

Verdejar: Desenvolvimento de Aplicativo Móvel e Módulo Web para Gestão da Arborização Urbana no Âmbito das Cidades Inteligentes

G. Trindade, Bruno
IFPR – Instituto Federal do
Paraná, Brasil
bruno.guaringue@ifpr.edu.br

Marini, Andreia
IFPR – Instituto Federal do
Paraná, Brasil
andreia.marini@ifpr.edu.br

L. Teixeira, Felipe
IFSul – Instituto Federal Sul-
Riogrاندense, Brasil
felipeteixeira@ifsul.edu.br

Alba, Eduardo
IFPR – Instituto Federal do
Paraná, Brasil
eduardoalbo0@hotmail.com

Avancini Schenatto, Fernando José
UTFPR - Universidade
Tecnológica Federal do Paraná,
Brasil schenatto@utfpr.edu.br

Resumo:

As árvores proporcionam sombreamento, controle térmico e regulam a diversidade da fauna da região onde se encontram, influenciando diretamente o bem-estar das pessoas e as características do espaço que ocupam. Assim, pode-se dizer que a arborização urbana impacta diretamente na qualidade de vida dos cidadãos. O presente trabalho apresenta a aplicação “Verdejar”, um software de código aberto elaborado para manipular informações provenientes dos fluxos de trabalho acerca da arborização urbana. O aplicativo Verdejar apresenta-se como uma ferramenta para agilizar e otimizar os processos de gestão da arborização urbana, na qual os munícipes podem, com o uso do seu smartphone, podem solicitar algum tipo de serviço de arborização, como plantio ou poda de árvores dos seus bairros para, dentre outros fatores, melhorar a constituição arbórea do ambiente e o bem-estar das pessoas que o frequentam. Por meio de interfaces amigáveis, considerando fatores

de usabilidade, todas as informações coletadas pelo aplicativo são persistidas e preservadas em uma base de dados em nuvem. Desse modo, pretende-se, através das informações coletadas, apoiar e agilizar a tomada de decisão nas rotinas de trabalho que envolvem a arborização urbana. Além do aplicativo, o Verdejar ainda possui um módulo web com função de visualizar informações em gráficos e dashboards, emitir relatórios e administrar dados oriundos do aplicativo. Com o desenvolvimento deste aplicativo espera-se significativa otimização dos processos da gestão da arborização urbana nos municípios que utilizarem a ferramenta.

Palavras-chave: Verdejar; Arborização; Gestão; Informação; Aplicativo Móvel.

1 . Introdução

Nos últimos anos, questões ambientais têm sido pauta frequente em diversas agendas mundiais. Uma dessas questões diz respeito à constituição dos espaços urbanos em harmonia com o meio ambiente. A significativa aglomeração de pessoas nas cidades e consequente expansão dos espaços urbanos em detrimento das áreas arbóreas representam um desafio para a gestão pública, uma vez que tais áreas são essenciais para a construção de um ambiente urbano saudável para a população. O êxito acerca da arborização urbana está diretamente ligado ao planejamento urbano, principalmente, em relação às características do sistema viário e, portanto, a gestão pública é um agente intrínseco na construção, expansão e manutenção inteligente da arborização de uma cidade (Milano, 1994). A arborização urbana pode se dar em áreas comuns da cidade como calçadas e canteiros ou em áreas construídas com o propósito de serem em sua maior porção arbóreas conhecidas também como áreas verdes. Segundo Matos e Queiroz (2009), área verde urbana é “um local dentro de uma cidade com solo não impermeabilizado e com presença de vegetação, predominando a arbórea”. Nesta categoria estão parques ou espaços urbanos constituídos em sua maior parte por vegetação. O Índice de Área Verde recomendado pela Organização da Nações

Unidas (ONU) é de 12 m² por habitante, já a Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU) preconiza um índice mínimo de 15 m² por habitante. Além de manter o índice mínimo estabelecido para áreas verdes em cidades, é necessário utilizar técnicas e recursos da gestão da arborização para analisar a distribuição das áreas verdes nos municípios e a qualidade de sua constituição, sem prejuízo aos demais elementos do espaço urbano.

A gestão da arborização urbana tem por objetivo constituir, ampliar e regular as áreas verdes de uma cidade de modo planejado e eficiente. As árvores presentes nessas áreas, proporcionam sombreamento, controle térmico e regulam a diversidade da fauna da região onde se encontram, influenciando diretamente o bem-estar das pessoas e as características do espaço que ocupam. Ainda, de acordo com Nowak et al. et (2014), as árvores podem reduzir diretamente a poluição do ar, visto que as partículas de poluição são retidas pelas folhas que, por sua vez, absorvem os gases poluente através de estômatos foliares. Assim, reitera-se que a arborização urbana impacta significativamente na qualidade de vida dos munícipes viventes nas cidades.

Neste contexto, o presente trabalho apresenta uma ferramenta de software de código aberto desenvolvida para a auxiliar a gestão da arborização urbana. A ferramenta é constituída por um aplicativo móvel desenvolvido para a plataforma Android e um módulo web com função de visualizar informações em gráficos e *dashboards*, emitir relatórios e administrar dados oriundos do aplicativo. O aplicativo desenvolvido é chamado de Verdejar.

Ademais, de forma exploratória, pretende-se investigar as potencialidades da gestão da arborização urbana utilizando sistemas de informação no âmbito das cidades inteligentes. As cidades inteligentes são caracterizadas pelo uso de tecnologia da informação e comunicação com o objetivo de trafegar dados relevantes ao contexto da gestão urbana em seus variados aspectos.

Portanto, aplicativos móveis que necessitam do envio e recebimento de dados trafegados pela internet, encontram em cidades inteligentes um ambiente propício para sua efetiva utilização.

O artigo está dividido nas seguintes seções: Na Seção 2, será apresentada a fundamentação teórica; a Seção 3, apresenta os materiais e métodos utilizados no desenvolvimento do aplicativo Verdejar; a Seção 4, aborda o aplicativo Verdejar; e por fim, a Seção 5, apresenta as conclusões deste trabalho e trabalhos futuros.

2. Fundamentação teórica

As árvores têm efeitos importantes tanto na radiação solar quanto no vento, e afetam as construções quanto ao uso de energia. Pode-se dizer que o manejo adequado das árvores pode economizar de 20 a 25% do uso anual de energia no condicionamento do ambiente de uma casa, em comparação com uma mesma casa em campo aberto e que não possua árvores em seus arredores (HEISLER, 1986). Isso acontece porque as árvores podem ajudar a regular a temperatura do microclima onde se encontram. Em um estudo conduzido nos Estados Unidos, Nowak et al. (2006) verificaram que a redução de gases poluentes no ar provocada pelas árvores presentes em cidades atingiu entre 2 e 4,5% dependendo das condições meteorológicas do local. O estudo também conclui que em locais com significativa área florestal a redução de poluição no ar pode chegar a 16%. O autor, como um dos resultados de seu estudo, correlaciona diretamente a manutenção de árvores e áreas verdes com a melhoria da saúde humana. Portanto, a gestão eficiente da arborização urbana pode estar diretamente relacionada com a qualidade de vida dos cidadãos de uma cidade.

As técnicas utilizadas na gestão da arborização são complexas no aspecto informacional, ou seja, possuem vasta quantidade de informação que deve ser obtida e tratada. Considerando que o registro de informações é feito, geralmente, em fichas cadastrais de papel, o processo onera significativamente o tempo dos profissionais envolvidos no trabalho. Além disso, após o registro ser feito, pode-se levantar dois problemas principais quanto ao uso da informação:

- As fichas cadastrais podem sofrer danos com os mais diversos agentes externos, como umidade ou poeira. Esses agentes tendem a deteriorar a informação expressa no papel.
- A obtenção da informação em fichas cadastrais tende a ser inócua, uma vez que não há um procedimento de busca de informações eficiente.

Diante dos problemas supracitados, a tomada de decisão utilizando informações de fichas cadastrais é comprometida em vários aspectos, bem como a eficiência na coleta destas informações. Sendo assim, o uso de sistemas de informação computacionais pode impactar diretamente na otimização e eficiência das rotinas de trabalho desenvolvidas na gestão da arborização urbana.

2.1 . Arborização Urbana

Conforme já foi mencionado, as áreas arbóreas de uma cidade estão diretamente relacionadas com a qualidade de vida dos indivíduos moradores destas áreas. Portanto, a gestão adequada da arborização urbana é fundamental.

Os benefícios das árvores urbanas são vários: elas têm a função de diminuir os impactos ambientais da urbanização; promover a manutenção do microclima, conservando energia no

interior das casas e prédios, absorvendo dióxido de carbono, melhorando a qualidade da água, controlando o escoamento, reduzindo os níveis de barulho, oferecendo abrigo para pequenos animais e aves, e também para a população nos dias de sol intenso (CREA-PR, 2017).

As técnicas de arborização urbana não tratam apenas do plantio de árvores, mas também da manutenção daquelas já existentes com processos de adequação do ambiente urbano, como podas e retiradas. A ausência de planejamento no plantio ou na manutenção de árvores plantadas, pode acarretar conflitos com a rede elétrica, transtornos na locomoção dos transeuntes, danos na pavimentação, entupimento de bueiros, entre outros problemas.

Considera-se que a escolha do local e da espécie de árvores adequados proporciona melhores condições para o desenvolvimento da árvore, minimizando riscos de acidentes, reduzindo necessidade de podas, sem causar prejuízos a acessibilidade, entre outros benefícios.

2.2 . Cidades Inteligentes

A adesão ao conceito das cidades inteligentes tem aumentado significativamente, tanto no meio acadêmico, quanto nas práticas de gestores municipais. Para Rodriguez e Campolargo (2011) , as cidades e espaços urbanos são ecossistemas complexos, onde a qualidade de vida é uma preocupação importante e, portanto, há um interesse crescente na área emergente de cidades inteligentes.

O desafio da transição para o modelo preconizado pelos conceitos de “cidades inteligentes” está além de apenas implementações tecnológicas. Considera-se também, para tal, aspectos financeiros, legais e políticos. Weiss et al. (2015), em um estudo sobre cidades inteligentes conduzido em Porto Alegre-RS, concluíram que a implantação de serviços baseados em

Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) não pode ser vista como solução única na resolução de problemas da oferta e infraestrutura de serviços públicos. É necessário, também, que haja análise criteriosa da implantação de componentes de tecnologia, mensurando a viabilidade, através dos benefícios obtidos em relação ao investimento realizado.

Corroborando com o estudo supracitado Dameri (2013) relata que o principal fator para o nascimento e desenvolvimento de cidades inteligentes é a tecnologia, mas este não é o único fator significativo. Atores como universidades, instituições de pesquisa e empresas com alta tecnologia são essenciais na produção de ideias e soluções para as cidades inteligentes. Para a autora, as cidades inteligentes são construídas através de uma perspectiva "de baixo para cima", em que a base é constituída de tecnologias e na ponta há as práticas de governança. Essa percepção estrutural seccionada sobre as cidades inteligentes é demonstrada na Figura 1.

Figura 1: Perspectiva “bottom-up” para cidades inteligentes.



Fonte: (Dameri, 2013)

Algumas abordagens trazem os termos correlacionados “Cidade Inteligente” e “Cidade Sustentável”, ampliando a área de debate sobre a viabilidade das cidades inteligentes. Para Hojer e Wangel (2015), uma cidade considerada inteligente e sustentável deve atender as necessidades

de seus cidadãos através do suporte de TIC, porém, sem detrimento das necessidades de qualquer outro cidadão, das futuras gerações e das limitações ambientais.

3 . Metodologia

O desenvolvimento experimental do aplicativo móvel iniciou-se considerando o contexto da arborização urbana da cidade de Palmas no estado do Paraná. Para isso, além de observações das condições das áreas arbóreas da cidade, o projeto contou com uma entrevista com um engenheiro florestal residente na cidade, para embasar a fase de elicitação de requisitos da ferramenta.

Inicialmente, os requisitos funcionais e não funcionais do aplicativo foram especificados, considerando a viabilidade técnica da implementação da ferramenta e também das particularidades da área de conhecimento da arborização.

Além disso, foi utilizada a metodologia de desenvolvimento de software, definida como a metodologia ágil Scrum. A metodologia foi escolhida pela sua natureza dinâmica, que permite rápida adaptação a mudanças e incorporação de novos requisitos em meio ao processo de desenvolvimento.

Nesta metodologia, o desenvolvimento do aplicativo é dividido em *Sprints* que, segundo Pressman e Maxim (2016), funcionam como etapas, com tarefas a serem realizadas em um prazo determinado, de acordo com o *Backlog* do Produto onde são priorizadas as funcionalidades desejadas pelo cliente. Para a construção deste projeto foram realizadas oito *sprints*, com alguns intervalos extras entre elas, totalizando um período de nove meses.

Após a prototipação e construção dos arquivos de layout, as rotinas de persistência e acesso aos dados foram implementadas. Para isso, o banco de dados SQLite e Firebase foram utilizados para manipulação dos dados locais e em nuvem.

Para o registro de plantio e podas de árvores em pontos específicos do espaço urbano, o aplicativo incorpora funções de geolocalização e acesso a mapas através da Google Maps API.

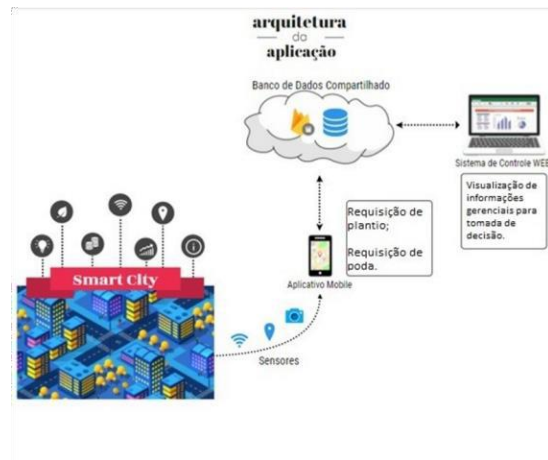
Dentre as funcionalidades requisitadas para o aplicativo, estão: manutenção de usuário, manutenção do inventário de árvores e manutenção de pedidos de plantio e poda. É necessário também que as requisições de plantio e poda sejam feitas utilizando um mapa para visualização das áreas urbanas, além do prévio acesso ao inventário de espécie de árvores para informar qual delas é adequado para determinado local.

Salienta-se que os plantios de árvore devem ser acompanhados das seguintes informações: espécie, localização (georreferenciamento), endereço da localização (quando o georreferenciamento não for suficientemente preciso) e data de plantio. Após o plantio, é preciso manter informações do manejo da árvore plantada, como podas e outros tratamentos.

4 . Verdejar

O Verdejar é uma aplicação desenvolvida para a gestão a arborização urbana, que conta com um aplicativo móvel e um módulo web administrativo (Figura 2). Em relação ao aplicativo móvel, seu desenvolvimento iniciou pela configuração do ambiente de programação Android Studio. Além do ambiente de desenvolvimento, para criação do aplicativo será utilizada a linguagem Java, para a camada lógica, enquanto para as interfaces de usuário, foram utilizados arquivos .xml.

Figura 2: Arquitetura da aplicação.



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.1 . Tela Inicial e Menu Lateral

A tela inicial do aplicativo pode ser vista na Figura 3 Ela apresenta todas as atividades de arborização passíveis de solicitação, como: plantio, poda, entre outras.

Figura 3: Tela Inicial do Aplicativo Verdejar.

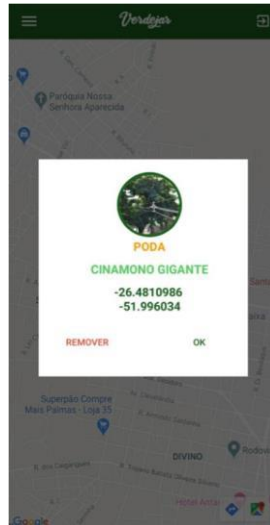


Fonte: Elaborado pelos autores.

Com isso é possível acompanhar as solicitações feitas e evitar o registro em duplicidade de atividades de arborização. Caso o usuário deseje registrar uma nova atividade é possível navegar

para a tela de registro acionando o botão no canto direito inferior. Ainda, é possível clicar nas solicitações para verificar detalhes das mesmas ou excluí-las, como mostra a Figura 4.

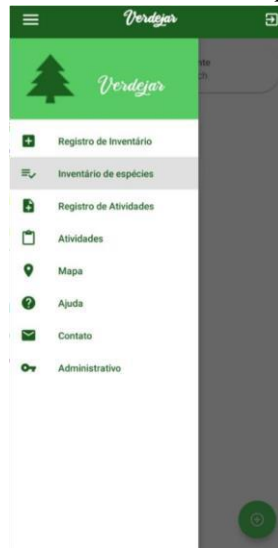
Figura 4: Tela de Verificação de uma Atividade



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na tela inicial, o usuário pode acessar um menu lateral acionando um botão no canto superior esquerdo, apresentado na Figura 5, que permite a navegação entre todas as interfaces do aplicativo. O menu lateral possui as seguintes opções: Registro de inventário, Inventário de espécies, Registro de atividades, Visualização de atividades, Visualização das atividades no mapa, Ajuda, Contato com os desenvolvedores e Administrativo.

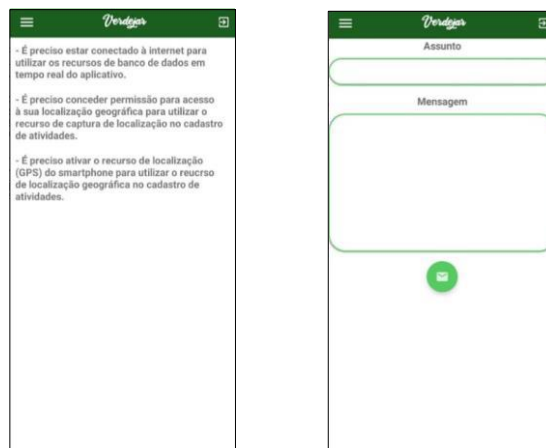
Figura 5: Tela de Menu do Aplicativo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A opção de ajuda, cuja tela pode ser vista na Figura 6 (esquerda), apresenta as informações elementares sobre o uso do aplicativo. Na interface de contato, que a tela pode ser vista na Figura 6 (direita), é possível redigir uma mensagem para os desenvolvedores que será encaminhada para um e-mail vinculado ao aplicativo.

Figura 6: Tela de Ajuda (esquerda) e a Tela Contato com os Desenvolvedores (direita)



Fonte: Elaborado pelos autores.

As demais opções abrangem as rotinas de cadastros e a visualização das informações cadastradas na base de dados do aplicativo, além da opção de acesso ao módulo administrativo, que requer login do usuário com credenciais de administrador.

4.2 . Cadastros

A alimentação do sistema é realizada pela interface de cadastro de atividades e pela interface de cadastro de árvores, apresentadas nas Figuras 7 e 8, respectivamente.

A tela de cadastro de atividades pode ser vista na Figura 7. Para cadastrar uma nova atividade, o usuário deverá seguir as seguintes etapas:

- Primeiramente o usuário deve selecionar a espécie da árvore, caso a espécie da árvore não esteja cadastrada, o usuário pode cadastrar a mesma usando a tela específica para isso, que é apresentada na Figura 8.
- Em seguida deve ser selecionado o tipo de atividade, que pode ser plantio, poda ou alguma outra atividade;
- Após selecionar o tipo de atividade, deve ser selecionado a localização onde a atividade deve ser realizada, para isso o aplicativo utiliza o GPS do dispositivo para captar a localização. Ressalta-se que nesta etapa do registro é necessário que o usuário permita que o aplicativo acesse a localização do dispositivo móvel para o efetivo uso da funcionalidade;
- Por fim, existe a possibilidade do usuário adicionar uma imagem e/ou uma observação, para auxiliar na realização da atividade.

Após essas etapas, o usuário finaliza o cadastro da nova atividade, e a partir deste momento, a atividade já está disponível para visualização. Caso o usuário não possua acesso à internet no momento de registrar as informações dos cadastros, as informações ficarão salvas localmente e posteriormente serão exportadas para a base de dados online quando o aplicativo detectar uma conexão adequada à rede.

Figura 7: Tela de cadastro de atividade.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Já para cadastrar uma nova espécie (Figura 8), caso ela não tenha sido cadastrada ainda, os passos são os seguintes:

- Primeiro deve ser descrito o nome botânico, ou seja, o nome pelo qual ela é mais conhecida;
- Após o preenchimento do nome botânico o usuário necessita preencher o nome da espécie, ou seja, o nome científico;
- Por fim, assim como no cadastro de uma nova atividade, existe a possibilidade de o usuário adicionar uma imagem e/ou uma observação.

Figura 8: Tela de Cadastro de Espécies.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para controle e conferência, todas as árvores cadastradas podem ser visualizadas em uma tela de inventário de árvores urbanas apresentada na Figura 9 (no caso de o usuário não estar conectado à internet, ele só irá visualizar as árvores atualizadas da última vez que ele esteve online e as que ele cadastrou).

Figura 9: Tela de Listagem das Árvores Cadastradas.



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.3. Mapeamento das Atividades

No momento do cadastro de uma nova atividade, necessita-se a inclusão da localização onde ela deve ser realizada. Posteriormente, o aplicativo permite a visualização das atividades cadastradas em um mapa, o que possibilita verificar a localização de um determinado serviço. A Figura 10 apresenta a Tela de Mapeamento de Atividades, essa tela, como supracitado, exibe a localização exata de todas as atividades cadastradas.

Figura 10: Tela de Mapeamento de Atividades.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Quando se clica em dos indicadores no mapa, as informações daquela solicitação aparecem. Assim, é possível visualizar a localização da atividade, o tipo da atividade requerida a campo e o tipo de árvore atrelada a solicitação.

4.4. Administrador do Sistema

Um administrador do sistema é alguém ligado aos órgãos públicos e fica responsável pelo planejamento e execução das atividades de arborização urbana cadastradas no sistema. Para que seja possível o administrador do sistema responder às solicitações de atividades de arborização,

bem como administrar as informações registradas pelos usuários, a aplicação conta com um acesso restrito administrativo que é apresentado na Figura 11.

Figura 11: Tela de Login Administrativo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Após o administrador do sistema fazer o login, são fornecidas opções avançadas para o usuário, como apagar atividades, apagar árvores, marcar solicitações como “concluída” e responder solicitações.

4.5. Módulo Web Administrativo

Para que um administrador do sistema não precise sempre do seu dispositivo móvel, foi desenvolvido o módulo web administrativo. No módulo web administrativo, que pode ser visto na Figura 12, um administrador pode, através do seu computador pessoal, gerir as informações que foram registradas pelo aplicativo.

Figura 12: Tela de Inicial do Gerenciador Web.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao acessar, através do login, o módulo web, o administrador do sistema terá as mesmas opções avançadas que são apresentadas no aplicativo. Outra funcionalidade do módulo web é permitir que usuários possam verificar diversos dados que são apresentados em um painel na página principal da aplicação. As informações apresentadas nos painéis mostram a porcentagem das atividades de arborização requeridas segmentadas pelo tipo, bem como o número de solicitações realizadas em um período. Ainda, é possível visualizar as ocorrências de requisições de atividades e seu tipo durante as horas do dia.

Com isso a aplicação Verdejar permite o gerenciamento da arborização urbana, por meio do aplicativo ou aplicação web, possibilitando o cadastro e acompanhamento de atividades, que podem ser feitas para otimizar as rotinas de trabalho da gestão da arborização urbana de uma cidade. E, também, permite a um administrador atualizar informações sobre as atividades solicitadas para manter os usuários informados do andamento da solicitação.

5 . Conclusão

O aplicativo Verdejar apresenta-se como uma ferramenta para agilizar e otimizar os processos de gestão da arborização urbana, na qual os munícipes podem, com o uso do seu smartphone, solicitar algum tipo de serviço de arborização, como plantio ou poda de árvores dos seus bairros para, dentre outros fatores, melhorar a constituição arbórea do ambiente e o bemestar das pessoas que o frequentam.

Por meio de interfaces amigáveis, considerando fatores de usabilidade, todas as informações coletadas pelo aplicativo são persistidas e preservadas em uma base de dados em nuvem. Desse modo pretende-se, através das informações coletadas, apoiar e agilizar a tomada de decisão nas rotinas de trabalho que envolvem a arborização urbana.

Com o desenvolvimento deste aplicativo espera-se significativa otimização dos processos da gestão da arborização urbana nos municípios que utilizarem a ferramenta. Por consequência, há a contribuição para a expansão de áreas verdes e a manutenção inteligente das já existentes. Para tanto, a participação dos habitantes será essencial, tendo em vista que serão eles os encarregados de alimentar a aplicação, indicando o local e a árvore que deverá ser plantada, podada, removida, entre outras atividades possíveis.

Como trabalhos futuros, pretende-se criar novos campos de informações para os registros das atividades de arborização. Esses campos constituirão um endereço de referência para os casos em que o GPS do dispositivo móvel não detecte com precisão a geolocalização. Ainda, como opção ao uso do endereço de referência, o usuário poderá selecionar diretamente um ponto no mapa onde a atividade será realizada. Há também o objetivo de portar o aplicativo para outras plataformas

móveis. Além disso, projeta-se criar uma funcionalidade que permita correlacionar os espaços urbanos e tipos de solo com as árvores adequadas para plantio no referido local. Por fim pretende-se também, especificar um *framework* conceitual com um modelo de dados e procedimentos para resolução de problemas de mesmo domínio. Este *framework* conceitual poderá servir de embasamento para trabalho futuros e para outros desenvolvedores que desejem criar soluções de software similares.

6 . Referências

- CREA-PR. (2017). *Arborização urbana, quem pode ser responsável?* [Online]. Available: www.crea-pr.org.br/ws/arquivos/13262
- Dameri, R. P. (2013). Searching for smart city definition: a comprehensive proposal. *International Journal of computers & technology*, vol. 11, no. 5, pp. 2544–2551.
- Heisler, G. M. (1986). Energy savings with trees. *Journal of Arboriculture*, vol. 12, no. 5, pp. 113–125.
- Höjer, M., & Wangel, J. (2014). Smart sustainable cities: Definition and challenges. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 310, 333–349. https://doi.org/10.1007/978-3-31909228-7_20
- Matos, E. e Queiroz, L. P. de. (2009). *Árvores para cidades*. Solisluna.
- Milano, M. *Métodos de amostragem para avaliação de arborização de ruas*. (1994). Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, vol. 2, pp 163-168.
- Nowak, D. J., Hirabayashi, S., Bodine, A., & Greenfield, E. (2014). Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environmental Pollution*, 193, 119–129. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.05.028>
- Nowak et al., D. J., Crane, D. E. e Stevens, J. C. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the united states. *Urban forestry & urban greening*, vol. 4, no. 3-4, pp. 115– 123.
- Pressman, R. e Maxim, B. (2016). *Engenharia de Software-8ª Edição*. McGraw Hill, Brasil.

Rodriguez, L. e Campolargo, R. M. (2011). *The future internet assembly 2011: Achievements and technological promises*. Future Internet. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer. doi, vol. 10, pp. 978–3.

Weiss, M. C., Bernardes, R. C. e Consoni, F. L. (2015). Cidades inteligentes como nova prática para o gerenciamento dos serviços e infraestruturas urbanas: a experiência da cidade de porto alegre. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, vol. 7, no. 3, pp. 310–324.