

SISTEMA LISIMÉTRICO DE INFORMAÇÕES PARA MONITORAMENTO DO CONSUMO DE ÁGUA PELAS PLANTAS (SLIMCAP)¹

Laylton de Albuquerque Santos², Janielly Aliny Araújo Silva³, Ariovaldo Antônio Tadeu
Lucas⁴, Raimundo Rodrigues Gomes Filho⁵, Daniella Pereira dos Santos⁶,
Márcio Aurélio Lins dos Santos⁷

RESUMO: A tecnologia dos “computadores” de bolso propiciou o acesso à informação em poucos toques. Neste sentido, o SLIMCAP, busca ser uma alternativa rápida e de boa precisão para auxiliar o agricultor na tomada de decisão na irrigação. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um sistema para monitorar o consumo de água pelas culturas por meio de lisimetria com auxílio de um aplicativo móvel. O sistema tecnológico (lisímetros mais .app) foi desenvolvido pelo Grupo Irriga junto ao suporte do Coletivo EIDI, ambos do Campus de Arapiraca da UFAL. Para a confecção do sistema de lisimetria de drenagem foram utilizados cinco reservatórios de 20 litros (lisímetros) mais cinco de 2,0 litros (fornecimento de água) e cinco de 2,0 litros (coletores dos drenos). Para o desenvolvimento do aplicativo mobile foi utilizado o Framework IONIC, software de código aberto, calculando as leituras de dados coletados em lisímetros de drenagem (volume aplicado, volume drenado), do pluviômetro e informar ao produtor rural a evapotranspiração da cultura, o consumo de água pelas culturas e o tempo de irrigação da sua lavoura. O aplicativo foi desenvolvido, com testes de usabilidade e aberto a implantação de novas funcionalidades.

PALAVRAS-CHAVE: Evapotranspiração de cultura, lisímetro de drenagem, inovação tecnológica.

LYSIMETRIC SYSTEM OF INFORMATION FOR MONITORING OF WATER CONSUMPTION BY PLANTS (SLIMCAP)

¹ EXTRAÍDO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO DO SEGUNDO AUTOR

² Eng. Agrôn., Mestrando em Agricultura e Ambiente, PPGAA, Campus de Arapiraca, UFAL, Arapiraca, AL.

³ Estudante, Graduação em Ciência da Computação, Campus de Arapiraca, UFAL, Arapiraca, AL.

⁴ Prof. Doutor, PRORH, UFS, Dept Agrícola, Aracaju, SE.

⁵ Prof. Doutor, PRORH, UFS, Dept Agrícola, Aracaju, SE.

⁶ Eng^a. Agrôn^a., Doutora, Dept Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

⁷ Prof. Doutor, PPGAA, UFAL, Campus de Arapiraca, Caixa Postal 61, CEP: 57.300-970, Arapiraca, AL. Fone: (82) 9.9955-0943, e-mail: mal.santo@arapiraca.ufal.br

ABSTRACT: Pocket “computer” technology has provided access to information in a few touches. In this sense, the SLIMCAP, search to be a fast alternative and good precision to assist farmers decision making in irrigation. The objective of this work was to develop a system to monitor crop water consumption through lysimetry with the aid of an mobile app. The technology system (lysimeters plus mobile .app) was developed by the Group Irriga with the support of the Collective EIDI, both from the Campus of Arapiraca of the UFAL. To making of the system the drainage lysimetry, were used reservoirs five 20 liter (lysimeters) plus five 2.0 liter (water supply) and five 2.0 liter (drains collectors), calculating the readings of data collected in drainage lysimeters (applied volume, drained volume), of the pluviometer and inform the farmer the water consumption by the crops and the irrigation time of their tillage by the crop evapotranspiration. For the development of the mobile app was used the IONIC Framework. The mobile app was developed, with usability tests in agricultural experiments and is open to the implementation of new features.

KEYWORDS: Crop evapotranspiration, drainage lysimeters, technologic innovation.

INTRODUÇÃO

Na agricultura irrigada a água é um componente fundamental para desenvolvimento da produção agrícola das mais variadas culturas. “No Brasil a irrigação teve início na década de 1900 para a produção de arroz no Rio Grande do Sul. Porém, só teve uma intensificação em outras regiões entre 1970 e 1980” (ANA, 2017). Desde então, tem-se mostrado um artifício promissor, visto que a maioria das áreas do país não tem chuva regularmente. Em destaque, o semiárido nordestino.

A quantidade de água deve atender à evapotranspiração e a lixiviação do solo, sendo a evapotranspiração a parte mais importante a ser suprida através das precipitações e da irrigação (BERNARDO et al., 2009). Existem diferentes métodos para se determinar a necessidade hídrica da cultura. Eles podem ser diretos, através de equipamentos (exemplo: lisímetros), ou indiretos, obtidos por modelos matemáticos.

Os lisímetros são evapotranspirômetros no qual contém no seu interior solo representativo da área de cultivo, sendo equipamentos impermeáveis, tais como: reservatórios, recipientes, containers, etc. Esses são usados por meio do balanço hídrico, determinado de forma direta pela evaporação do solo mais a transpiração da cultura (evapotranspiração),

contabilizando a entrada e saída de água do perfil útil do solo, ou seja, de acordo com o sistema radicular da cultura.

Segundo Bernardo et al. (2009), os lisímetros se apresentam, geralmente, em pesáveis (exemplo: pesagem mecânica, flutuante e hidráulico) e não pesáveis (ex. drenagem e lençol freático). De acordo com Biscaro (2007), os lisímetros que possuem célula de carga são os que apresentam maiores custos para instalação, mas, em contrapartida, possuem melhor precisão dos dados. Já os lisímetros de drenagem são mais baratos, podendo ser destinados a culturas de pequeno porte (VAREJÃO-SILVA, 2006).

Camargo (1962) para estimar a evapotranspiração, por meio de lisímetros de drenagem, utilizou a equação: $ET = I + P - D$, em que: ET – evapotranspiração (mm), I - volume de irrigação (mm), P - volume de precipitação (mm), D - volume drenado (mm).

Atualmente, a maioria dos pequenos produtores não tem conhecimento aprofundado dos vários métodos existentes do manejo da água para verificar e manter o consumo das plantas. Conseqüentemente, resulta no problema do excesso ou insuficiência da água fornecida durante o ciclo da cultura.

A tecnologia dos “computadores” de bolso propiciou o acesso à informação em poucos toques. A facilidade é uma tendência real, onde usuários destes equipamentos podem buscar conhecimentos através de técnicas para estimar a real necessidade da cultura. Neste contexto, o SLIMCAP (*Sistema Lisimétrico de Informações para Monitoramento do Consumo de Água pelas Plantas*) é uma plataforma móvel complementar ao sistema de lisimetria de drenagem, que vem como uma forma rápida para o auxílio da tomada de decisão no manejo da irrigação.

A ferramenta framework pode ser utilizado para a construção de aplicativos nativos (capaz de funcionar em apenas uma plataforma) ou no desenvolvimento de aplicativos híbridos (funcional em mais de uma plataforma), o Ionic é um kit de desenvolvimento de software (Software Development Kit – SDK) de código aberto baseado em HTML5 (HyperText Markup Language, versão 5), aplicado na construção de aplicativos mobile usando tecnologias HTML, CSS e Javascript (IONIC, 2017).

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um sistema para monitorar o consumo de água pelas culturas por meio de lisimetria com auxílio de um aplicativo móvel, com base nas leituras de dados coletados em lisímetros (volume aplicado, volume drenado) e pluviômetro. E informar ao produtor rural uma estimativa do consumo de água pela cultura e o tempo de irrigação equivalente, através da evapotranspiração da cultura (ETc).

MATERIAL E MÉTODOS

O sistema SLIMCAP (*Sistema Lisimétrico de Informações para Monitoramento de Água pelas Plantas*) foi desenvolvido e implantado no Grupo Irriga (*Grupo de Pesquisa, Extensão e Inovação Tecnológica em Manejo de Água para Irrigação*) com parceria do Coletivo EIDI (*Estudos e Implementações Dirigidos a Ideias*) (www.coletivoeidi.com.br), ambos do Campus de Arapiraca da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

Esse sistema foi desenvolvido com a junção do equipamento de lisimetria em funcionamento com um aplicativo. Com a finalidade de atender inicialmente a demanda dos pequenos produtores para que consigam por meio do dispositivo móvel saber o tempo médio de irrigação baseados nos dados que são coletados diariamente. Em que, o aplicativo calcula sugestões da quantidade de água que deveria ser aplicada por dia.

Durante suas análises de pesquisa o Grupo Irriga construiu planilhas para calcular e analisar o desenvolvimento das hortícolas (Figura 1). O aplicativo foi construído baseado nessas planilhas e na aplicação em campo com o conjunto de lisimetria. Onde foram testados e verificaram-se excelentes resultados do equipamento de lisimetria de drenagem em funcionamento conjunto com a planilha.

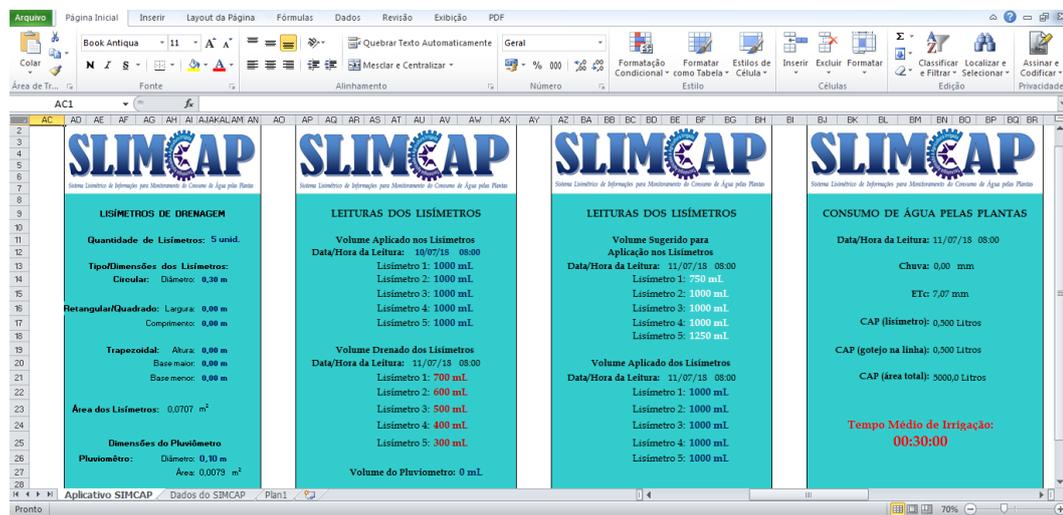


Figura 1. Planilha de lisimetria utilizada para o desenvolvimento de projetos no Grupo Irriga.

Logo, o SLIMCAP é uma tecnologia de monitoramento diário do consumo de água pelas plantas, para o correto funcionamento, o sistema é composto de um aplicativo mobile e de um conjunto de, no mínimo, cinco lisímetros de drenagem. Podendo ser adaptado para outros tipos de lisímetros, tais como: de pesagem e de lençol freático de carga constante.

Para melhores resultados e maior precisão nas aferições dos resultados são utilizados um conjunto de cinco de lisímetros independentes, com a mesma cultura. Em que, cada lisímetro possui um reservatório (para fornecimento de água), um recipiente (utilizado como lisímetro) e um coletor da água (para drenagem da água excedente) (Figura 2).

Os lisímetros recebem a água e elevam a umidade do solo para a capacidade de campo, preenchendo o volume hídrico que foi evaporado pelo solo e transpirado pela planta ao longo de um dia, o que não for armazenada será drenada e armazenada nos coletores até o momento da leitura, também são instalados pluviômetros na área para contabilizar a precipitação que, possivelmente, entram nos lisímetros.

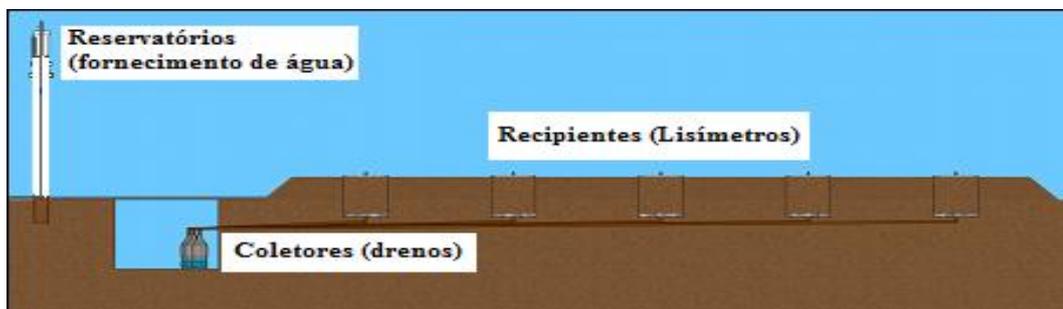


Figura 2. Representação do sistema de lisimetria instalado e seus componentes.

Para fabricar os reservatórios foram utilizados tubos de PVC, com diâmetro nominal de 100 mm, sendo acoplada uma mangueira externa, graduada a cada 50 mL para acompanhar a quantidade de água que entra no sistema (Figura 3A e 3B) e os coletores (Figura 3C) são reaproveitados de recipientes com volume de 20 L e 2 L, respectivamente.



Figura 3. Sistema SLIMCAP em campo, reservatório de fornecimento de água (A), recipiente de entrada de água para os lisímetros (B) e sistema coletor, drenos (C).

Para construção do aplicativo mobile foi utilizado o Framework Ionic, com o intuito de facilitar o procedimento que são realizados diariamente pelos agricultores. Desse modo, o aplicativo desenvolvido armazena dados diários no dispositivo móvel do usuário por meio de

um plugin conhecido como SQLite. Sendo este um banco de dados baseado em SQL(Structured Query Language), no entanto omite alguns recursos do padrão SQL e incrementa alguns recursos próprios (SQLITE, 2018). Essa ferramenta utiliza o modelo relacional, que é composto por entidades e relacionamentos. As entidades são na prática tabelas nas quais os dados são guardados, e os relacionamentos são como as tabelas estão relacionadas.

Contudo, o plugin utilizado no Ionic é disponibilizado pelo Cordova, permite armazenar os dados localmente no dispositivo móvel do usuário. O Ionic é um framework open source, usado para desenvolvimento rápido de aplicações, utilizando: CSS, HTML e TypeScript (IONICFRAMEWORK, 2018). A vantagem de utilizar essa ferramenta é a facilidade de desenvolver para várias plataformas a partir de uma única aplicação. Este método quando usado para o desenvolvimento de aplicações mobile é denominado de aplicativos híbridos, por ser uma mistura de aplicação web com o nativo.

No entanto, o Ionic oferece suporte de APIs disponibilizadas pelo Cordova que possibilitam acesso às funções nativas do dispositivo. Ademais, este também “permitem desenvolver uma aplicação com HTML, CSS e JavaScript encapsulada como aplicação móvel nativa” (NETBEANS, 2018). Mas apesar do encapsulamento feito pelo Cordova a aplicação é considerada híbrida. Contudo, o Ionic é uma ferramenta composta também de outros framework, tais com o AngularJs que permitem tornar as páginas feitas em HTML dinâmicas, além de possibilitar a criação de teste unitários e empacotamento (ANGULAR, 2018).

Na Figura 4 encontra-se a representação visual de algoritmos na construção das telas, onde pode ser observado a sequencia detalhada das operações de funcionamento do aplicativo SLIMCAP, onde todos os passos são visualizados.

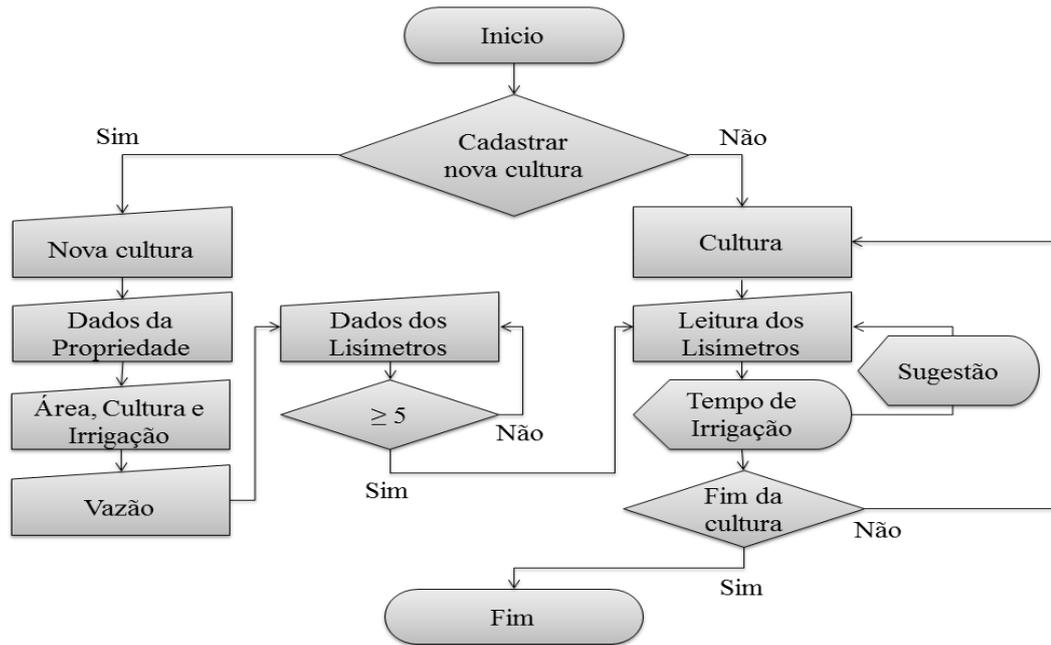


Figura 4. Fluxograma de funcionamento do aplicativo SLIMCAP.

A planilha calcula os dados de evapotranspiração do lisímetro através da equação a seguir, uma adaptação da equação de Camargo (1962). No qual para calcular a E_{Tc} , deve determinar a lâmina aplicada (Equação 1) e a lâmina drenada (Equação 2), excluindo o maior e menor valor registrado, fazendo uma média aritmética dos valores restantes e dividindo-se pela área do lisímetro.

$$L_A = \frac{\sum_{i=1}^n [(V_A) - maior(V_A) - menor(V_A)]}{(n-2).A} \quad (1)$$

$$L_D = \frac{\sum_{i=1}^n [(V_D) - maior(V_D) - menor(V_D)]}{(n-2).A} \quad (2)$$

Em que,

L_A - lâmina aplicada (mm), L_D - lâmina drenada (mm), V_A - volume aplicado no lisímetro (L), V_D - volume drenado do lisímetro (L), n - número de lisímetros instalados (unid.), A - área interna da bordadura do lisímetro (m^2).

A área dos lisímetros pode ser obtida para cada formato, circulares (Equação 3), retangulares e/ou quadrados (Equação 4), conforme a necessidade da disposição da linha de cultivo e sistema radicular da cultura.

$$A_1 = \pi * R_1 * R_2 \quad (3)$$

$$A_2 = L_1 * L_2 \quad (4)$$

Em que,

A_1 - área da circunferência (m^2), A_2 - área do retângulo (m^2), π - Pi, adimensional, R_1 - raio do semieixo maior (m), R_2 - raio do semieixo menor (m), L_1 - maior comprimento (m), L_2 - menor comprimento (m).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao inicializar o aplicativo SLIMCAP pela primeira vez, o usuário realizará um cadastro onde será necessário o preenchimento dos campos solicitados (Figura 5A): Nome do(a) proprietário(a); Nome da propriedade; Endereço: identificação da localidade (Complemento, Município e Estado); Latitude: informação geodésica da latitude, coordenadas decimais; Altitude: informação sobre a altitude em relação ao nível do mar (m).

Após o preenchimento e a confirmação dos dados o software irá gerar um “Número de Registro” para o celular, que poderá ser visualizado posteriormente em “Informações da Propriedade” quando navegado por meio do menu, localizada no canto superior esquerdo, selecionando a aba “Informações da Propriedade” (Figura 5B).

Para utilização da plataforma o agricultor deverá cadastrar a cultura de interesse. A adição da cultura se dá pelo botão adicionar, localizado no canto inferior direito, onde o produtor informará o nome da cultura (Figura 5B) e fornecer algumas informações sobre a cultura (Figura 6A).

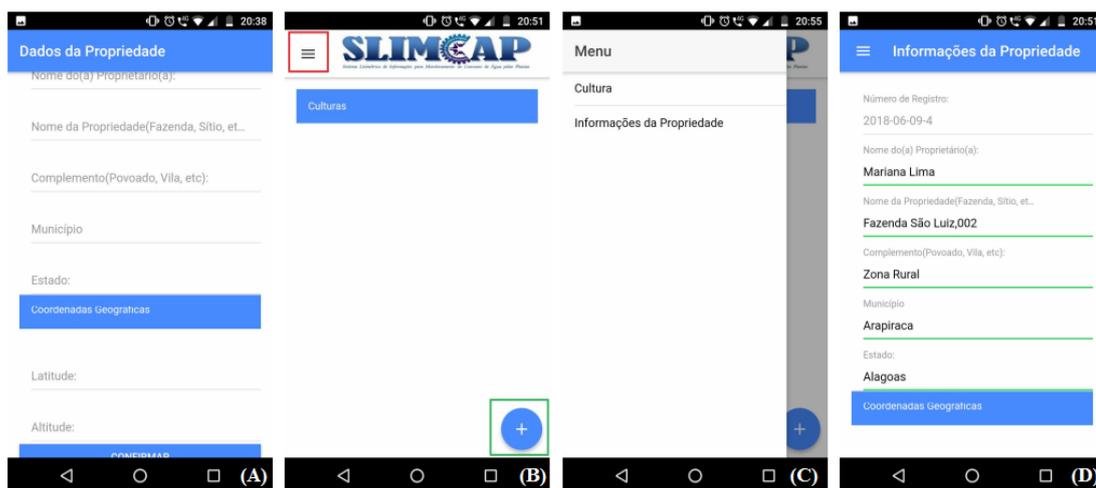


Figura 5. Visões da tela de cadastro do produtor (A), aba do menu (B) e informações da propriedade (C e D).

Após o cadastro da cultura (Figura 6A), o usuário informa sobre a área do cultivo da área, da cultura e do sistema de irrigação. O aplicativo mostra se a faixa molhada será continua ou não com base na distância entre gotejadores e tipo de solo selecionado (Figura

6B). Logo depois, é necessário cadastrar os níveis de vazão (Figura 6C), e no final é mostrado o cálculo da média geral da vazão. Também é necessário fazer o cadastro dos lisímetros, sendo o uso obrigatório de um mínimo cinco lisímetros (Figura 6D), com intuito de minimizar o erro do uso de lisímetros de drenagem, no qual para calcular a ETc e o consumo de água pela cultura utiliza a média de três dos cinco lisímetros, descartando os valores extremos das leituras (maior e menor), nessa aba mostra a opção de escolha do tipo de lisímetros (circular, retangular ou quadrada), calculando a área do mesmo. E também as dimensões do pluviômetro (Figura 6D).

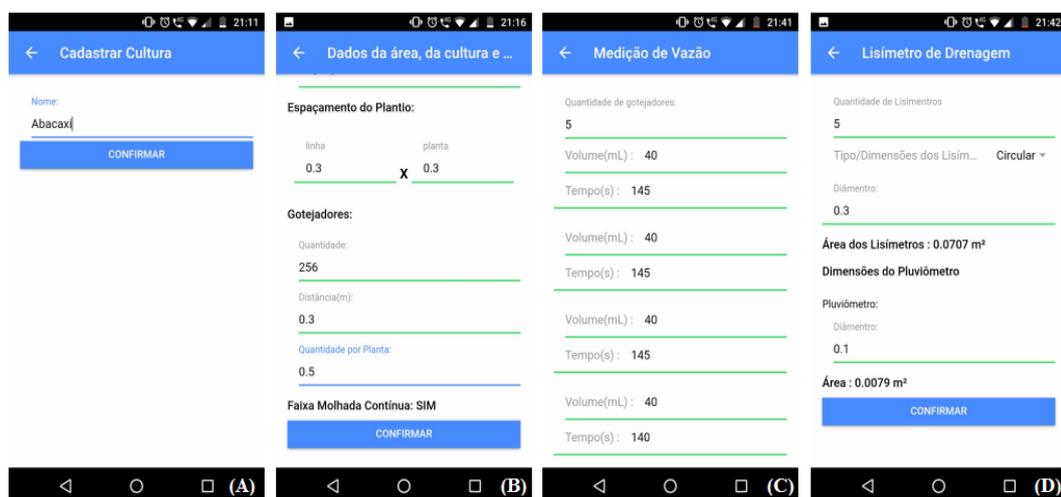


Figura 6. Visões da tela cadastro de cultura e nomear nova cultura (A), informar dados sobre área cultivada, dados da cultura e do sistema de irrigação (B), da medição de vazão (C) e o dos dados dos lisímetros (D).

A determinação da faixa molhada é feita segundo Maia et al. (2010), que analisou a formação de bulbos em diversos solos do estado do Rio Grande do Norte utilizando modelo potencial. As equações para a quantificação do diâmetro do bulbo molhado levam em consideração o tempo de irrigação e a vazão do emissor de água. Os diâmetros encontrados para solos com maiores quantidades de argila (Latosolo Vermelho) foram de ~0,22 m de diâmetro do bulbo para uma vazão de $1,0 \text{ L h}^{-1}$, nos solos que apresentam maior porção de areia (Neossolo Quartzarênico) o diâmetro obtido para a formação do bulbo, com vazão do sistema de $1,0 \text{ L h}^{-1}$, foi de ~0,27 m.

As Figuras 7A, 7B, 7C, 7D ilustram os procedimentos que o produtor deve realizar diariamente, todos os dados exibidos são meramente ilustrativos. Na Figura 7B são os valores aplicados em cada lisímetro, depois de 24 horas o produtor irá cadastrar os valores drenados (Figura 7C) que foram marcados pelos coletores já mencionados.

Com base nos valores aplicados salvos no dia anterior e no drenado do dia seguinte, o aplicativo calcula uma média levando em consideração as informações no cadastro da cultura.

Essa média fornecerá sugestões para o agricultor fazer a próxima aplicação da lâmina de água nos lisímetros, para aquele determinado dia (Figura 7D). Ademais, existe um campo a mais na página dos drenados que corresponde ao volume do pluviômetro, este está relacionado com a quantidade de chuvas, dependendo do valor inserido o tempo médio de irrigação pode ser alterado (aumentar ou diminuir).

Ao final da leitura dos lisímetros o aplicativo irá disponibilizar, por meio da aba consumo de água pelas plantas, um relatório informando ao agricultor a evapotranspiração da cultura (ETc, mm) que está sendo cultivada, o volume de chuva (mm), a média do consumo de água pelas plantas do lisímetro ($CAP_{(lisímetro)}$, litros), quanto será o consumo de água pelas plantas de toda área ($CAP_{(área\ total)}$, litros) e o tempo de irrigação recomendado para a cultura (Figura 7E).

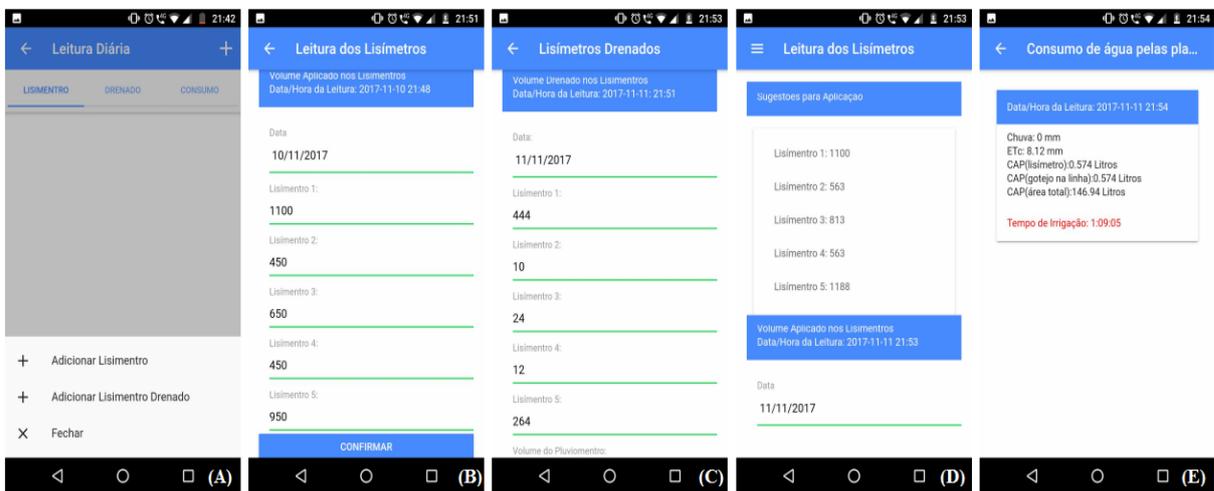


Figura 7. Aba para adicionar de volume aplicado e drenado (A), volume aplicado (B), volume drenado (C) e sugestão de aplicação (D), informações sobre chuva, ETc, $CAP_{(lisímetro)}$, $CAP_{(área\ total)}$ e tempo de irrigação (E).

CONCLUSÕES

O aplicativo respondeu significativamente aos testes de usabilidade, na aplicação em experimentos agrícolas. Se mostrando uma ferramenta funcional para fornecer informações ao agricultor, podendo o mesmo controlar a irrigação em sua lavoura e obter diariamente o consumo de água de cada cultura registrada no sistema, bem como a quantidade de água para suprir a demanda hídrica dos seus cultivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA (Agência Nacional de Águas). Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada. Agência Nacional de Águas, 2017.
- ANGULAR. Angular: What is angular?, 2018. <<https://angular.io/docs>>. Acessado: em 20/05/2018.
- BERNARDO, S; SOARES, A. A; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8. ed. atual. e ampl. Viçosa: UFV, 2009. p. 625.
- BISCARO, G. A. Meteorologia agrícola básica. Cassilândia: UNIGRAF, 2007. p. 87.
- CAMARGO, A. P. Contribuição para a determinação da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. BRAGANTIA, Campinas, SP, v. 21, n. 12, p. 163-213, 1962.
- IONIC. Advanced HTML5 hybrid mobile app framework, 2017. <<http://ionicframework.com/>>. Acessado em: 21/11/2017.
- IONICFRAMEWORK. Build amazing native apps and progressive web apps with ionic, 2018. framework and angular. <https://ionicframework.com/framework>. Acessado em 30/05/2017.
- MAIA, C. E.; LEVIEN, S. L. A.; MEDEIROS, J. F.; DANTAS NETO, J. Dimensões de bulbo molhado na irrigação por gotejamento superficial. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, CE, v. 41, n. 1, p. 149-158, 2010.
- NETBEANS. Conceitos básicos sobre criação de uma aplicação cordova, 2018. <https://netbeans.org/kb/docs/webclient/cordova-gettingstarted_pt_BR.html>. Acessado em: 01/06/2018.
- SQLITE. Query language understood by sqlite, 2018. <<https://www.sqlite.org/lang.html>>. Acessado em: 01/06/2018.
- VAREJÃO-SILVA, M. A. Meteorologia e climatologia. Recife: Versão digital 2, 2006. p. 463.