



USO DE INDÍCES AMBIENTAIS COMO INDICADORES DE QUALIDADE DA ARBORIZAÇÃO URBANA NO CAMPUS 1 DA PUC- CAMPINAS

Danielle de Sousa Cordeiro, PUC-Campinas, danielle_cordeiro241@outlook.com
Regina Márcia Longo, PUC-Campinas, regina.longo@puc-campinas.edu.br

Resumo

A arborização urbana traz inúmeros benefícios para as cidades, é importante que a arborização seja planejada de forma adequada, para mitigar os efeitos negativos da ação antrópica. No entanto, em locais já arborizados, é necessário reconhecer a vegetação presente e procurar alternativas de adaptação. O objetivo deste trabalho foi entender as principais características da vegetação já presente em áreas urbanas no Campus I da PUC-Campinas e apontar formas de integrar elementos que melhorem a qualidade da arborização. A área em questão é de extremo interesse ambiental e abriga remanescentes florestais fragmentados e com poucas conexões com outras áreas ambientais. O estudo teve como base os dados fornecidos pela universidade, a arborização foi perante a estrutura das árvores com base na disposição e densidade da vegetação, os dados coletados foram utilizados para analisar a diversidade da arborização. As análises desenvolvidas indicaram a boa qualidade ecológica da vegetação, porém existe uma situação de paridade entre espécies exóticas e nativas o que colabora para o aumento do isolamento dos remanescentes florestais dentro do campo.

Palavras-chave: Arborização urbana, qualidade de vida, biodiversidade.

1. Introdução

O crescimento urbano se expandiu no Brasil a partir da década de 1960 com o chamado êxodo rural, porém a falta de planejamento das cidades acarretou diversos problemas para a população residente de tais regiões. A má ocupação do solo, destruição da vegetação nativa e a falta de gestão ambiental em zonas urbanas tem efeitos como a recorrência de enchentes, perda de diversidade de fauna e flora poluição do ar, sonora, visual etc.

Sendo uma das maiores e mais populosas cidades do país o município de Campinas localizado no estado de São Paulo e está em uma zona de ecótono entre os biomas mata atlântica e cerrado e sua vegetação varia entre matas densas e fechadas características da mata atlântica á árvores menores com troncos tortuosos e gramíneas traços do cerrado.

O avanço do ambiente urbano no município vem sendo responsável por diminuir drasticamente a área e a qualidade dos remanescentes florestais presentes na região. Nos dias atuais a vegetação da cidade se destaca por estar fragmentada e sofrendo com altos índices de desmatamento causando um grande desequilíbrio nos ecossistemas presentes no município.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Tendo em vista que áreas verdes são essenciais para a vida urbana e a constante diminuição de florestas intocadas, é essencial garantir a qualidade e manejo da vegetação urbana, para que seja possível minimizar os danos futuros e evitar que tais áreas sofram maior degradação.

A vegetação urbana também é essencial para o manejo da fauna em meio urbano e serve de habitat e alimento para diversas espécies importantes para o controle de pragas e para o equilíbrio entre os ecossistemas e suas interações.

Diante da tamanha importância da vegetação urbana é de extrema necessidade que tais áreas verdes sejam planejadas para cada localidade e recebam investimento e manejo condizentes com a circunstância em que se encontram.

O objetivo deste estudo é realizar uma análise da arborização implantada em áreas urbanas dentro do Campus I da PUC-Campinas. Pretende-se avaliar aspectos relacionados aos tipos de árvores plantadas, à qualidade ambiental proporcionada por essas árvores, à relação da arborização com o entorno e às possibilidades de adaptação para atender às demandas ambientais da área.

2. Fundamentação teórica

Perante a necessidade mundial de conservação e recuperação da natureza e a adoção de práticas mais sustentáveis temas ligados à proteção e manutenção de vegetação especialmente florestas veem ganhando espaço no planejamento de governos, empresas e ações humanas, atualmente cerca de 55% da população mundial vive em centros urbanos e projeta que até 2050 70% dos habitantes do planeta estejam vivendo em cidades (ONU, 2022).

As áreas consideradas urbanas no Brasil representam menos de 1% do território nacional (0,63%) porém concentram mais de 160 milhões de pessoas, ou seja, 84,3% da população (Farias et. al. 2017).

O processo de urbanização de Campinas ocorreu de forma diferenciada em relação às demais metrópoles do país. O crescimento com os municípios vizinhos, resultou em uma aglomeração urbana (ALVES, 2007).

A região de Campinas sofreu com a urbanização desordenada causando reduções na vegetação e fragmentação dos remanescentes. Perdeu cerca de 94,4% dos seus cerrados entre 1962 e 1992 (KRONKA et al., 1998).

A vegetação nativa remanescente no Município de Campinas é constituída por matas, cerrado e pequenos trechos de vegetação rupícola. (SANTIN, 1999).

As primeiras cidades foram concebidas sem planejamento urbano, surgindo posteriormente medidas para coordenar a implantação de edificações, vias públicas e infraestrutura urbana (MILLER, 1996).



Entende-se por arborização urbana o conjunto de terras públicas e privadas com vegetação predominantemente arbórea de uma cidade, ou ainda, como um conjunto de vegetação arbórea natural ou cultivada em áreas particulares, praças, parques e vias públicas (SOUZA, 2012).

As maiores ameaças à biodiversidade, resultantes da atividade humana são a destruição e degradação de habitats, fragmentação, superexploração de espécies para uso humano, introdução de espécies exóticas e o aumento da ocorrência de doenças, este último sendo uma consequência dos fatores anteriores (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

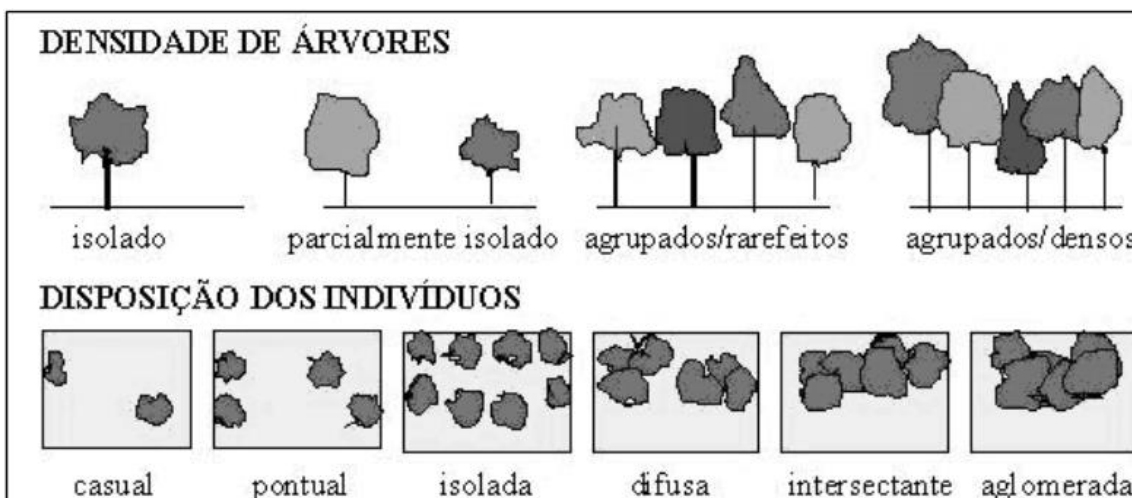
A destruição e fragmentação de habitat resultam na aproximação entre o ambiente urbano e o silvestre; no aumento do número de espécies sintrópicas; e em maior probabilidade de conflito (AGUIRRE, 2009).

3. Metodologia

Os indivíduos arbóreos foram classificados quanto a seu nome científico e nome popular, as espécies não identificadas serão nomeadas como indeterminas, os indivíduos foram contados e classificados perante sua espécie e origem.

A arborização foi classificada de acordo com os métodos de Peixoto, Labaki e Santos (1995) que classificam a estrutura arbórea de acordo com a disposição e densidade da estrutura vegetal.

Figura 1: Disposição e densidade do vegetal para classificação da estrutura arbórea segundo Peixoto, Labaki e Santos (1995).



Fonte: Peixoto, Labaki e Santos (1995).



Os dados disponibilizados foram usados para a análise de diversidade da arborização, foram calculadas as frequências absolutas e relativas e utilizados os índices de Diversidade de Shannon- Weaver (H'), Diversidade Máxima ($H_{\text{máx}}$), Diversidade Ecológica de Simpson (C), Equabilidade de Pielou (E), Coeficiente de mistura de Jentsch (QM) e Riqueza de Odum ($d1$) (MAGURRAN, 1988).

O índice de Shannon- Weaver (H') é determinado a partir da expressão abaixo:

$$H' = \frac{[DT \ln(DT) - \sum DAI \ln(DAI)]}{DT}$$

Onde:

H' = índice de diversidade de Shannon- Weaver

DT = densidade total

Dai = densidade absoluta da i - enésima espécie.

\ln = logaritmo neperiano.

O índice de Diversidade Ecológica de Simpson (C) é calculado com o emprego da expressão (BROWER, ZAR, 1984):

$$C = \frac{[\sum DAI(DAI - 1)]}{[DT(DT - 1)]}$$

Onde:

C = índice de Dominância de Simpson;

DT = densidade total;

Dai = densidade absoluta de i - énesima espécie.

Já o índice de Equabilidade de Pielou (E) e a Diversidade Máxima ($H'_{\text{máx}}$), medem a proporção de diversidade observada em relação á máxima diversidade esperada (BROEWE, ZAR, 1984)

Sendo:

$$E = \frac{H'}{H'_{\text{máx}}}$$

$$H'_{\text{máx}} = \ln(s)$$

Onde:

E = índice de Equabilidade de Pielou;

H' = índice de Diversidade de Shannon- Weaver;



H' máx- índice de Diversidade Máxima;

s= número total de espécies de amostradas;

ln= logaritmo neperiano.

O índice de indicador da composição florística indica em média o número de árvores de cada espécie que podem ser encontradas no povoamento, revelando a intensidade de mistura (SOUZA; SOARES, 2013).

$$QM = \frac{S}{N}$$

Onde:

QM= Coeficiente de mistura

S= número total de espécies amostradas;

N= número total de indivíduos.

Para a análise da riqueza de espécies será utilizado o índice de Odum, em virtude da aplicabilidade dos mesmos para o planejamento e manejo da arborização de ruas (SILVA FILHO, BORTOLETO, 2005). Esse índice é utilizado para medir a intensidade de mistura de espécies pois é uma variação do quociente de mistura de Jentsch.

A fórmula que descreve tal índice é:

$$d1 = \frac{S}{\ln(n)}$$

Onde:

D1= Índice de Odum;

S= Número total de espécies;

N= número total de indivíduos avaliados;

ln= logaritmo neperiano.

4. Resultados

A disposição e densidade de indivíduos no Campus se mostrou variante, para exemplo de classificação segundo método de Peixoto, Labaki e Santos (1995), a Tabela 1 e a Figura 1 indicam a ocorrência em alguns pontos do local de estudo.

Tabela 1: Classificação das áreas perante método de Peixoto, Labaki e Santos (1995) imagem analisada da ferramenta Google Earth.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Classificação	Área vermelha	Área laranja	Área amarela
Densidade de árvores	Isolado	Parcialmente isolado	Agrupado
Disposição dos indivíduos	Casual	Pontual	Difusa

A figura 2 apresenta as áreas com diferentes padrões de densidade arbórea que são identificadas em todo o campus, as características apresentadas seguem o modelo apresentado na tabela 1.

Figura 2: Classificação das áreas perante método de Peixoto, Labaki e Santos (1995) imagem analisada da ferramenta Google Earth.



Segundo Labaki et al. (2012), árvores isoladas ou em grupos tem função de mitigar parte da radiação solar, propiciando um bom resfriamento do solo ou construção por meio do sombreamento e da evapotranspiração e auxilia em condições extremas de frio e calor intenso.

Para Prado e Doria (2021) áreas verdes na zona urbana são planejadas para que os indivíduos arbóreos não fiquem muito próximos uns dos outros, havendo, portanto, uma distância de plantio selecionada, diminuindo os riscos de uma espécie sobrepor à outra.

Os agrupamentos arbóreos influenciam mais do que somente uma árvore isolada e a maior disposição delas aumentam a capacidade de redução da temperatura do ar e a diminuição a radiação solar, intensificando o conforto térmico para a população ao seu redor (LABAKI et. al., 2012).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



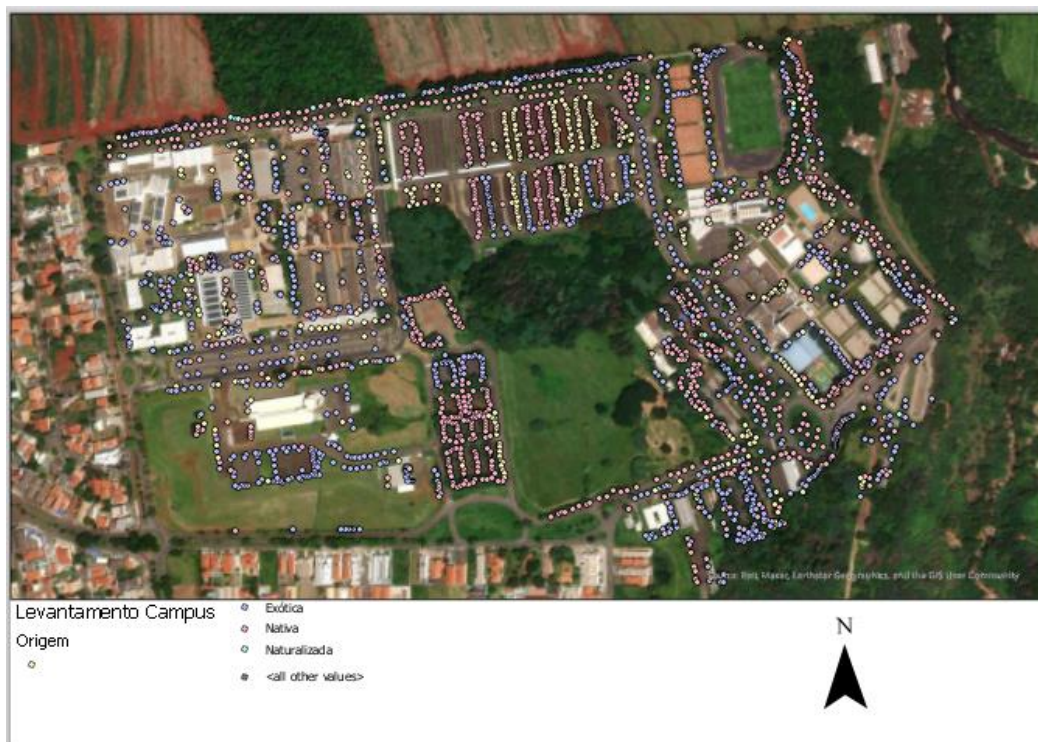
22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

As áreas verdes são muito importantes para a zona urbana, pois são elas que conseguem trazer a sensação de conforto térmico para quem está no local, mas também para a população ao redor (PRADO; DORIA, 2021).

Os dados apresentados na Figura 3 a 6 foram obtidos através do levantamento arbóreo realizado pela empresa Green Builder Sistemas Ambientais no Campus 1 da PUC Campinas, tais dados foram disponibilizados pelo Departamento de Serviços Gerais da universidade que também autorizou o uso de tais informações para a realização do presente estudo.

No total foram levantados 2623 indivíduos e posteriormente analisados utilizando-se os índices de DAP, altura, nome popular, família, espécie e origem. A disposição dos indivíduos analisados no Campus foi apresentada na figura 3:

Figura 3: Área do Campus 1 da Puc Campinas sobreposta com informações recolhidas em campo sobre a disposição dos indivíduos arbóreos e sua origem.



Fonte: Puc Campinas (2022).

A figura 4 apresenta as 10 famílias mais abundantes no campus e o número de espécies correspondente.

Figura 4: Relação das 10 famílias com maior número de espécies presentes no Campus 1 da universidade. Dados disponibilizados pela Puc Campinas, 2022.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

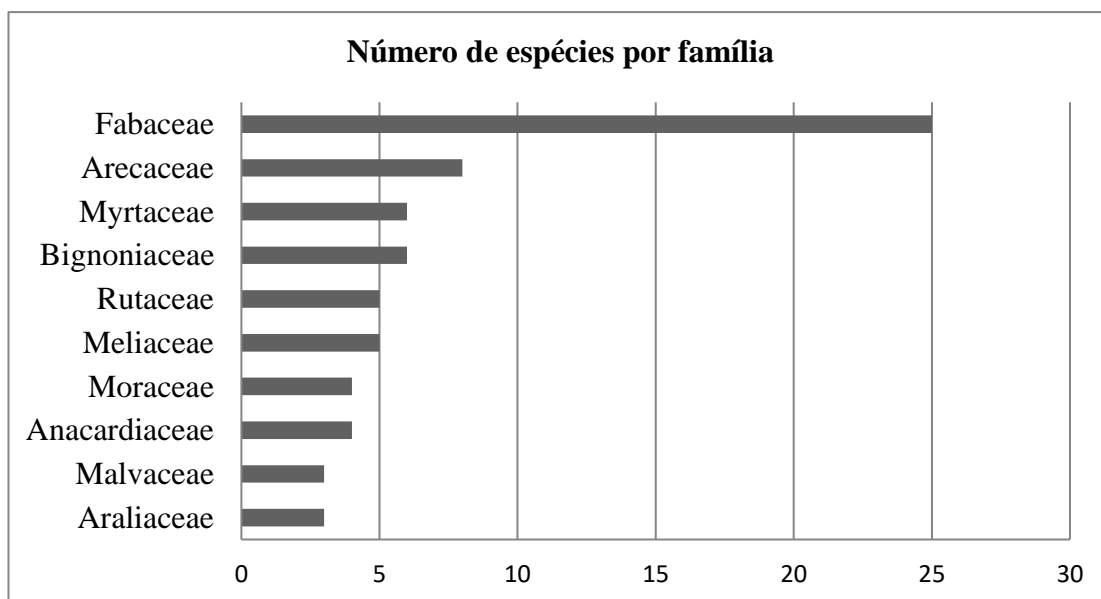
SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



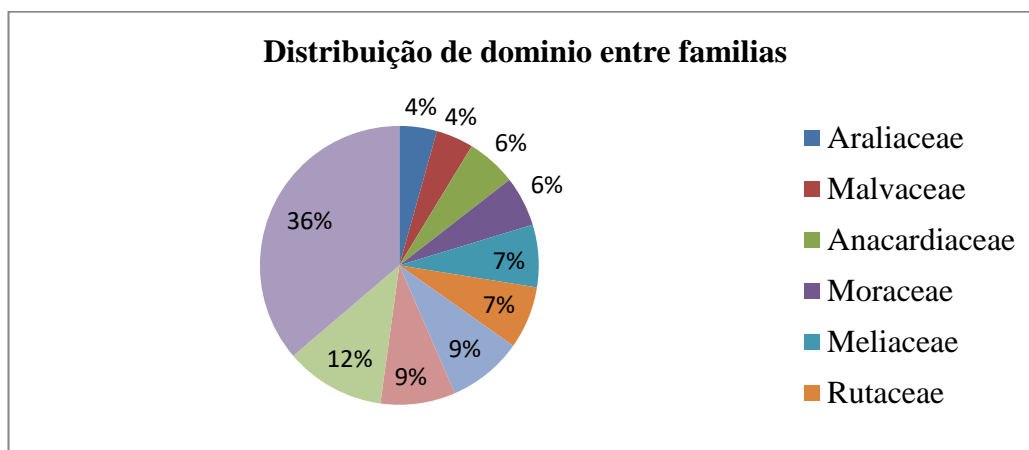
22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito



Fabaceae é a família com maior número de espécies (25 espécies), seguida de Arecaceae (8. espécies), Myrtaceae (6 espécies) e Bignoniaceae (6 espécies). A família Fabaceae se destaca por apresentar uma alta variedade de espécies no local de estudo, porém outras famílias apresentam baixos níveis de diversidade neste quesito.

A porcentagem de dominância entre as famílias mais abundantes no campus é a seguinte:

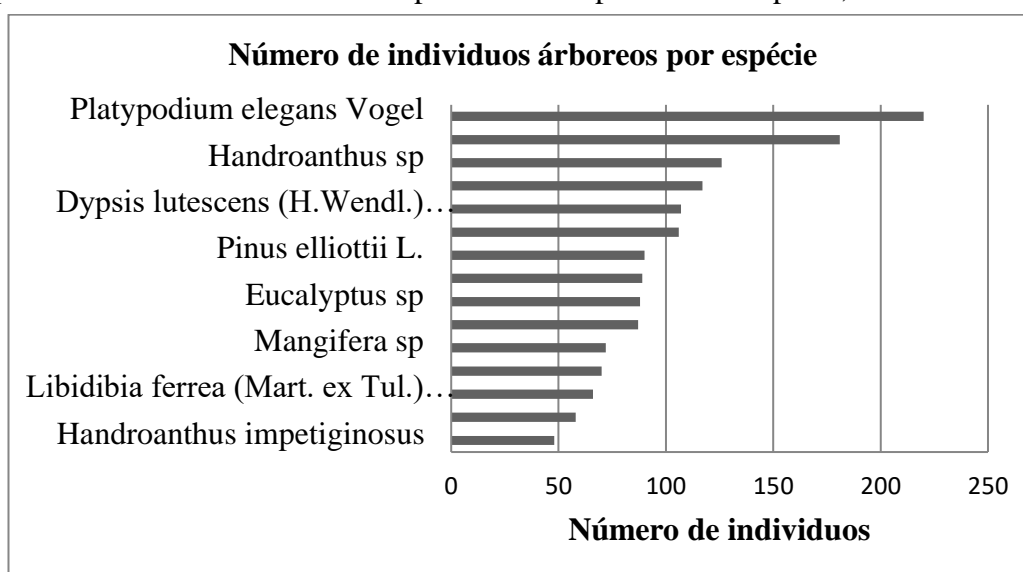
Figura 5: Porcentagem de domínio entre as 10 famílias com maior número de espécies presentes no Campus 1 da universidade. Dados disponibilizados pela Puc Campinas, 2022.





Quanto à divisão de espécies a figura abaixo apresenta as 15 espécies com maior abundância de indivíduos no local.

Figura 6: Relação das 15 espécies com maior número de indivíduos presentes no Campus 1 da universidade. Dados disponibilizados pela Puc Campinas, 2022.



As espécies com maior representação em numeros são a *Platypodium elegans Vogel* (Fabaceae) conhecida como Amendoim-bravo sendo de origem nativa, *Cenostigma pluviosum* (DC.) Gagnon & G.P.Lewis (Fabaceae) conhecida como Sibipiruna sendo de origem exótica e *Handroanthus sp* (Bignoniaceae) conhecida como Ipê sendo de origem nativa.

Para os cálculos propostos se utilizou a ferramenta de Excel e as tabela 2 apresenta os resultados obtidos perante método proposto.

Tabela 2: Resultados obtidos a partir da análise de Índice de Shannon (H'), Índice de Pielou (J), Coeficiente de mistura (QM), Dominância (D), Diversidade (1-D) e índice de Odum.

Análise	Simbolo	Resultado obtido
Índice de Shannon	H'	3,65
Índice de Pielou	J	0,79
Coeficiente de mistura	QM	0,04
Índice de Simpson	Dominância (D)	0,04

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

	Diversidade (1-D)	0,96
Índice de Odum	D1	12,83

Segundo Uramoto et. al. (2005) o índice de Shannon mede o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido, ao acaso, de uma amostra com S espécies e N indivíduos. Quanto menor o valor do índice de Shannon, menor o grau de incerteza e, portanto, a diversidade da amostra é baixa. A diversidade tende a ser mais alta quanto maior o valor do índice.

De acordo com Saporetti-Júnior et al. (2003), valores acima de 3,11 para o índice de Shannon-Weaner indicam formações vegetais bem conservadas, definição que se enquadra na área em estudo.

O índice de Shannon, como expresso na tabela 2, apresentou resultado considerado satisfatório ($H' = 3,65$), apontando assim uma boa diversidade entre a amostra analisada.

O Índice de Pielou exprime a análise da equitabilidade, o qual refere-se ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies, com valores variando entre 0 e 1, para um mínimo e máximo de uniformidade (Moço et al., 2005; RODE et al., 2009 apud. BIONDI e BOBROESKI, 2014).

O resultado obtido pela equação de Pielou como citado na tabela 2 ($J = 0,79$) indica uma alta uniformidade entre as espécies que ocupam a área amostrada.

O coeficiente de mistura obtido ($QM = 0,04$) na amostra analisada pode ser considerado baixo, sendo assim as chances de encontrar um indivíduo de mesma espécie no local do estudo é pequena.

Segundo Cordeiro (2005) para florestas tropicais o coeficiente de mistura deve ficar em torno de 1:9 ($QM = 0,11$), considerando se tratar de uma área urbana onde a mistura tende a ser menor, a área de estudo apresenta boa diversidade florística ($QM = 0,04$).

Ainda segundo Uramoto et. al. (2005) o índice de Simpson calcula a dominância e reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma espécie. Varia de 0 a 1 e quanto mais alto for, maior a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade.

Perante o resultado do cálculo do índice de Simpson apresentado na tabela 2 o local amostrado apresentou baixa dominância ($D = 0,04$) e maior diversidade de espécies ($1-D = 0,96$), Raton et. el. Aponta o índice de dominância de Simpson (C) de 0,85 como alta dominância de algumas espécies sobre as demais nas amostras avaliadas.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

Segundo Silva-Filho e Bortoleto (2005) o índice de Odum reflete mais a riqueza que a equitabilidade de indivíduos, presente no índice de Shannon, sendo assim os dados analisados reflete a homogeneidade dos indivíduos presentes no campus e indica uma alta equitabilidade de espécies.

Para Neto et. al. (2021) quanto maior o índice melhor é a diversidade. Para base de comparação Biz et. al. (2015) classificam o Índice de Diversidade de Odum com valor de 2,01, como abaixo do adequado, Silva Filho e Bortoleto (2005) apontam o índice de Odum de 19,50 como satisfatório; sendo assim o resultado obtido aponta uma homogeneidade mediana ($D1=12,83$) perante as espécies do Campus.

Os resultados obtidos perante as análises realizadas indicam a arborização urbana do campus 1 como tendo qualidade ecológica boa, porém visto o alto índice de paridade entre espécies exóticas e nativas há um aumento do isolamento dos remanescentes florestais presentes dentro do Campus da universidade.

5. Conclusões

Analisados os dados disponíveis a partir dos métodos propostos é possível concluir que o campus 1 da Puc- Campinas está em uma área de grande valor ambiental, estando posicionada próxima ao núcleo de corredores ecológicos da Mata de Santa Genebra e a importantes pontos de recursos hídricos da região. Porém faz parte de uma região majoritariamente urbana que expõe a vegetação e seus ecossistemas relacionados a um constante impacto antrópico.

Devido a posição geográfica do campus se demonstra a fragmentação dos remanescentes florestais localizados no local, o que acarreta na quebra de eficiência da circulação de fauna proposta pelo sistema de corredores ecológicos.

6. Agradecimentos (quando houver)

A Pontifícia Universidade Católica de Campinas pelo disponibilizar os dados fundamentais para a realização do presente trabalho e pela disponibilização da bolsa FAPIC de iniciação científica.

7. Referências bibliográficas

FARIAS, A. R. et al. Comunicado Técnico. **Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil**, [s. l.], Maio 2017.

ALVES, R. N.; **Diálogos entre os espaços livres de Campinas: da vizinhança ao município**. Orientador: Prof. Dr. Eugenio Fernandes Queiroga. 2007. 112 p. Dissertação (Mestrado em urbanismo) - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas- SP, 2007.

KRONKA, F.J.N.; NALON, M.A.; MATSUKUMA, C.K.; PAVÃO, M.; GUILLAUMON, J.R.; CAVALLI, A.C.; GIANNOTTI, E.; YWANE, M.S.S.-I.; LIMA, L.M.P.R.; MONTES, J.;



DEL CALI, I.H. & HAACK, P.G. **Áreas de domínio do cerrado no Estado de São Paulo.** São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente. 1998. 84p.

SANTIN, D.A. **A vegetação remanescente do município de Campinas, SP: mapeamento, caracterização fisionômica e florística visando a conservação.** 1999. 467p. Tese (Doutorado), Campinas, SP: Unicamp.

MILLER, R. W. **Urban Forestry: planning and managing urban greenspaces.** Upper Saddle River, New Jersey, USA: Prentice Hall, 1996, 502 p.

SOUZA, A. R. C.; **Diagnóstico Ambiental e Paisagístico da Arborização Urbana do Bairro Centro de Santiago/ RS.** Orientador: Prof. Adroaldo Dias Robaina. 2011. 119 p. Dissertação (Mestre em Geomática) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil, 2012.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. Ameaças à diversidade biológica. **Biologia da Conservação.** Londrina: Ed. Rodrigues, 2001. cap 2, p. 69-134.

AGUIRRE, A. A. Wild canids as sentinels of ecological health: a conservation medicine perspective. **Parasites vectors**, v. 2, n. 1, 2009.

PEIXOTO, M. C., LABAKI, L. C., SANTOS R. F. Conforto térmico em cidades: o efeito da arborização no controle da radiação solar. **Anais.** Rio de Janeiro. P. 629-634. 1995.

PRADO, D. C. R.; DORIA, K. M. A. B. V. S. Inventário da arborização urbana nas praças de Caraguatatuba-SP. **REVSBAU**, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 66-88, 2021.

LABAKI, L. C. et al. Conforto Térmico em Espaços Público de Passagem: estudo em ruas de pedestres no estado de São Paulo, **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 167-183, jan./mar. 2012.