

JULIANA ALVES RODRIGUES

INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO URBANA NA PRESTAÇÃO DE  
SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS EM RIO CLARO (SP)

Orientador: Milton Cezar Ribeiro

Co-orientadora: Renata de Lara Muylaert

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Instituto de Biociências da Universidade Estadual  
Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio  
Claro, para obtenção do grau de Ecóloga.

Rio Claro  
2017

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Renata Muylaert, a quem admiro muito sua competência, pela orientação, pela confiança e pela paciência, ao Miltinho, professor e orientador, pelo acolhimento e pela paciência e à Proex pela bolsa concedida.

Agradeço às professoras Amorozo, Maria Inês, Rosa Maria e Zezé e aos professores Galetti, Schlittler e Tadeu que marcaram importantes aprendizados ao longo da graduação e cuja postura no papel de educadora e educador para mim é um exemplo a ser seguido.

Agradeço às e aos colegas do LEEC Milene, Júlia Assis, Gambé e Cotia pela auxílio que me ofereceram em algum momento deste trabalho.

Agradeço às queridas e aos queridos colegas da ECO 2011, as/os quais proporcionaram experiências maravilhosas de convívio nestes anos. Levo comigo as mais saudosas lembranças das salas de aulas e dos campos que tivemos.

Agradeço às queridas juninas pela alegria de ter feito parte dessa república e por todas coisas que aprendi com a nossa convivência.

Agradeço à Luciana, à Alê, à Steh e ao Olympio pela amizade, aos amores e às amoras.

À Vilma, minha mãe, ao José, meu pai, a minha vó “de perto”, ao Cezar, meu irmão, ao meu vô “de perto” e a minha vó “de longe” (os dois últimos que partiram nestes anos), agradeço pelo apoio dado da melhor forma que puderam não somente durante a graduação, mas pela vida.

Dedico à Ecologia!

## RESUMO

Observa-se uma tendência nas áreas urbanas de redução da arborização e a substituição de grandes árvores por arbustos nas calçadas. Isso pode ter muitos impactos negativos, pois as árvores contribuem para a presença de inúmeros benefícios para o ecossistema urbano e para as pessoas que o habitam. Os benefícios que a natureza proporciona para a humanidade são denominados “serviços ecossistêmicos” (SE), compreender qual a influência da arborização para a sua presença é fundamental para planejar as cidades visando o bem-estar dos seus habitantes e a manutenção dos fluxos com os ecossistemas, principalmente diante de cenários futuros mudanças climáticas. Foram visitados remotamente 100 pontos divididos em 5 áreas amostrais com diferentes tipos de arborização. Em cada ponto foram coletados dados de (1) quantificação da arborização por meio do *Google Satellite* e (2) quantificação da presença potencial de classes de SE por meio do *Google Street view*, baseado em um aplicativo recente (ESM-app). Os dados de presença e ausência foram submetidos à Análise de Partição de Variância, mostrando que a arborização explica 9% da presença de SE de Provisão e Regulação e 17% da presença de SE Culturais, valores significativos para os objetivos do trabalho, evidenciados pelo valor de Fisher maior que 4 e P-valor igual a 0,001. Dessa forma o trabalho corrobora a hipótese testada de que a arborização tem uma influência positiva na presença potencial de SE nas áreas urbanas, devendo então ser alvo importante nas medidas de planejamento urbano.

**Palavras-Chave:** Ecossistema urbano, Aplicativos para smartphone, ESM-app, Qualidade de vida, Planejamento urbano.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	
1.1 A urbanização no Brasil	5
1.2 Ecossistemas urbanos	6
1.3 Serviços ecossistêmicos	7
1.4 A arborização urbana	8
1.5 Objetivos e justificativa	9
2. MATERIAL E MÉTODO	
2.1 Área de estudo	10
2.2 Uso do aplicativo ESM-app	11
2.3 Lista de classes de serviços ecossistêmicos escolhidos	11
2.4 Desenho experimental	12
2.5 Coleta de dados	13
2.6 Análises	14
3. RESULTADOS	15
4. DISCUSSÃO	21
5. CONCLUSÕES	26
6. REFERÊNCIAS	27
7. APÊNDICES	33

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 A urbanização no Brasil

A urbanização é o nome do processo que se dá a aglomeração de pessoas vivendo em altas densidades demográficas e a infraestrutura e construções que ocupam grande proporção do uso da terra (BORGES, 2011). No Brasil, o processo de urbanização ocorreu de forma desordenada, devido ao grande crescimento populacional em pouco tempo, fenômeno relacionado principalmente ao êxodo rural bastante significativo após as décadas de 1950 e 1960 (CAMARANO; ABRAMOVAY, 1998).

A forte migração das áreas rurais para as cidade deveu-se a busca da população rural por condições de vida melhores. As leis trabalhistas, o melhor acesso a saúde e educação, facilidades de aquisição da casa própria foram fatores de importância para a migração (ALVES; MARRA, 2009). As cidade passaram então a crescer em número de habitantes muito rapidamente e a se espalhar com planejamento inadequado ou muitas vezes em total desassistência pelos gestores.

O espalhamento desordenado da área urbana acarretou em consequências negativas para a qualidade de vida da população como (1) a falta de estruturas de habitação e saneamento básico; (2) a ocupação de áreas de risco; (3) a convivência próxima com fontes de poluição; (4) a criminalidade e violência em locais de miséria desassistidos pelo Estado (GOMES, 2002), (5) a reprodução das desigualdades sociais, e (6) inúmeros problemas de saúde decorrentes dessas situações (7) redução de áreas verdes para o avanço imobiliário e (8) não planejamento de espaços para arborização.

Ademais o modo de vida urbano pós-Revolução Industrial fundou-se em uma dinâmica de consumo, produção e descarte, que por meio das relações de trabalho impostas desvinculadas dos ciclos naturais e dos hábitos comunitários trouxeram a perda do pertencimento e sentido de comunidade (BAUMAN, 2003) e ao distanciamento da natureza, causando assim padrões insustentáveis na relação humanidade entre si e com o meio.

### 1.2 Ecossistemas urbanos

Ecossistema pode ser definido como o conjunto de interações entre espécies e seu local, não biológico, funcionando juntos para sustentar a vida (MOLL; PETIT, 1994).

Ecossistemas podem ser grandes ou pequenos, então tanto a biosfera inteira como uma madeira apodrecendo no chão de uma floresta podem ser delimitados neste conceito (PICKETT et al., 1997). Entende-se por isso que ecossistemas menores podem inserir-se em maiores e estão intrincados por fluxos com seus adjacentes, pois as bordas entre diferentes ecossistemas são frequentemente difusas (BOLUND; HUNHAMMAR, 1999).

Segundo Bolund e Hunhammar (1999) quando a humanidade é vista como parte da natureza, as próprias cidades podem ser consideradas como parte da rede global de ecossistemas. Nesse sentido as cidades podem ser tanto um único ecossistema como compostas de várias unidades individuais (REBELE, 1994), o ecossistema urbano é portanto bastante complexo e apresenta crescimento, dinâmica e funções ecológicas próprias, interagindo com as paisagens não urbanas ao redor (ALBERTI et al., 2003).

O conceito de ecossistema urbano tem grande aplicabilidade pois permite compreender amplamente por meio da observação local de alguns fenômenos as faces da interação humanidade-natureza na área urbana, por um lado a ação humana interagindo e causando distúrbios sobre os fluxos de matéria e energia do ecossistema e por outro lado o retorno das suas ações, nas palavras de Paviani (2009, p. 3) “os impactos ambientais se voltam justamente para as populações atraídas para servir ao sistema produtivo, na cidade”.

Segundo Alberti et al. (2003, v.53, p 1171, tradução nossa):

As atividades humanas afetam diretamente a cobertura do solo que controla a diversidade biológica, a produtividade primária, a qualidade do solo, a drenagem, e a poluição. Áreas urbanas também modificam microclimas e a qualidade do ar alterando a natureza da superfície terrestre e gerando calor (OKE, 1987). A urbanização aumenta as áreas impermeáveis afetando processos geomorfológicos e hidrológicos; o que modificam fluxos de água, nutrientes e sedimentos (LEOPOLD, 1968; ARNOLD; GIBBONS, 1996).

As consequências das atividades humanas não afetam somente a nós mesmos, mas afetam as outras espécies que sobrevivem e mantêm os fluxos ecossistêmicos dentro do ambiente urbano e em conexão com as paisagens ao redor, fluxos esses que a humanidade depende direta e indiretamente.

### **1.3 Serviços Ecossistêmicos**

A dimensão humana era desconsiderada na pesquisa em Ecologia, em parte devido ao pensamento cartesiano, tendo apenas recentemente emergido no novo paradigma da ciência reconhecida como um dos componentes do ecossistema (McDONELL ; PICKETT 1993).

Paralelo a esse fenômeno por meio das discussões globais a respeito do meio ambiente começa a se fundamentar a necessidade de conciliar o desenvolvimento e sustentabilidade (ALBAGLI, 1995).

Nesse intuito cada vez maior de compreender a relação humanidade-natureza, alguns enfoques evoluem como o dos serviços ecossistêmicos. Definido pelo Millennium Ecosystem Assessment (2005) como os benefícios que seres humanos obtêm dos ecossistemas, este conceito difere-se das funções do ecossistema, que referem-se às propriedades e processos do ecossistema, e de capital natural que trata-se do apenas estoque de material ou informação em um dado momento (CONSTANZA et al. 1997).

A importância do conceito tem aumentado na política e governo, sobretudo após sua inclusão no objetivo “D” das Metas de Aichi (definidas na Conferência das Partes de 2010 da Convenção de Biodiversidade) visando aumentar os benefícios dos SE para todos e todas e da recentemente criada Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES) que busca o estreitamento da interface ciência-política para melhorar estratégias de desenvolvimento sustentável (VAN OUDENHOVEN et al., 2012; PRIESS et al., 2014).

Então nesta conjectura emerge a necessidade de formas de avaliar e valorar os SE para melhor aplicá-los o que é um tema difícil, pois se critica-se a impossibilidade da sua avaliação e argumenta-se moralmente que a conservação de ecossistemas se basta pelo valor puro e estético (CONSTANZA et al., 1997). Também muitos autores criticam a noção da natureza como um tipo de capital (ANDRADE; ROMEIRO, 2009) que remete ao antropocentrismo neoclássico (CHIESURA; DE GROOT, 2003).

Constanza et al. (1997) argumentam sobre isso que sabendo ou não a sociedade já dá valor para a vida humana, que apesar das dificuldades e incertezas uma escolha que não temos é sobre valorar ou não. Além disso serviços ecossistêmicos têm o grande fator a seu favor de ter como enfoque as dimensões ecológicas e sociais, o que é fundamental para o estudo, planejamento e tomada de decisões plausíveis no âmbito do desenvolvimento sustentável.

#### **1.4 Arborização urbana**

Nas cidades a arborização urbana tem grande importância na prestação de serviços pois presta inúmeros benefícios, tais como: 1) proporcionar conforto microclimático; 2) sequestrar carbono; 3) melhorar a qualidade do ar; 4) reduzir a poluição sonora; 5) propiciar a

recreação e interação com a natureza (BOLUND; HUNHAMMAR, 1999; LAERA, 2006; NIEMELÄ et al., 2010) 6) auxiliar na drenagem de água da chuva (DWYER et al., 1992; OLDFIELD et al., 2013).

As árvores oferecem recursos, abrigo e sítios de nidificação para a fauna (BRUN et al., 2007), podendo assim manter em algum grau os serviços relacionados diretamente a biodiversidade tais como a polinização e dispersão de sementes. Além disso, apontam Bolund e Hunhammar (1999) que ter uma alta diversidade de plantas e espécies na cidade garante que as conexões entre os ecossistemas ao redor da cidade e as áreas verdes dentro dela não se rompam.

Na cidade de Rio Claro, a arborização por árvores de grande porte concentrava-se nos quintais. A forma de consolidação da urbe, com largas estreitas das ruas inviabilizaram projetos consistentes de arborização urbana nas calçadas (GARCIA, 2015). Além disso paralelamente a outros centros urbanos, tem se observado uma tendência de retirada das grandes árvores urbanas e uma substituição cada vez maior por arvoretas ou arbustos (DE AGUIRRE JUNIOR ; LIMA, 2007). O fenômeno em parte está relacionado a desvalorização da vida rural e a valorização de uma estética urbana estéril de árvores e plantas como um sinônimo de modernidade.

Para elucidar ainda outras possíveis razões dessa tendência especificamente nas calçadas, o custo anual da manutenção preventiva para evitar danos na rede elétrica convencional é até duas vezes mais caro que em áreas sem árvores (VELASCO, 2003). No Rio de Janeiro (RJ) as causas para pedidos de podas mais agressivas (1m<sup>3</sup> e 2m<sup>3</sup>) devem-se principalmente a necessidades individuais de maior iluminação e diminuição do volume de folhas caídas (LAERA, 2006). Também a falta de planejamento, manutenção somado ao desconhecimento sobre as espécies adequadas, leva a inúmeros problemas como as raízes quebrando calçadas e muros ou mesmo quebra de galhos que podem cair sobre carros e pessoas oferecendo riscos (CABRAL, 2013).

A falta de arborização pode contribuir para a formação de microclimas mais quentes e secos nas ruas. Já a presença de arvoretas ou arbustos pode contribuir menos que árvores grandes para amenizar o clima, devido à copa menor e mais baixa, o que gera pouco sombreamento, absorção de calor e retenção da umidade. Ademais, o tamanho menor reduz a filtração do ar, e o sequestro de carbono, contribui menos para a redução da poluição sonora e auxílio na drenagem da água da chuva; e além disso, o uso frequente de espécies exóticas



pode contribuir pouco para o funcionamento do ecossistema urbano (BURGHARDT et al., 2008; OLDFIELD et al., 2013). Não menos importante os arbustos, cuja copa se ramifica em baixa altura, acabam dificultando a mobilidade dos pedestres nas calçadas (DE AGUIRRE JR.; LIMA, 2007).

### **1.5 Objetivos e Justificativa**

Este trabalho tem o objetivo de analisar a influência da arborização urbana na presença potencial de classes de serviços ecossistêmicos em Rio Claro (SP), a hipótese testada é de que a arborização tem uma influência positiva na presença potencial de SE na área urbana. O conhecimento gerado visa contribuir principalmente em fornecer respostas que evidenciam a relevância do papel da arborização para o planejamento das cidades, no intuito de buscar uma relação mais sustentável com o ecossistema urbano e uma maior qualidade de vida aos seus habitantes.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

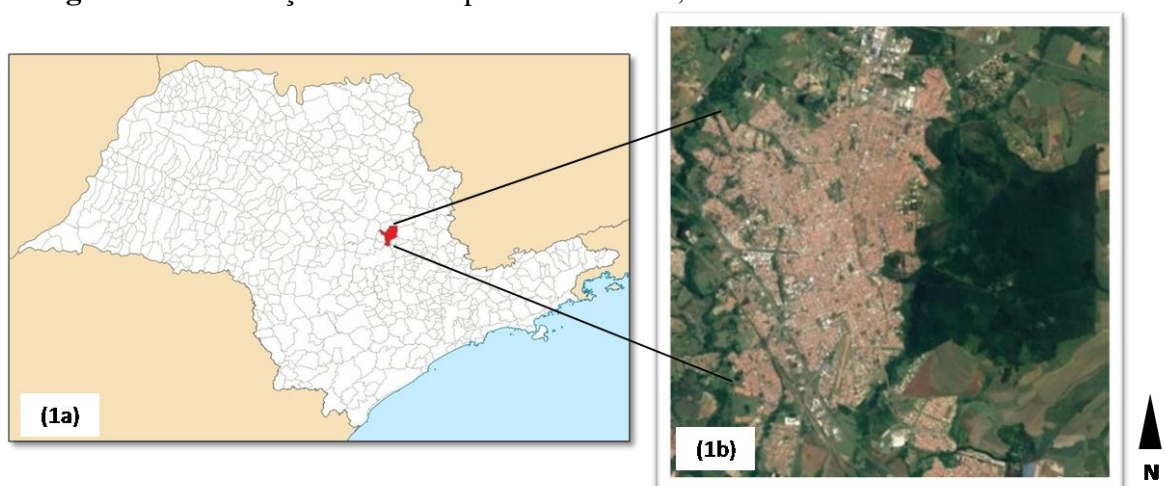
### 2.1 Caracterização da área de estudo

O município de Rio Claro localiza-se na região Centro-Leste do estado de São Paulo (Figura 1), na Depressão Periférica Paulista. O clima é definido como Cwa segundo Köppen, apresentando o inverno frio e seco e o verão quente com alta umidade do ar. O município está em uma área de vegetação de floresta estacional decídua, cerrados com encraves de mata ciliares, e floresta estacional semidecidual em solos mais férteis (PAGANO et al., 1989).

A história de ocupação da cidade começou com as bandeiras atravessando os sertões do estado de São Paulo rumo às regiões hoje no Centro-Oeste brasileiro em busca de minérios, Rio Claro foi uma das muitas vilas formadas a partir do crescimento das paragens no caminho, marcada pela dizimação da população nativa, pela chegada de grande contingente de população vinda forçada de países da África para a escravidão nas lavouras, e após a abolição a chegada de imigrantes europeus (GARCIA, 2013).

A economia do município está baseada nas indústrias sucroalcooleira, de cerâmica, de eletrodomésticos, metalurgia e também no setor do comércio.

**Figura 1:** Localização do município de Rio Claro, no estado de São Paulo.



**Legenda:** 1a - Mapa do estado de SP com destaque em vermelho para o município de Rio Claro. Fonte: retirado e adaptado de Biblioteca Virtual do Governo de São Paulo, 1-b - visão aproximada do município de Rio Claro, imagem do acervo elaborada pela autora a partir do *Google earth*.

### 2.2 Uso do aplicativo ESM-app

Para a coleta de dados de SE, pretendia-se inicialmente utilizar um aplicativo para *smartphone* denominado ESM-app desenvolvido por Priess et al. (2014). Este aplicativo

contém uma lista de serviços ecossistêmicos baseadas na lista da *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES v. 4.3), onde os três grupos de SE provisão, regulação e serviços culturais são distribuídos em divisões mais específicas.

O usuário do aplicativo vai até o local de coleta com a função GPS do *smartphone* ativa, seleciona as classes de SE presentes no local, seleciona o uso da terra (outra ferramenta disponível), o usuário também tem a possibilidade de dar uma nota para o local que vai de zero à cinco estrelas. Ao finalizar a coleta os dados são submetidos e enviados diretamente como anexo em uma planilha para o e-mail cadastrado na conta do aplicativo, sendo possível baixar e facilmente trabalhar os dados posteriormente.

Por estar em desenvolvimento o aplicativo apresentou algumas falhas, nesses casos o próprio aplicativo direcionava para um e-mail de comunicação com os desenvolvedores com uma descrição dos códigos de erro do problema encontrado. Nesse meio tempo foi lançado uma versão mais recente, o “MapNat”. Esta versão tinha a vantagem de ser disponível em português, e oferecia a chance de quantificar a importância e frequência de cada classe de SE presente, porém ocorreram muitas falhas com o registro dos dados, não sendo possível fazer uso dele.

Então optou-se por retornar ao uso do ESM-app, porém com o lançamento do “MapNat” este havia sido cancelado e já não era mais possível submeter os dados. Não havendo como utilizar outro *smartphone* para testar o “MapNat” a alternativa escolhida foi copiar a lista de classes de SE do ESM-app e realizar a coleta de dados de presença dos SE de forma semelhante ao aplicativo, porém manualmente.

### **2.3 Lista de classes de serviços ecossistêmicos escolhidos**

A lista original da CICES classifica os serviços de provisão, regulação e culturais em 8 divisões, separadas em 20 grupos, os quais contém 48 classes de SE. Há também uma quinta coluna lista contendo os tipos de classe e uma sexta coluna indicando exemplos para a presença de cada classe de serviço.

Para a execução do trabalho utilizou-se essa lista como base, e a fim de melhor atingir o objetivo muitas classes foram retiradas da análise por duas razões principais: devido a dificuldade em realizar uma medida objetiva com os métodos utilizados ou devido a irrelevância da classe para a realidade local. Outras classes foram adaptadas e fundidas entre si.

A proposta do aplicativo ESM-app é mapear a presença de SE, para isso no aplicativo selecionava-se as classes que o usuário julgava estarem presentes no ponto analisado, sendo uma coleta subjetiva ao usuário. O aplicativo não dispunha de uma lista de exemplos como a da CICES que pudesse guiar o usuário. Tendo isso em vista, optou-se neste trabalho por estabelecer alguns indícios objetivos que pudessem ser proxies para avaliar a presença das classes de SE (Apêndice A) baseados na coluna de exemplos da CICES e em referências da literatura. Para alguns indícios cuja literatura não fornecia uma forma de se avaliar a presença da classe de serviço de forma direta optou-se por definir uma medida baseada em prévio conhecimento da ecologia do local com auxílio de aproximações da literatura.

## **2.4 Desenho experimental**

Foram definidas cinco áreas amostrais (Figura 2): as áreas A (na região Oeste) e B (na região Centro-Norte) caracterizam-se por conterem uma avenida (Avenida Castelo Branco e Avenida 3-A, respectivamente) com árvores de grande porte e em quantidade e o restante da área com níveis intermediários ou baixos de arborização; as áreas C (na região Leste) e E (na região Sul) são caracterizadas por níveis intermediários de arborização com predomínio da utilização de arbustos e arvoretas, E a área D (na região do Centro) apresenta níveis baixos de arborização, com predomínio de arbustos ou ausência de árvores, com poucas exceções em praças.

Foram colocados 20 unidades amostrais em cada área por meio da amostragem sistemática para distribuição dos pontos, procedimento realizado no programa Quantum Gis versão 2.16.0 Nodebo. Por meio desse programa coletou-se dados das coordenadas UTM dos pontos.

**Figura 2:** Localização das áreas experimentais em Rio Claro



Legenda: Mapa aproximado de Rio Claro mostrando as cinco áreas amostrais, Área A = azul, área B = amarelo, área C = marrom, área D = verde claro e área E = Preto (2a). Visão aproximada da área A e dos 20 pontos amostrais (2b); visão aproximada da área B e dos 20 pontos amostrais (2c); visão aproximada da área C e dos 20 pontos amostrais (2d); visão aproximada da área D e dos 20 pontos amostrais (2e); visão aproximada da área E e dos 20 pontos amostrais (2f). Imagem do acervo da autora.

## 2.5 Coleta de dados

Os dados da variável resposta, a presença potencial das classes de SE, foram coletados com o auxílio da ferramenta *Street View* no programa *Google Earth*. Cada um dos pontos foi visitado com a ferramenta, observando com atenção por um raio de 20 metros do local do ponto, foram coletados os dados das classes da planilha analisando sua potencial presença com base nos indícios do Apêndice A, marcando 1(um) para presença potencial da classe de serviço ecossistêmico analisado e 0 (zero) para ausência ou insignificância da classe.

Foram considerados insignificantes casos em que há a presença apenas de um indivíduo arbóreo de menos de um metro ou a presença de elementos como pequenos canteiros, vasos de plantas ou semelhantes cuja resolução da ferramenta não foi viável para observar os atributos podendo assim caracterizá-los como efêmeros para a análise.

Os dados da variável preditora, a arborização, foram coletados por meio do programa Quantum Gis. Cada ponto foi visitado com o auxílio do plugin *Satellite View* na escala 1:400. Utilizando o plugin “*Calculate area while editing*” foram feitos polígonos sobre as copas das árvores em locais públicos (calçadas, praças, canteiros) dentro do raio de 20 metros estipulados. Em situações em que copas isoladas ultrapassaram o raio elas eram incluídas, em situações em que aglomeração de copas não permitia uma delimitação precisa considerava-se apenas o que estava contido dentro do raio de observação.

As áreas de copa dos polígonos foram somadas em cada ponto e também foram coletados dados de quantidade de árvores. Nas situações em que a aglomeração de copas não permitia uma contagem precisa, era estimada a quantidade com auxílio do *Street View*. Os dados coletados foram organizados em uma planilha para posterior análise.

## 2.6 Análises

Trabalhou-se com duas matrizes de dados explanatórios: preditores principais (variável “área de copa” e variável “número de árvores” combinados para gerar os dados de arborização) e estrutura espacial (latitude e longitude em projeção métrica UTM), e uma matriz com dados da variável resposta (presença potencial das classes de SE). Para essas análises os dados de presença potencial foram tratados como espécies. Desta forma os resultados gerados podem ser mais fidedignos à complexidade da realidade por analisar o que corresponde de fato a influência da arborização e o que é apenas o efeito da estrutura espacial, ou seja, da disposição geográfica dos pontos e suas características.

Para responder qual é a influência desses preditores, foi feita a Análise de Redundância (RDA), com os dados tratados pela transformação de Hellinger, que pode minimizar a influência do excesso de zeros, por meio do pacote “*vegan*” do programa R studio (R CORE TEAM, 2016). Esse procedimento combina regressão e PCA para analisar conjuntamente dados multivariados e produz como resultado valores da porcentagem de explicação provida por cada variável preditora, que podem ser visualizados no gráfico gerado.

A partir da RDA foi feita a Análise de Partição de Variância, que particiona a variação explicada entre os preditores analisados, e possibilita compreender a porcentagem de influência de cada um, bem como da variação compartilhada por ambos.

Foi feito Teste de Permutações por Análise de Correspondência Restrita para avaliar a significância dos valores resultantes, e utilizamos como nível de significância valores de p menores que 0.05.

As distinções entre as áreas A, B, C, D e E foram analisadas pelo agrupamento de pontos de cada uma separados por cores nos gráficos RDA gerados e pelo gráfico da porcentagem de presenças potenciais de cada classe em relação aos grupos de SE e as retas das cinco áreas.

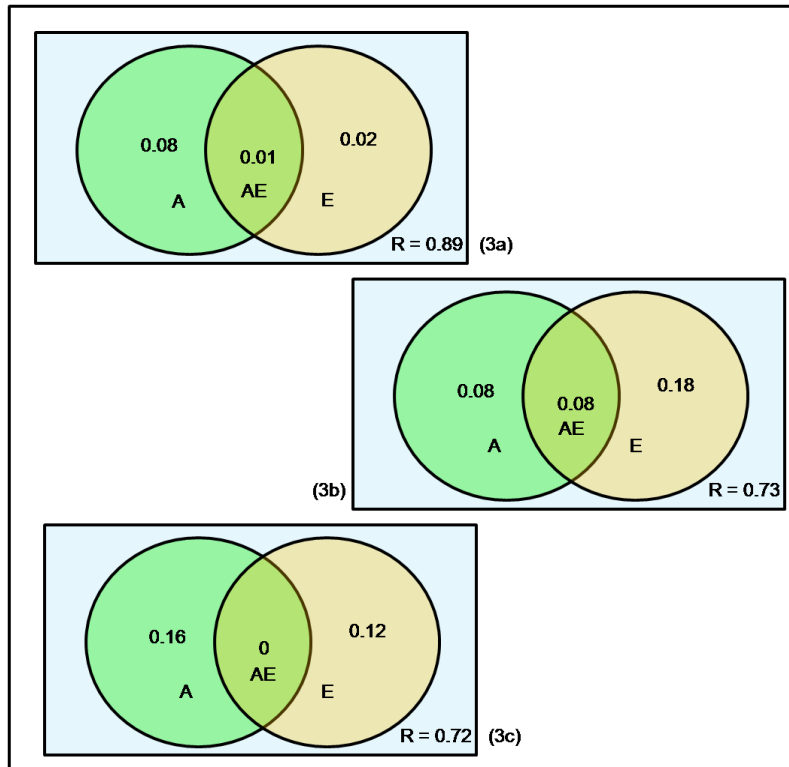
### 3. RESULTADOS

A análise de partição de variâncias indicou resultados significativos da influência da arborização urbana no potencial de prestação de serviços ecossistêmicos, os valores de Fisher para os três grupos de serviços analisados foram maiores que 4 e P-valor foi igual a 0,001. Apesar dos valores de resíduos dessa análise serem substancialmente maiores, para os objetivos do trabalho e com o aporte dos valores do teste de significância, os resultados a que chegamos se mostra satisfatório em responder a questão proposta.

Os valores do Diagrama de Venn (Figura 3) evidenciam que a arborização isolada explicou 8% da presença de serviços de provisão sendo maior que a explicação isolada da estrutura espacial, os serviços de regulação tiveram também 8% da presença explicada pela arborização isolada entretanto a estrutura espacial isolada foi expressivamente maior, para os serviços culturais 16% da presença foi explicada pela arborização isolada e 12% pela estrutura espacial, sendo que neste caso a variação compartilhada entre os dois eixos foi zero.



**Figura 3:** Diagramas de Venn representando a porcentagem de variação explicada pelas variáveis preditoras e o valor compartilhado.



**Legenda:** Porcentagem de variação explicada exclusivamente pela arborização (A), porcentagem de variação explicada exclusivamente pela estrutura espacial (E), pela variação compartilhada entre A e E (AE) e porcentagem de variação não explicada (R). SE de Provisão (3a), SE de Regulação (3b) e SE culturais (3c).

Os valores de coeficiente de determinação R<sup>2</sup> (Tabela 1) indicam uma influência considerável da arborização na presença potencial de SE para os três grupos de SE.

**Tabela 1:** Coeficientes de determinação gerados para evidenciar a porcentagem de influência da arborização sobre a presença potencial de SE.

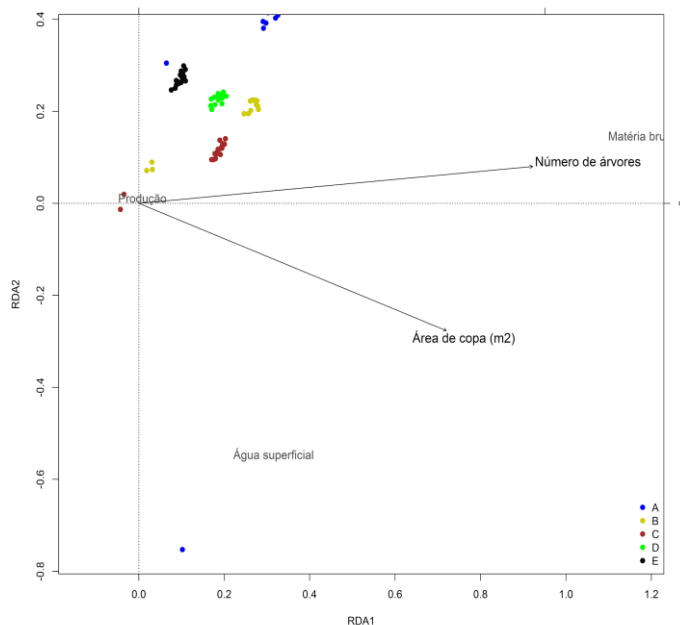
Serviço Ecossistêmico	R <sup>2</sup>	Resíduo
SE de Provisão	0.094	0.905
SE de Regulação	0.093	0.906
SE Culturais	0.173	0.826

**Legenda:** Coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), Porcentagem de variação não explicada (Resíduo)

Analisando cada gráfico RDA gerado, para os serviços de provisão (Figura 4) houve um bom agrupamento dos pontos pelas áreas amostrais, os pontos estão mais relacionados ao

preditor número de árvores que explicou mais a variação da presença de SE (0,96) que área de copa (0,75), apesar desta diferença não ser muito significativa. O serviço mais fortemente relacionado ao número de árvores foi “Matéria bruta”.

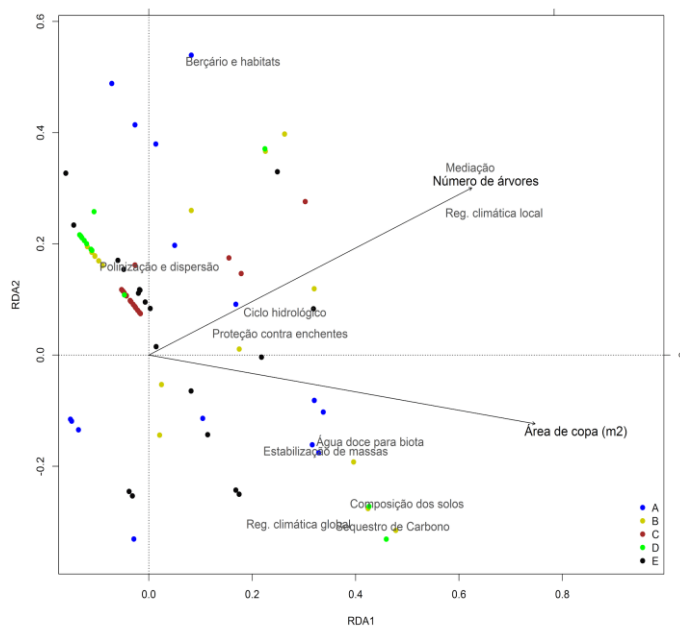
**Figura 4:** Gráfico dos dois eixos da RDA mostrando a relação entre as variáveis preditoras ao longo do eixo RD1 e os dados de presença potencial do grupo de serviço de provisão nos pontos coletados em cada uma das cinco áreas.



**Legenda:** Área A = azul, área B = amarelo, área C = marrom, área D = verde claro e área E = preto.

A RDA para os dados de regulação (Figura 5) mostrou os pontos mais desagregados entre as áreas e espalhados entre os eixos. O preditor área de copa explicou mais a variação de presença de SE (0,95) que número de árvores (0,79). Os serviços de “Mediação de odores, ruídos e impactos visuais/Diluição pela atmosfera” e “Regulação climática local” foram mais fortemente relacionados ao preditor número de árvores. Já “Estabilização de massas”, “Água doce para biota”, “Composição dos solos” e “Filtração, sequestro, estoque e acumulação de carbono” foram mais relacionados com área de copa. Ainda o eixo RD1 explicou a variação de presença de 13% de “Proteção contra enchentes”, 15% de “Regulação climática global” e 18% da classe “Ciclo hidrológico”.

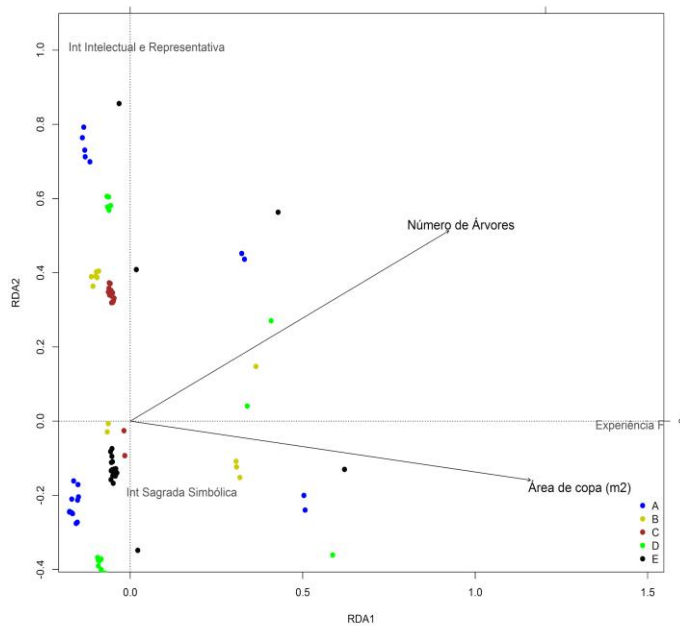
**Figura 5:** RDA mostrando a relação entre as variáveis preditoras ao longo do eixo RD1 e os dados de presença potencial do grupo de serviço ecossistêmico de regulação nos pontos coletados em cada uma das cinco áreas.



Legenda: Área A = azul, área B = amarelo, área C = marrom, área D = verde claro e área E = preto.

A RDA para os dados de serviços culturais (Figura 6) teve os pontos melhor agrupados que a RDA para regulação, porém ainda bastante desagregados. O preditor área de copa explicou mais a variação da presença de SE (0,96) que o número de árvores (0,76). “Experiência física” foi a classe mais fortemente relacionada com área de copa.

**Figura 6:** Gráfico da RDA mostrando a relação entre as variáveis preditoras ao longo do eixo RD1 e os dados de presença potencial do grupo de serviços culturais nos pontos coletados em cada uma das cinco áreas.



Legenda: Área A = azul, área B = amarelo, área C = marrom, área D = verde claro e área E = preto.

Na Tabela 2, seguem as pontuações de cada serviço em relação ao eixo RD1 de variáveis preditoras e o eixo RD2 da estrutura espacial. Percebe-se que as classes “Matéria bruta” e “Experiência física” tiveram valores altos de explicação pela RD1, as classes “Regulação climática local”, “Mediação de odores, ruídos e impactos visuais/Diluição pela atmosfera”, “Composição do solo”, “Filtração, sequestro, estoque e acumulação de carbono”, “Água doce para a biota”, “Estabilização de massa”, “Água superficial”, “Regulação climática global”, “Ciclo hidrológico” e “Proteção contra enchentes” tiveram entre 35% e 13% de variação explicada, já “Interação sagrada e simbólica”, “Berçário de habitats”, “Interação intelectual” e “Polinização e dispersão” tiveram entre 10% e 1% de variação explicada e por fim a classe “Produção” teve a menor porcentagem de variação explicada com 0,004% de relação com o eixo RD1.

**Tabela 2:** Pontuação (*scores*) de cada eixo para cada uma das classes de SE.

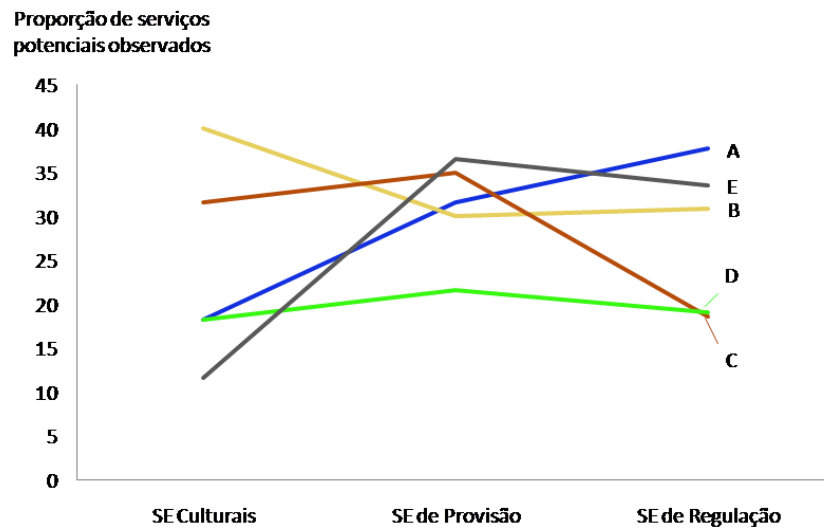
Classe de SE	RD1	RD2
Produção	0.004	0.002
Água superficial	0.173	-0.139
Matéria bruta	0.645	0.037
Sequestro de Carbono	0.249	-0.108
Mediação	0.329	0.117
Estabilização de massas	0.181	-0.060
Ciclo hidrológico	0.139	0.026
Proteção contra enchentes	0.134	0.012
Polinização e dispersão	0.010	0.055
Berçário e habitats	0.086	0.183
Composição dos solos	0.264	-0.094
Água doce para biota	0.227	-0.054
Regulação climática global	0.153	-0.106
Regulação climática local	0.352	0.088
Experiência física	0.910	-0.005
Interação intelectual	0.029	0.424
Interação sagrada e simbólica	0.091	-0.081

Legenda: Classe de SE - cada uma das 17 classes de SE testadas; RD1 – valores correspondente às variáveis predictoras; RD2 - valores correspondente às variáveis espaciais.

Para alguns serviços, a estrutura espacial (eixo RD2) explicou mais a variação que os preditores como “Interação intelectual”, “Berçário e habitats” e “Polinização e dispersão”. Para alguns serviços a diferença entre a influência do RD1 para RD2 foi mais próximas como nas classes Já as classes “Produção” e “Interação sagrada e simbólica” tiveram porcentagem de explicação próximas entre os dois eixos.

Observando os valores de proporção do potencial de serviços observados em cada área em relação ao grupos de SE (Figura 7), pode-se perceber que o comportamento das cinco de áreas teve um padrão diferenciado entre si. A área B teve os melhores resultados estando nos três grupos com mais de 30% de presenças potenciais, a área D teve os valores mais baixos, estando nos três grupos com menos de 22% de presenças potenciais. As áreas A e E têm valores menores de 20% dos serviços culturais, porém valores acima de 30% para provisão e regulação. Já a área C teve valores acima de 30% para os serviços culturais e de provisão e de menos de 20% para regulação.

**Figura 7:** Gráfico da proporção em porcentagem de serviços potenciais observados somados por área em relação ao três grupos de SE avaliados.



Legenda: Área A = azul, área B = amarelo, área C = marrom, área D = verde claro e área E = preto.

#### 4. DISCUSSÃO

Neste trabalho pudemos observar a influência da arborização urbana na presença potencial de serviços ecossistêmicos. De forma geral os resultados corresponderam com o esperado. Para os resultados dos serviços de regulação, a influência da estrutura espacial isolada foi maior que a influência da arborização isolada, o que pode ser explicado pelas pontuações de classes que tiveram os maiores números de presença observadas, como “Polinização e dispersão de sementes” e “Berçário e habitats”, que foram as únicas do grupo de regulação que tiveram valores de explicação pelo eixo RD2 mais altos que RD1, e também foram as que na coleta de dados obtiveram maiores números de presença potencial observadas (Apêndice B) podendo por isso ter elevado a porcentagem de explicação da estrutura espacial do grupo todo.

É evidente que essas classes dependem em elevado grau das árvores urbanas, pois estas oferecem habitat, abrigo, “stepping stones” meio a matriz urbana (DE CASTRO PENA et al. 2017), fonte de recursos e local de nidificação. Acredita-se que o resultado contrário do esperado deva-se a forma da coleta de dados, pois pelo *Google Street View* muitos pontos continham elementos indicativos de presença, entretanto na coleta das variáveis preditoras pelo *Plugin Satellite View*, o elemento indicativo estava em área particular e não era contado na coleta ou o tamanho muito reduzido do indício não era visível na escala de observação na coleta dos dados de arborização podendo assim explicar a causa da relação tão baixa. Também atribui-se a relação observada aos indícios elaborados o que possibilitou que qualquer árvore acima de 1 metro, e até mesmo exóticas pudessem evidenciar a presença potencial do serviço. Ainda a influência maior da estrutura espacial provavelmente deve-se a observação recorrente nos pontos observados da utilização de uma mesma espécie de árvores em uma mesma rua.

Ainda outra razão possível seria as condições que propiciam a presença de algumas classes estarem espacialmente próximas, o que poderia também justificar o valor de 8% de variação compartilhada. O ideal nessa pesquisa é que houvessem áreas inteiras caracterizadas pelo semelhante porte de árvores pois o resultado do agrupamento dos pontos no gráfico da RDA poderia ter sido mais eficaz em nos fornecer respostas de acordo com o porte da árvore utilizada. Entretanto, o que limitou essa avaliação é o fato de que em Rio Claro não ocorrem

locais amplos com arborização de grande porte, e estas árvores ocorrem apenas em algumas vias de acesso bem arborizadas.

As áreas A e B foram escolhidas por conterem duas avenidas que contém grandes árvores, além disso possuem canteiros largos, portanto pontos que foram aleatoriamente colocados próximos a esses locais foram positivamente relacionados com a presença de muitas classes de Regulação como “Ciclo hidrológico”, “Proteção contra enchentes”, “Mediação de odores, ruídos e impactos visuais/Diluição pela atmosfera” e “Regulação climática local” que dependem de arborização de grande porte ou de cobertura vegetal em áreas permeáveis (BOLUND; HUNHAMMAR, 1999) e cujos valores de RD1 e RD2 foram mais próximos que outras classes. O mesmo pode ter acontecido em pontos próximos a terrenos baldios e praças.

Recordando que só foram coletados dados de arborização das calçadas e locais públicos, enquanto que os dados de SE eram coletados estando presentes mesmo em locais privados o que pode ter ressaltado a discrepância.

Algumas outras classes que provavelmente têm maior influência da arborização em “Regulação” como “Composição do solo”, “Água doce para biota” e “Estabilização de massa” dependiam de área permeável com cobertura vegetal, e mais algumas características específicas (como não susceptibilidade à disposição de rejeitos) que poderiam ser diferentes entre os pontos. Assim como “Filtração, sequestro, estoque e acumulação de carbono” e “Regulação climática global” que tinha como indício a presença de árvores de grande porte no ponto (BOLUND; HUNHAMMAR, 1999).

Os resultados dos serviços culturais mostraram um padrão marcante por apresentar um valor pouco importante (menos de 0,01%) de variação compartilhada entre os eixos, o que provavelmente não se explica pela quantidade de presenças totais observadas para cada classe, pois “Experiência física”, “Interação Intelectual” e “Interação sagrada e simbólica” tiveram respectivamente 16, 46 e 10 presenças totais entre os 100 pontos (Apêndice B), a explicação para essa relação deve-se aos valores de pontuação explícitos na Tabela 2.

A classe “Experiência Física” foi entre os três grupos de SE analisados, o mais fortemente associado ao eixo RD1, enquanto que a explicação do eixo RD2 foi desprezível, “Interação intelectual” teve um valor muito alto de explicação provido pela estrutura espacial e um valor bastante baixo de explicação pelos preditores. Já a classe “Interação simbólica”



apesar da influência da arborização ser maior, esta ficou apenas 1% acima da influência da estrutura espacial.

A classe “Interação intelectual” teve grande relação com o eixo RDA2, isso se explica provavelmente pela mesma razão para “Polinização e dispersão” e “Berçário e habitats”. A influência da estrutura espacial provavelmente se deve pelo padrão de utilizar as mesmas espécies em uma mesma rua. Alguns pontos amostrais aparecem no eixo bastante próximos ao posicionamento desta classe no gráfico, provavelmente porque no ponto pode não haver elementos suficientes para a presença potencial de outros SE, mas o elemento existente no ponto tem importância para a pesquisa. Além disso o valor mais elevado de presenças potenciais observadas pode ter contribuído para aumentar a influência do eixo RD2 no grupo todo.

Os resultados dos serviços de provisão confirmaram a hipótese testada. Entre as três classes analisadas “Matéria bruta” teve forte associação com o eixo da RD1, o que pode ser explicado devido ao indícios estabelecidos, pois toda árvore tem o potencial de fornecer lenha, recursos para compostagem e estocar biomassa, e muitas têm potencial de oferecer recursos ornamentais e medicinais. “Água superficial” é a única classe que parece não depender diretamente e indiretamente de árvores, mas sim da presença de abertura para escoamento da água pluvial por galerias, foram poucas encontradas e a maioria estava próxima a locais bem arborizados como nas avenidas, o que explica a influência.

A classe “Produção” foi dentre todas a de menor explicação pelos preditores, o que deve-se muitas razões, em primeiro aspecto à própria evolução histórica das modificações das áreas urbanas para atender o crescimento populacional que significou grande pressão para a redução dos quintais, e com eles hortas, espaço de criação de animais, árvores frutíferas. Por outro ângulo às condições sistêmicas que já não possibilitam além de espaço o próprio tempo necessário para cultivar. Ademais, assim como encontrado por outros autores em relação às praças de Rio Claro (MARUI, 2005; BORGES, 2011) nas calçadas de Rio Claro predominam espécies exóticas ou nativas que não produzem frutos para alimentação humana, à exceção de alguns poucos indivíduos de *Eugenia uniflora* (Pitanga) e *Malpighia emarginata* (Acerola), e outras espécies em menor presença..

Comparando as áreas amostrais, no gráfico RDA para os serviços de provisão em que houve boa agregação dos dados, fica evidente que as áreas A e B que possuem avenidas com arborização de grande porte obtiveram maior relação com o eixo RD1 em comparação com as

outras áreas, C (intermediária) e D (pouca arborização) ficaram próximas, e E (intermediária) teve o menor valor de presença de SE relacionados a arborização.

Os gráficos da RDA para os dados de serviços de regulação e serviços culturais não permitem uma avaliação precisa por área, porém observando os pontos mais associados com os eixos “Número de árvores” e “Área de copa” de forma geral foram pontos com quantidade significativa de árvores (em sua maioria mais de 15m<sup>2</sup>) e aparecem principalmente pontos das áreas A e B e menos das outras três áreas. Pontos que aparecem isolados próximos a alguma classe, como já explicado em “Interação intelectual” devem-se a presença de condições específicas no ponto em questão que propiciam sua presença potencial.

Os resultados da Figura 7 permitem interpretar melhor a variação entre as áreas. Os resultados mais interessantes são o padrão observado nas retas da área B e da área D que corroboram a hipótese testada. O padrão das áreas A e E foi semelhante, embora de forma geral a área A tenha tido melhores resultados, a menor quantidade de serviços culturais deve-se a baixa quantidade de áreas para recreação e interação com a natureza, a presença de poucas espécies de relevância para pesquisa ou de valor simbólico, assim como na área D.

A área C teve os maiores valores da classe “Interação intelectual” entre as cinco áreas o que elevou a proporção dos serviços culturais. O grupo regulação foi o menos representado, pois muitas classes desse grupo que dependem de área permeável e\ou arborização de grande porte obtiveram zero presenças, o que deve-se a densidade de construções nessa área. A área D, por razões semelhantes teve valor parecido, porém 1% mais alto por conta de poucas presenças a mais observadas decorrente de pontos próximos à praças. Esses resultados evidenciam a relação esperada de que arbustos e arvoretas contribuem menos para a prestação de SE que árvores de grande porte como encontrado em outros trabalhos (BOLUND; HUNHAMAR, 1999, FANG; LING, 2005, DE AGUIRRE JR.; LIMA, 2007)

De forma geral a diferença de explicação provida entre esses dois eixos não foi tão significativa em proporcionar uma resposta sobre qual variável é mais relevante para se analisar, ambas obtiveram valores altos de porcentagem de explicação acima de 70%, e para o grupo de provisão o eixo “Número de árvores” teve maior influência enquanto que para os dois grupos foi a “Área de copa” que teve maior influência.

O eixo “Número de árvores” aparece no quadrante superior direito indicando relação positiva com a estrutura espacial, como já elucidado, áreas com maior quantidade de árvores ocorrem em locais concentrados, por outro lado pontos com maior quantidade de copa podem

ocorrer nessas áreas ou dentro do bairro em árvores isoladas por isso “Área de copa” não apresenta forte influência da estrutura espacial, o eixo evidencia isso estando no quadrante inferior direito e foi mais fortemente relacionada à RD1 nos gráficos dos serviços de regulação e culturais

No gráfico dos serviços de provisão, o eixo “Número de árvores” esteve mais associado com o eixo RD1 porque foram coletados dados de presença e ausência dos SE e não qualitativos sendo assim os valores inteiros que variaram de 0 a 10 desta variável foram mais significativos que os valores decimais de área de copa que variaram de 0 a 65 m<sup>2</sup>, se a coleta fosse qualitativa, talvez a área de copa mostrasse uma influência mais próxima do número de árvores.

As razões para a realização da coleta pelo *Street View* visam a criação de um método remoto de coleta de dados biológicos na área urbana. Os maiores benefícios são a viabilidade e o menor custo, o que já possibilita sua utilização para estudos relativos a infraestrutura urbana (RUNDLE et al. 2012). As limitações são a escala de visualização que não permitem uma aproximação adequada, bem como nem todos locais estão registrados ainda.

Analisando a proposta do aplicativo, conquanto que a iniciativa busque uma aproximação do público geral com os termos de SE, propiciando também a reflexão pessoal e gerando dados para pesquisas de percepção ambiental, a ideia do aplicativo tem grande validade, entretanto para os objetivos dos desenvolvedores de mapear serviços de forma confiável e com custo eficiente (PRIESS et al. 2014), torna-se necessário elaborar indícios objetivos para a presença potencial de cada classe de SE tal como feito neste trabalho com o fim diminuir a subjetividade da coleta e permitir uma leitura intersubjetiva dos resultados gerados.

## 5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As regiões avaliadas mostram que os benefícios potenciais da arborização urbana são bastante significativos na área B. Entretanto, outros fatores podem influenciar no potencial de serviço ecossistêmicos em Rio Claro, como as especificidades dos atributos das espécies de árvores utilizadas e sua estacionalidade, o porte arbóreo (altura e DAP) e se as configurações temporais de uso do local onde estão possibilitam a presença potencial de cada SE a longo prazo, fatores que não foram medidos neste trabalho. Seria interessante considerá-los em trabalhos futuros, para uma avaliação mais completa dos benefícios que elementos naturais trazem para a população humana na cidade.

Evidenciou-se neste trabalho a importância da arborização urbana. Para uma boa efetividade é fundamental que esta seja planejada junto com o ambiente urbano de forma a 1 preparar e adaptar as cidades para condições mais extremas de clima; 2 permitir a sobrevivência e a saúde das árvores a longo prazo, visando otimizar custos; 3 possibilitar o usufruto e acessibilidade do espaço público das calçadas com qualidade para os habitantes; 4 que novas estratégias para a infraestrutura urbana sejam buscadas objetivando conciliar-se com a arborização de grande porte; 5 estabelecer um plano factível de manutenção preventiva para minimização de riscos de acidentes com quedas e 6 incluir esta temática na agenda da educação ambiental do município e nas escalas de administração territorial maiores, visando oferecer oportunidades de resgate do valor estético e ético da presença das árvores sobretudo as nativas nas áreas urbanas.

## 6. REFERÊNCIAS

ALBAGLI, S. Informação e desenvolvimento sustentável: novas questões para o século XXI. **Ciência da Informação**, v. 24, n. 1, 1995.

ALBERTI, M. et al. Integrating humans into ecology: opportunities and challenges for studying urban ecosystems. **BioScience**, v. 53, n. 12, p. 1169-1179, 2003.

ALVES, E.; MARRA, R. A persistente migração rural-urbana. **Revista de Política Agrícola**, v. 18, n. 4, p. 5-17, 2009.

ANDRADE, D. C. et al. Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma “Economia dos Ecossistemas”. **XXXVII Encontro Nacional de Economia**. Foz do Iguaçu: ANPEC, 2009.

ATHIÊ, S.; DIAS, M. M. Frugivoria por aves em um mosaico de Floresta Estacional Semidecidual e reflorestamento misto em Rio Claro, São Paulo, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 26, n. 1, p. 84-93, 2012.

BAUMAN, Z.. **Comunidade: a busca por segurança no mundo atual**. Zahar, 2003.

BIBLIOTECA VIRTUAL DO GOVERNO DE SÃO PAULO. Disponível em: <http://www.bibliotecavirtual.sp.gov.br/temas/sao-paulo/sao-paulo-aspectos-territoriais.php>. Último acesso em 05 de abril 2017.

BOLUND, P.; HUNHAMMAR, S. Ecosystem services in urban areas. **Ecological economics**, v. 29, n. 2, p. 293-301, 1999.

BORGES, B. D. **Influência da distribuição espacial e de atributos de conectividade de áreas verdes municipais sobre a visitação pela população de Rio Claro, SP**. 2011. 53 f. Trabalho de conclusão de curso (Ecologia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de

Biociências de Rio Claro, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/118356>>.

Último acesso em 04 de abril de 2017.

BRUN, F. G. K. et al. O emprego da arborização na manutenção da biodiversidade de fauna em áreas urbanas. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 2, n. 1, p. 117-127, 2007.

BURGHARDT, K. T. et al. Impact of native plants on bird and butterfly biodiversity in suburban landscapes. **Conservation Biology**, v. 23, n. 1, p. 219-224, 2009.

CABRAL, P. I. Decurcio; PERÍCIA, Auditoria; AMBIENTAL, Governança. Arborização urbana: problemas e benefícios. **Revista Especialize On-line IPOG–Goiânia**, v. 1, n. 6, 2013.

CAMARANO, A. A.; ABRAMOVAY, R. Êxodo rural, envelhecimento e masculinização no Brasil: panorama dos últimos 50 anos. 1999.

CAZETTA, E. et al. Frugivoria e dispersão de sementes de *Talauma ovata* (Magnoliaceae) no sudeste brasileiro. **Ararajuba**, p. 199-206, 2002.

CHIESURA, A.; DE GROOT, R. Critical natural capital: a socio-cultural perspective. **Ecological Economics**, v. 44, n. 2, p. 219-231, 2003.

CHOWDHURY, J. U. et al. Chemical composition of the leaf essential oils of *Murraya koenigii* (L.) Spreng and *Murraya paniculata* (L.) Jack. **Bangladesh Journal of Pharmacology**, v. 3, n. 2, p. 59-63, 2008.

CICES v. 4.3. Disponível em: <http://cices.eu/>. Último acesso em 24 de abril de 2017.

COSTANZA, R. et al. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital (1997). **The Globalization and Environment Reader**, p. 117, 2016.

DE AGUIRRE JUNIOR, J. H.; LIMA, A. M. L. P.. **Uso de árvores e arbustos em cidades brasileiras**. 2007. Rev. SBAU, Piracicaba, v.2, n.4, dez. 2007, p. 50-66.

DE CASTRO PENA, J. C. et al. Street trees reduce the negative effects of urbanization on birds. **PLoS One**, v. 12, n. 3, p. e0174484, 2017.

DWYER, J. F. et al. Assessing the benefits and costs of the urban forest. **Journal of Arboriculture**, v. 18, p. 227-227, 1992.

FANG, C. ; LING, D. Guidance for noise reduction provided by tree belts. **Landscape and urban planning**, v. 71, n. 1, p. 29-34, 2005.

GARCIA, E. da S. Concepções de munícipes da cidade de Rio Claro sobre a arborização urbana. 2015. 117 f. Trabalho de conclusão de curso (licenciatura e bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/139021>>. Último acesso em 04 de abril de 2017.

GARCIA, L. Fragmentos da história Rioclarense por Liliana Garcia. 2013. Disponível em: <http://www.visiterioclaro.com.br/interna.php?idm=10&coract=1&mat=632>. Último acesso em: 05 de julho de 2017.

GOMES, L. F. Urbanização desordenada+ miséria= criminalidade. **Consulex: Revista Jurídica**, v. 6, n. 133, p. 32-33, 2002.

GOMES, H. H. S. et al. Plantas medicinais: sua utilização nos terreiros de umbanda e candomblé na zona leste de cidade de Campina Grande-PB. **Rev Biol Farmácia**, v. 1, n. 3, p. 110-29, 2008.

GUSSONI, C. O. A. Avifauna de cinco localidades no município de Rio Claro, estado de São Paulo, Brasil. **Atualidades Ornitológicas**, v. 136, p. 30-36, 2007.

JUDY, W. V. et al. Antidiabetic activity of a standardized extract (Glucosol™) from *Lagerstroemia speciosa* leaves in type II diabetics: A dose-dependence study. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 87, n. 1, p. 115-117, 2003.

LAERA, L. H. N. – Valoração Econômica da Arborização: a valoração dos serviços ambientais para a eficiência e manutenção do recurso ambiental urbano – Dissertação, mestrado em Ciência Ambiental – Universidade Federal Fluminense, 2006.

MA (Millennium Ecosystem Assessment), 2005. **Ecosystems and Human Well-being. Synthesis**. Island Press, Washington, DC.

MARUI, G. **Composição florística e percepção ambiental de algumas praças de Rio Claro-SP**. 2005. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2005.

MAZZEI, K. et al. Áreas verdes urbanas, espaços livres para o lazer. **Revista Sociedade ; Natureza**, v. 19, n. 1, 2007.

MCDONELL, M. J.; PICKET, S. T. A. Humans as Components of Ecosystems: The Ecology of Subtle Human Effects and Populated Areas. **New York: Springer-Verlag**. eds. 1993.

MOLL, G.; PETIT, J. The Urban Ecosystem: Putting Nature Back in the Picture. **Urban forests**, v. 14, n. 5, p. 8-15, 1994.

NIEMELÄ, J. et al. Using the ecosystem services approach for better planning and conservation of urban green spaces: a Finland case study. **Biodiversity and Conservation**, 19(11), 3225-3243, 2010.

OLDFIELD, E. E. et al. FORUM: challenges and future directions in urban afforestation. **Journal of Applied Ecology**, v. 50, n. 5, p. 1169-1177, 2013.



PAGANO, S. N.; CESAR, O.; LEITÃO FILHO, H. de F. Composição florística do estrato arbustivo arbóreo da vegetação de Cerrado da Área de Proteção Ambiental (APA) de Corumbataí- Estado de São Paulo. *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, v. 49, n. 1, p. 37-48, 1989.

PLANO DIRETOR DE RIO CLARO. Disponível em: <http://www.rioclaro.sp.gov.br/pd/arquivos/Lein3806-2007.pdf> . Último acesso em 24 de abril de 2017.

PAVIANI, A. Urbanização: impactos ambientais da população. **Revista Bioética**, v. 4, n. 2, 2009.

PICKETT, S. T. A. et al. A conceptual framework for the study of human ecosystems in urban areas. **Urban ecosystems**, v. 1, n. 4, p. 185-199, 1997.

PINTO, A. V. et al. Trypanocidal activity of synthetic heterocyclic derivatives of active quinones from *Tabebuia* sp. **Arzneimittel-Forschung**, v. 47, n. 1, p. 74-79, 1997.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. et al. Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo. **Colombo: Embrapa Florestas**, 2009.

PRIESS, J. A. et al. The ESM-App—a new smartphone application to map ecosystem services. In: **Proceedings of the International Environmental Modelling and Software Society (iEMSs) 7th Intl. Congress on Env.** 2014.

REBELE, F. Urban ecology and special features of urban ecosystems. **Global ecology and biogeography letters**, p. 173-187, 1994.

Rio Claro: Sua economia baseia-se na liderança da indústria sucroalcooleira. Disponível em: <http://www.cidadespaulistas.com.br/prt/cnt/mp-princid-494.htm>.

RUNDLE, A.G. et al. Using Google Street View to audit neighborhood environments. **American journal of preventive medicine**, v. 40, n. 1, p. 94-100, 2011.

SILVEIRA, C. A. da; et al. A problemática das inundações em áreas urbanas sob a ótica da permeabilidade do solo. 2015.

SOUZA, L. de; CAMPOS, M. J. de O. Composition and diversity of bees (Hymenoptera) attracted by Moericke traps in an agricultural area in Rio Claro, state of São Paulo, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 98, n. 2, p. 236-243, 2008.

TAURA, H. M.; LAROCCA, S. A associação de abelhas silvestres de um biótopo urbano de Curitiba (Brasil), com comparações espaço-temporais: abundância relativa, fenologia, diversidade e exploração de recursos (Hymenoptera, Apoidea). **Acta Biológica Paranaense**, v. 30, 2001.

VALENTE, R. de M. Comportamento alimentar de aves em *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae) em Rio Claro, São Paulo. **Iheringia. Série Zoologia**, 2001.

VAN DEN BERG, M. E.; SILVA, M. H. L. da. Contribuição ao conhecimento da flora medicinal de Roraima. **Acta Amazonica**, v. 18, p. 23-35, 1988.

VAN OUDENHOVEN, A. P. E. et al. Framework for systematic indicator selection to assess effects of land management on ecosystem services. **Ecological Indicators**, v. 21, p. 110-122, 2012.

VELASCO, G. Del N. **Arborização viária X sistemas de distribuição de energia elétrica: avaliação dos custos, estudo das podas e levantamento de problemas fitotécnicos**. 2003. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.



## 7. APÊNDICES

### Apêndice A: Classes de SE definidos para o estudo divididos por grupos de SE.

Classes (CICES v. 4.3)	Descrição	Indício da presença potencial
SE de Provisão		
Plantas cultivadas ou não, animais e seus produtos	Existência de vegetais comestíveis, frutos, animais e seus produtos	Presença de um elemento indicativo no mínimo, como hortas urbanas, local de criação de animais, árvores frutíferas. Apenas recursos alimentares para a espécie humana.
Água superficial para dessedentação ou não	Existência de bueiros que coletam a água pluvial ou que a drenagem superficial urbana seja destinada a algum corpo d'água	Presença de um bueiro no mínimo
Materiais brutos de plantas e animais para uso direto	Existência de recursos tais como lenha, elementos para uso ornamental, palha, resíduos orgânicos para compostagem, plantas medicinais	Presença de um elemento indicativo no mínimo como uma árvore, arbusto, canteiros com plantas, jardins ou gramíneas que tenham potencial para as características descritas como <i>Hibiscus rosa sinensis</i> e muitas outras de jardim (VAN DEN BERG et al. 1988)
SE de Regulação		
Filtração, sequestro, estoque e acumulação	Existência de vegetação e áreas permeáveis cobertas por vegetação	Presença de árvores maiores de 10 metros em quantidade (BOLUND; HUNHAMMAR, 2009)
Mediação de odores, barulho, impactos visuais/Diluição pela atmosfera	Existência de árvores ou áreas cobertas por vegetação de outro tipo.	Corredor contínuo ou pouco esparso de árvores ou arbustos com no mínimo 3 metros de altura (DE AGUIRRE JR.; LIMA, 2007; FANG; LING, 200;)
Estabilização de massa e controle dos índices de erosão	Existência de cobertura vegetal protegendo ou estabilizando fluxos de massa.	30% de áreas permeáveis (SILVEIRA, 2014 e Plano Diretor de Rio Claro) cobertas por vegetação arbórea de grande porte ou por vegetação cujo sistema radicular aparenta ter grande alcance (PORFÍRIO-DA-SILVA, et al. 2009.
Ciclo hidrológico e manutenção do fluxo d'água	Existência de áreas permeáveis com cobertura vegetal que possibilite a manutenção dos fluxos de carga e descarga de	30% de áreas permeáveis cobertas por vegetação arbórea (SILVEIRA, 2014 e Plano Diretor de Rio Claro)

	água, que favoreça a recarga de água subterrânea	
Proteção contra enchentes	Existência de áreas permeáveis que protejam ou minimizem a ação das enchentes	30% de área permeável (SILVEIRA, 2014 e Plano Diretor de Rio Claro)
Polinização e dispersão de sementes	Presença de polinizadores e/ou plantas zoofílicas, presença de dispersores de sementes e/ou plantas zoocóricas	Presença de um elemento indicativo no mínimo como qualquer indivíduo arbóreo ou arbustivo, de espécie nativa ou exótica, que saiba-se não ser tóxica, com mais de um metro de altura. Que por experiência ou conhecimento prévio saiba-se que tem condições para o serviço ocorrer. Entre as 260 espécies de aves encontradas em Rio Claro (GUSSONI, 2007), muitas são dispersoras (ATHIÊ; DIAS, 2012; VALENTE, 2001 e CAZETTA, et al. 2002). O trabalho de Souza e Campos (2008) apontou 22 espécies de abelhas na zona rural de Rio Claro, das quais muitas ocorrem em área urbana e interagem com suas espécies de árvores (TAURA ; LAROCA, 2001)
Manutenção de berçário de populações e habitats	Existência de habitat para plantas e para reprodução ou berçário de animais	Presença de um elemento indicativo no mínimo como qualquer indivíduo arbóreo ou arbustivo, de espécies nativa ou exótica, com mais de um metro de altura. Que por experiência ou conhecimento prévio saiba-se que tem condições para o serviço ocorrer.
Processos de formação e composição dos solos	Existência de áreas permeáveis com cobertura vegetal que possibilitem a ação de processos de intemperismo, pedogênese, decomposição da matéria orgânica e processos biogeoquímicos	30% de área permeável (SILVEIRA, 2014 e Plano Diretor de Rio Claro) coberta por vegetação não suscetível a queimadas e disposição incorreta de rejeitos
Condições químicas de água doce para a biota	Ausência de poluentes, tóxicos e rejeitos que possam contaminar a água. Existência de áreas permeáveis e com cobertura vegetal que permitam que processos dos ciclos biogeoquímicos atuem devolvendo água doce para a biota	30% de área permeável coberta por vegetação (SILVEIRA, 2014 e Plano Diretor de Rio Claro) não suscetível a disposição incorreta de rejeitos e a poluição por resíduos do asfalto tais como óleo, combustível, material particulado decantado

Regulação climática global pela redução de gases de efeito estufa	Presença de vegetação que estoque grande quantidade de gases de efeito estufa	Idem a classe “Filtração, sequestro, estoque e acumulação”
Regulação climática nas escalas micro e regional	Presença de vegetação que possibilite atenuar as temperaturas por meio de sombra que causa e da elevação da umidade pela transpiração	Árvores cuja copa começa no mínimo a dois metros de altura que ocorram em quantidade formando um corredor de sombra contínuo ou no mínimo uma árvore maior que 6 metros (DE AGUIRRE JR.; LIMA, 2007)
SE Culturais		
Interações físicas e experimentais	Distribuição de vida selvagem/emblemática associadas às áreas verdes. Aves importantes associadas às áreas verdes. Áreas verdes disponíveis para recreação.	Presença de espécies selvagens emblemáticas, ou a presença de elementos de recreação como sombra proporcionada pela vegetação, espaço para caminhar, passear com cães. Praças, verdes viários, áreas para esporte, infraestrutura para recreação (MAZZEI et al. 2007)
Interações intelectuais e representativas	Citações, distribuição de projetos de pesquisa. Registros históricos. Publicações a respeito.	Presença de um elemento indicativo como espécies nativas ou exóticas com alguma citação em pesquisas. Como <i>Murraya paniculata</i> (CHOWDHURY et al. 2008), <i>Lagerstromia speciosa</i> (JUDY, et al. 2003), <i>Hibiscus rosa sinensis</i> (VAN DEN BERG et al. 1988) e <i>Tabebuia</i> sp. (PINTO et al. 1997), entre outras.
Interações simbólicas e sagradas com a biota, ecossistema ou paisagens	Existência de valor cultural, simbólico ou espiritual em um local	Presença de um elemento que tenha registro da sua importância cultural, simbólica ou espiritual. Como plantas medicinais para cultos religiosos de cunho naturalista (GOMES et al. 2008). Espécies como o ipê cuja flor é símbolo brasileiro e ainda áreas de valor simbólico.

**Apêndice B** - Dados totais coletados e tabela descritiva das variáveis analisadas.

