questão da paisagem, garantem estabilidade na temperatura, ventos, umidade, solos, luminosidade e qualidade da água urbana.

Entende-se que a situação atual do bairro em relação à drenagem e qualidade da água urbana pode ser melhorada. Existe um grande potencial para se melhorar a cobertura arbórea de forma progressiva até se chegar ao limite máximo. Esta medida se torna interessante em

relação às outras que dependem de custos mais elevados como, por exemplo, a construção de cisternas.

As ferramentas utilizadas para este estudo se mostraram adequadas e eficazes. É possível agora fazer um acompanhamento da arborização anualmente ou em períodos definidos para se comprovar a eficiência da implantação da de novas áreas arborizadas, caso ela venha a ser feita. O mesmo pode ser repetido para vários bairros, micro bacias ou qualquer que seja a forma utilizada para se fazer a gestão de uma cidade. Acredita-se também que o uso de árvores para a interceptação de água da chuva pode vir a ser estudada como um componente de plano diretor de cidades.

Dentre as dificuldades que surgiram a mais significativa é em relação à quantificação exata da interceptação da água da chuva por certas espécies de árvores. Por se tratar de um ambiente urbano entende-se que as árvores possuem características distintas das árvores em povoamentos florestais em relação à interceptação. Um grande avanço seria a experimentação quanto à interceptação em diversas espécies mais comuns em ambientes urbanos de forma a criar um banco de dados. Esta ferramenta poderá ser útil na hora de se escolher as espécies mais interessantes para a região.

5. Referências

Cruciani, D.E.; Machado R.E.; Sentelhas, P.C. **Modelos da distribuição temporal de chuvas intensas em Piracicaba, SP.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.6, n.1, (2002) p.76-82

Arcova, F.C.S.; Cicco, V.; Rocha, P.A.B. **Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de Mata Atlântica em uma microbacia experimental em Cunha – São Paulo.** Revista Árvore v.27, n.2, Viçosa mar./abr. 2003

Cicco, V. et al. **Interceptação das chuvas por floresta natural secundária de mata atlântica _ São Paulo.** Silvicultura, v.20/22, p.25-30, 1988.

Neto de Assis, F.; Villa Nova, N.A. **Modelagem da ocorrência e da quantidade de chuva em Piracicaba.** Sci. Agric., Piracicaba, 51(3):172-182, set./dez. 1994

Schumacher, M.V.; Hoppe, J.M. **A floresta e a água.** Porto Alegre: Pallotti, 1998. 70 p.

Silva, E.; Cintra, A.T.F.; Silveira, C.L.P.; Oliveira, R.R. **Interceptação e propriedades físico-químicas da precipitação na mata atlântica do Maciço da Pedra Branca, RJ.** X Simpósio brasileiro de geografia física aplicada. Disponível em: <<http://geografia.igeo.uerj.br/xsbgfa/cdrom/eixo3/3.4/031/031.htm>> Acesso em 25 de outubro de 2006.

Silva Filho, D.F. **Aplicação de videografia aérea multiespectral na avaliação de floresta urbana.** Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2004

Soares, J.V. **Hidrologia de Florestas – Apresentação Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.** Disponível em: <www.ltid.inpe.br/dsr/vianei/CursoHF/docs/aula6.ppt> Acesso em 25 de outubro de 2006.

Tucci, C.E.M. **Drenagem Urbana.** Cienc. Cult. vol.55 no.4 São Paulo Oct./Dec. 2003