



Proposta de uma plataforma baseada em WebGIS para integração de dados geoespaciais e métricas de sustentabilidade em campus universitário: Estudo de caso para a Faculdade de Tecnologia - Unicamp

Palavras-Chave: UI GreenMetric, Sistemas de Informação Geográfica, WebGIS

Autores(as):

Lenita Rigas, FT - Unicamp

Prof. Dr. Vitor Eduardo Molina Junior (orientador), FT - Unicamp

Prof. Dr. Felipe Benevente Canteras (co-orientador), FT - Unicamp

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por práticas sustentáveis nas universidades tem impulsionado iniciativas para tornar os campi mais verdes e eficientes. Este trabalho aborda a implantação de uma estrutura geoinformacional para o armazenamento, catalogação e pesquisa de dados geoespaciais do Campus I da Unicamp em Limeira. A proposta incluiu o desenvolvimento de um web aplicativo para consulta, atualização, visualização e gestão das bases de dados georreferenciadas, fundamentado em conceitos WebGIS.

A literatura destaca a necessidade de um gerenciamento ambiental eficiente em campi universitários, integrando paisagismo, infraestrutura, energia, mobilidade e serviços educacionais, evidenciando a importância dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na coleta e análise de dados ambientais (QIROGA, 2021).

O UI Green Metric World University Ranking, que avalia práticas sustentáveis em universidades, utiliza um questionário composto por 39 indicadores distribuídos em seis categorias. Cada indicador possui descrições claras e detalhadas, exigindo comprovações por meio de fotos, gráficos, tabelas e links para notícias, entre outros. Ao todo, são necessários 54 comprovantes obrigatórios. A estruturação e coleta desses dados são fundamentais para auxiliar no preenchimento desse questionário, promovendo uma avaliação precisa e detalhada das práticas sustentáveis do campus.

A implementação de uma estrutura geoinformacional e um web aplicativo no Campus I da Unicamp poderá permitir uma gestão mais precisa e eficiente dos recursos, além de fornecer dados para futuras pesquisas. Além disso, a ferramenta pode futuramente apoiar decisões administrativas e executivas, promovendo uma administração integral e integrada do campus. O estudo contribui para a literatura sobre sustentabilidade e gestão ambiental em instituições de ensino superior, oferecendo um modelo que pode ser replicado em outros campi da Universidade.

O objetivo geral é desenvolver uma estrutura geoinformacional e um web aplicativo para auxiliar na gestão ambiental do Campus I da Unicamp, focando nos indicadores de sustentabilidade de "Ambiente e Infraestrutura (SI)", "Energia e Mudanças Climáticas (EC)" e "Água (WR)", conforme o estudo de Guida, Molina Junior, Canteras (2023). Os objetivos específicos incluem sistematizar e coletar os dados geográficos e ambientais do campus, analisar esses dados em relação aos indicadores de sustentabilidade para auxiliar no preenchimento do questionário da UI GreenMetric World University Ranking.

2. MATERIAIS E METODOS

2.1 Área de estudo

O objeto de estudo é o Campus I da Unicamp em Limeira, onde está localizada a Faculdade de Tecnologia. O Campus I, que também abriga o colégio técnico Cotil, compreende uma área de terreno de cerca de 5 ha (Figura 1).

Figura 1: Localização da área de estudo.



Para o desenvolvimento desta pesquisa foram utilizados dados sobre a infraestrutura do Campus Universitário fornecidos em CAD, e arquivos no Excel com informações detalhadas sobre a localização, tipo, e outras características relevantes da infraestrutura da universidade. Para a espacialização desses dados, será utilizada a plataforma de geoprocessamento ArcGIS Pro.

2.2 Indicadores de sustentabilidade

Esta etapa envolveu a definição dos indicadores de sustentabilidade a serem espacializados, com base nos trabalhos de Guida, Molina Júnior e Canteras (2023). Foram selecionados indicadores relacionados às categorias "Ambiente e Infraestrutura (SI)", "Energia e Mudanças Climáticas (EC)" e "Água (WR)". Os indicadores selecionados estão listados na tabela a seguir (Tabela 1).

Tabela 1: Indicadores de sustentabilidade do campus de base espacial.

Categorias	Indicadores
1. Paisagem e Infraestrutura (SI)	SI1 - A proporção de área de espaço aberto para a área total SI2 - Área total no campus coberta por vegetação florestal SI3 - Área total no campus coberta por vegetação plantada SI4 - Área total no campus para absorção de água além da floresta e vegetação plantada SI5 - A área total de espaço aberto dividida pela população total do campus SI8 - Instalações do campus para deficientes, necessidades especiais e/ou cuidados de maternidade SI9 - Instalações de segurança e proteção SI10 - Instalações de infraestrutura de saúde para o bem-estar de alunos, acadêmicos e funcionários administrativos

2. Energia e mudanças climáticas (EC)	EC1 - Uso de aparelhos com eficiência energética EC2 - Implementação de edifício inteligente EC3 - Número de fontes de energia renováveis no campus EC6 - Elementos da implementação de edifício verde, conforme refletido em todas as políticas de construção e renovação
4. Água (WR)	WR2 - Implementação do programa de reciclagem de água WR3 - Uso de aparelhos com eficiência hídrica WR5 - Controle da poluição da água na área do campus

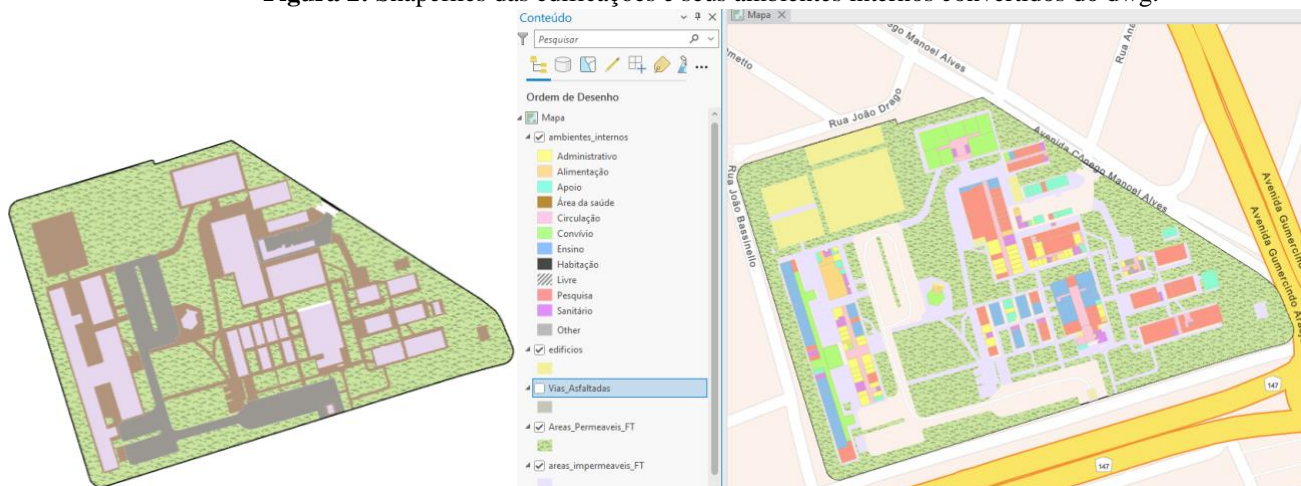
2.3.2 Preparação de informações

Para iniciar a construção do mapa de referência para o Campus I da Unicamp em Limeira, foi necessário implementar uma série de tarefas preliminares que permitiram organizar, extrair e modificar dados CAD para garantir a eficiência dos processos posteriores e a qualidade final.

A primeira tarefa dentro desta fase consistiu na organização das informações. Considerando o quão comumente diferentes camadas podem ser usadas para representar um elemento em arquivos CAD, foi necessário processar os dados de tal forma que o arquivo final tivesse as camadas necessárias para o estudo. Posteriormente, os arquivos CAD foram georreferenciados no ArcGIS Pro e foi feita uma seleção das camadas fundamentais para a construção do mapa de referência. Esses dados foram transformados em arquivos *Shapefile*, correspondendo a um formato espacial de dados desenvolvido pela ESRI, que permite o armazenamento de geometrias não topológicas, juntamente com atributos a elas associados. Durante essa fase, as múltiplas linhas que estavam completamente fechadas foram transformadas em um polígono.

Para um fácil acesso e administração das informações, foi necessário armazená-las em um *geodatabase*, ou banco de dados espaciais, cuja estrutura permite a centralização de uma grande quantidade de informações alfanuméricas e espaciais de forma organizada. Como resultado, as camadas CAD foram extraídas e o SIG foi integrado, conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2: Shapefiles das edificações e seus ambientes internos convertidos do dwg.



Fonte: Autoria própria.

2.3.1 Criação do Map Web

Com o propósito de criar uma aplicação que permita aos usuários identificar e localizar espacialmente os elementos da instituição, foi criado um mapa web através da Plataforma ArcGIS Online.

Para isso, foi adicionada camada vetorial na página do Map Viewer. Em seguida, foi configurado o estilo da aplicação, os rótulos, janelas que permitem uma visualização eficiente dos atributos dos elementos espaciais. Por fim, foi adicionada a configuração de diferentes ferramentas que permitem o uso eficiente do site. É importante ressaltar que a opção de um aspecto do mapa varia na função de configuração da conta e no tamanho da janela do navegador web.

Como resultado, foi possível configurar um aplicativo, no qual o usuário pode visualizar as informações em um modelo 2D, realizar zoom, procurar um local digitando nome ou coordenadas, consultar, ativar ou desativar camadas; e definir se um mapa de ruas, uma imagem de satélite ou um mapa topográfico será utilizado como suporte para orientação adicional das informações vetoriais do campus (Figura 3).

Figura 3: Aplicativo de WebGis finalizado em modelo 2D.



Fonte: Autoria própria.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo coletou uma variedade de dados geográficos e ambientais para o Campus I da Unicamp em Limeira, incluindo informações de infraestrutura fornecidas em formato CAD e arquivos Excel contendo detalhes sobre a localização, tipo e características das estruturas do campus. A análise dos indicadores de sustentabilidade foi possível através da visualização de indicadores de base espacial nas categorias de Paisagem e Infraestrutura, Energia e Mudanças Climáticas, e Água, utilizando camadas de polígonos de áreas abertas, tipos de instalação, vegetação, bem como camadas de pontos para localização de instalações específicas, como instalações para deficientes, segurança e proteção, infraestrutura de saúde, localização e quantidade de fontes de energia renovável e programas de reciclagem de água.

Em Paisagem e Infraestrutura, foram analisados a proporção de área de espaço aberto para a área total, a área total no campus coberta por vegetação florestal, a área total no campus coberta por vegetação plantada, a área total no campus para absorção de água além da floresta e vegetação plantada, a área total de espaço aberto dividida pela população total do campus, instalações do campus para deficientes, necessidades especiais e/ou cuidados de maternidade, instalações de segurança e proteção, e instalações de infraestrutura de saúde para o bem-estar de alunos, acadêmicos e funcionários administrativos.

Em Energia e Mudanças Climáticas, foram analisados o uso de aparelhos com eficiência energética, a implementação de edifício inteligente, o número de fontes de energia renováveis no campus, e os elementos da implementação de edifício verde, conforme refletido em todas as políticas de construção e renovação. Em Água, foram analisados a implementação do programa de reciclagem de água, o uso de aparelhos com eficiência hídrica e o controle da poluição da água na área do campus.

O processo de georreferenciamento dos dados CAD foi bem-sucedido, permitindo a criação de um banco de dados geográficos estruturado em um geodatabase. As camadas de dados incluíram informações detalhadas sobre infraestrutura, vegetação, fontes de energia e consumo de água. A utilização do ArcGIS Online possibilitou a criação de um mapa web interativo, facilitando a visualização e análise espacial dos dados. Comparando os resultados deste estudo com os de Alshuwaikhat et al. (2017) e Quiroga (2021), observou-se uma consistência na importância do uso de SIG para a coleta e análise de dados ambientais.

O uso de SIG no Campus I da Unicamp proporcionou a capacidade de visualizar e analisar dados espaciais em um formato interativo, permitindo uma análise mais precisa e eficiente dos indicadores. Além disso, a ferramenta contribuiu significativamente para o cumprimento o objetivo do projeto, pois possibilitou uma coleta de dados mais organizada e precisa, além de facilitar a atualização e manutenção das informações necessárias. A implementação do sistema geoinformacional e do webaplicativo no Campus I da Unicamp não só ajudou a atender aos critérios do UI GreenMetric, mas também forneceu uma base sólida para a análise contínua e a melhoria das práticas sustentáveis no campus.

A integração de dados de diferentes fontes também exigiu um esforço significativo para garantir a compatibilidade e qualidade. Futuras pesquisas poderão expandir este estudo integrando novos indicadores de sustentabilidade e aplicando o modelo desenvolvido em outros campi universitários. A adoção de tecnologias adicionais, como sensores IoT, pode complementar o banco de dados SIG, proporcionando dados mais detalhados e em tempo real para a gestão ambiental. Dessa forma, a ferramenta desenvolvida neste estudo poderá auxiliar na gestão dos dados do Campus I da Unicamp, mas também ofereceu um modelo replicável que pode beneficiar outras instituições de ensino superior em sua busca por sustentabilidade.

4. BIBLIOGRAFIA

GUIDA, Dara Lazauskas; MOLINA JUNIOR, Vitor Eduardo; CANTERAS, Felipe Benavente. Alternativas para promoção de sustentabilidade em campus universitário: estudo de caso utilizando parâmetros do ranking UI GreenMetric. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 32., 2023, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Mg: Abes - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2023.

QUIROGA, Elsa Adriana Cárdenas. Smart Campus at the Universidad Militar Nueva Granada: creation of base map and applications for campus tree monitoring. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, [S.L.], v. 20, n. 38, p. 33-50, 15 mar. 2021. Universidad de Medellín. <http://dx.doi.org/10.22395/rium.v20n38a2>. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242021000100033. Acesso em: 18 jun. 2024.

UI GREEN METRIC. UI GreenMetric World University Ranking: Criteria and Indicators. 2024. Disponível em: <https://GreenMetric.ui.ac.id/about/criteria-indicator> Acesso: 16 fev. 2024.