



APLICATIVO MULTIPLATAFORMA PARA DIMENSIONAMENTO DE  
IRRIGAÇÃO POR PIVÔ CENTRAL

LUARA VIEIRA DE OLIVEIRA  
FLÁVIO GONÇALVES OLIVEIRA

MARÇO 2018

Apoio:





APLICATIVO MULTIPLATAFORMA PARA DIMENSIONAMENTO DE  
IRRIGAÇÃO POR PIVÔ CENTRAL

LUARA VIEIRA DE OLIVEIRA  
FLÁVIO GONÇALVES OLIVEIRA

MARÇO 2018

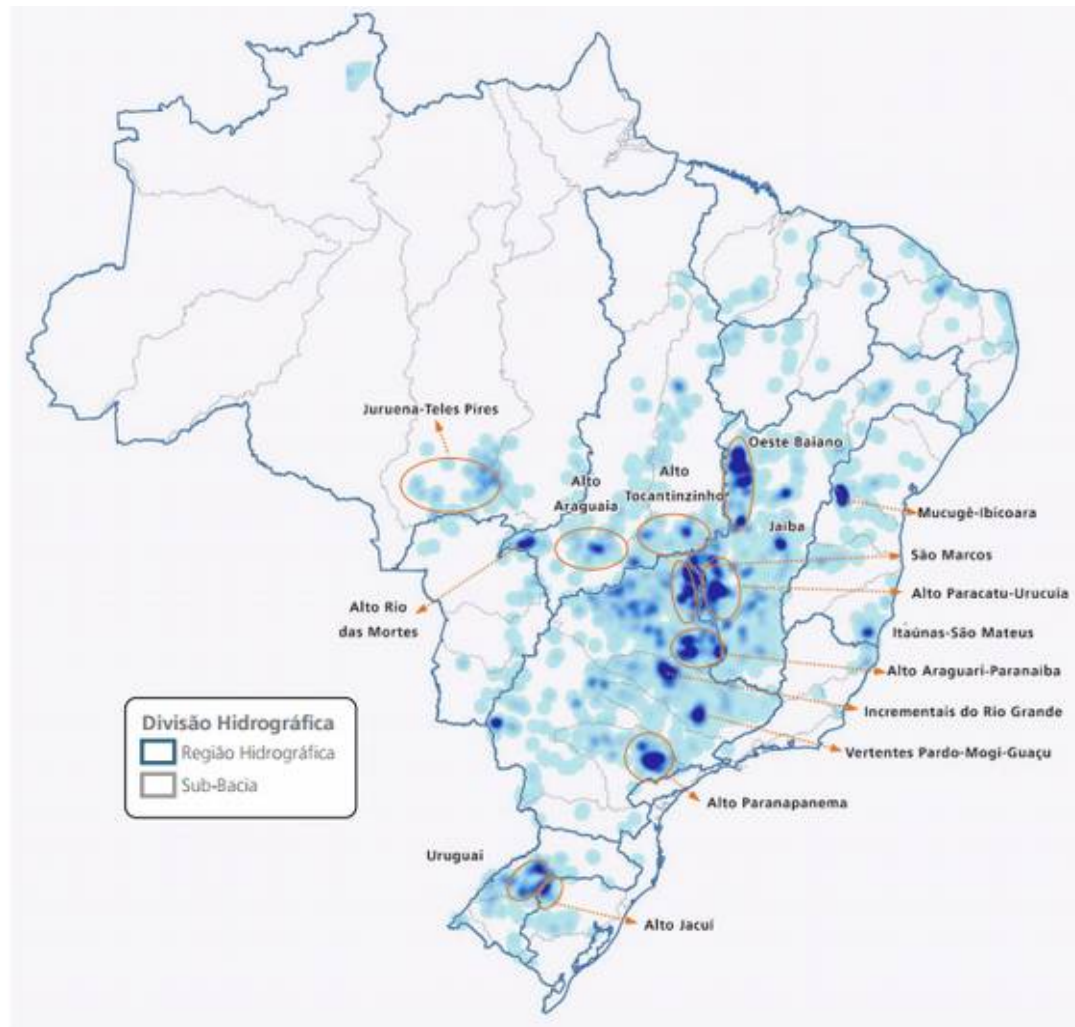
Apoio:



O Brasil representa a 9º maior área irrigada do mundo (FAO, 2012) e até 2014 sua área irrigada correspondia a 6,1 milhões de hectares com media de crescimento de 20% ao ano.

Segundo ANA (2014) o Brasil em sua extensão continental possui um mosaico de sistemas de irrigação implantado em sua área, dentro deste mosaico podem ser classificados quatro métodos: superfície, subterrânea, aspersão e localizada.

Figura 1 - Principais polos nacionais de irrigação por pivôs centrais



Fonte: ANA (2016)

A alta demanda de água pela irrigação tem forçado o setor de irrigação buscar aumentar sua eficiência, com foco sempre a redução do consumo de água.

Essa eficiência só é possível por meio de um manejo de irrigação bem conduzido, no entanto, o primeiro passo a ser executado é no tocante à realização de um projeto de irrigação bem executado.

A carência de ferramentas de software generalizadas e a necessidade de agilizar a tomada de decisão encapsulando as especificidades do dimensionamento da irrigação, vê-se a necessidade de criação de softwares que auxiliem no dimensionamento de sistemas de irrigação utilizando a ferramentas computacionais.



# INTRODUÇÃO

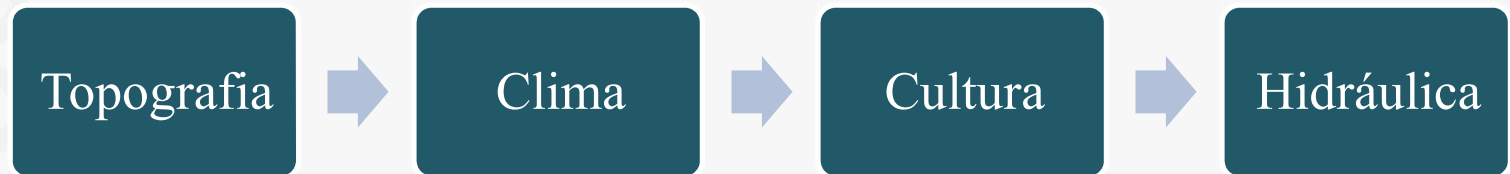
Aplicar técnicas matemáticas e computacionais de forma a melhorar eficiência do dimensionamento de irrigação, especificamente de sistema de aspersão por pivô central, aprimorar e agilizar a tomada de decisão pelo empreendedor rural.

1. Proporcionar o dimensionamento de pivô central.
2. Caracterização do empreendimento.
3. Caracterização topográfica da área.
4. Caracterização do Equipamento.
5. Definição de dados Hidráulicos.
6. Determinação de dados hidrológicos.

# OBJETIVOS

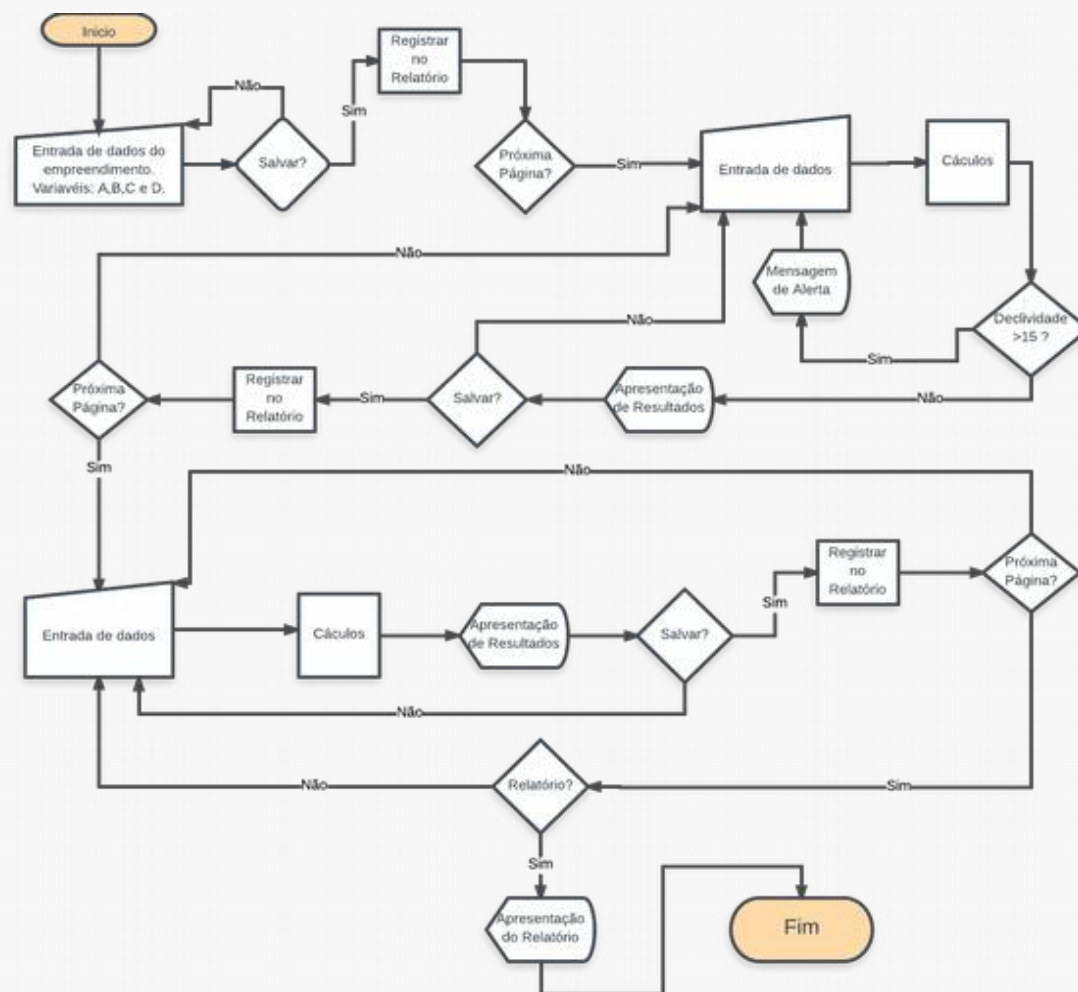
O projeto será conduzido com base nas especificações de dimensionamento de projeto de irrigação para pivô central de COLOMBO (2003), SALASSIER (1995) e FAO (2007), em relação as quatro grandes áreas de variáveis que influem no cálculo.

FIGURA 2 – Principais variáveis para dimensionamento de pivô.



Fonte: Adaptado pelo autor de SALASSIER (1995).

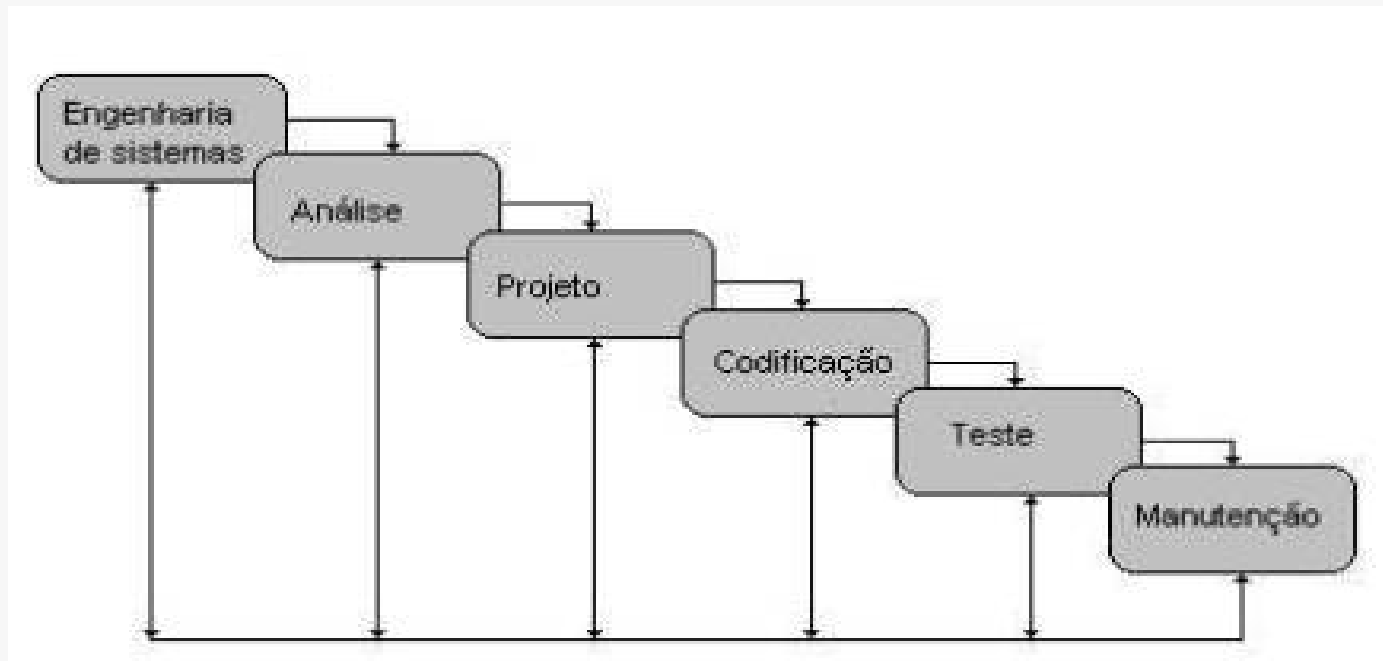
Figura 3 – Fluxograma de operação do aplicativo móvel



FONTE: Próprio autor

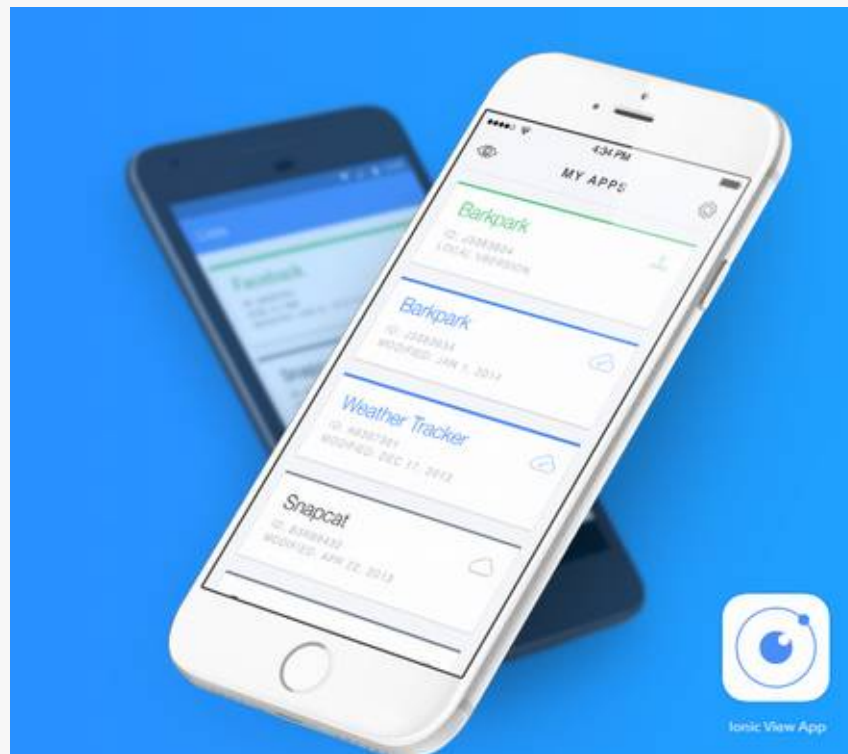
O processo de desenvolvimento de software seguiu o conceito clássico de ciclo de vida do software mais conhecido da engenharia de software (PRESSMANN, 2011; SOMMERVILLE, 2011);

### Ciclo de vida do software



Fonte: Pressman (1995).

Para a realização do trabalho será utilizado o software Software Development Kit (SDK) Microsoft Visual Studio 2017® em ambiente Operacional Windows® linguagem de programação C# (C Sharp) para o lado do servidor e linguagem web para o lado do cliente com framework CORDOVA e IONIC para produção de aplicativo híbrido para diversas plataformas.



Fonte: <http://ionicframework.com/>



# Dimensionamento de pivô central - Raio Última Torre

$$R_{UT} = L_i \cdot N_{vi} + L \cdot N_v$$

$R_{UT}$  = Raio da última torre, m;

$L_i$  = Comprimento do vão inicial, m;

$N_{vi}$  = Número de vãos iniciais;

$L$  = Comprimento dos vãos intermediários, m;

$N_v$  = Número dos vãos intermediários.

# Dimensionamento de pivô central - Raio do Pivô

$$R_p = R_{UT} + L_{bal}$$

$R_p$  = Raio do pivô central, m;

$L_{bal}$  = Comprimento do balanço, m.

# Dimensionamento de pivô central - Área Irrigada

$$A = \pi * R_p^2 / 100.000$$

Onde A = Área irrigada pelo pivô central, ha;  
Rp = Raio do pivô central, m.

Fonte: SALASSIER (1995) e COLOMBO (2003)

# Dimensionamento de pivô central – Equação de Hargreaves

$$EET = \frac{ET_0}{R_a} \left( \frac{T_a + TD}{2} \right)^2 \cdot i$$

$ET_0$  = Evapotranspiração de referência;

$R_a$  = radiação extra terrestre ( $\text{MJm}^{-2} \text{dia}^{-1}$ );

$T_a$  = Média de temperaturas;

$TD$  = Variação temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ );

# Dimensionamento de pivô central – Lamina Bruta

$$LB = \frac{ET_c}{E_a}$$

LB = Lamina bruta;

ET<sub>c</sub> = Evapotranspiração da cultura;

E<sub>a</sub> = Eficiência de aplicação;

# Dimensionamento de pivô central - Vazão

$$Q_s = (10 \cdot A \cdot LB) / T_d$$

$Q_s$  = Vazão do sistema, m<sup>3</sup> /h;

$A$  = Área irrigada pelo pivô central, ha;

$LB$  = Irrigação bruta de irrigação diária, mm/dia;

$T_d$  = Tempo de operação diário, horas/dia.

# Dimensionamento de pivô central - Tempo de giro

$$T_{gmin} = 2. \pi. R_{UT} / V_{UT100}$$

Tgmin = Tempo mínimo de giro do pivô com percentímetro a 100 %, h;

RUT = Raio última torre, m;

VUT100 = Velocidade de deslocamento da última torre a 100%,m/h.

# Dimensionamento de pivô central – Perda de Carga

$$H_{f} = \frac{10,647 \cdot Q^{1,85} \cdot R_p}{C^{1,85} \cdot D^{4,87} \cdot 0,9454}$$

D = Diâmetro da tubulação, m;

Q= Vazão do sistema de irrigação, m<sup>3</sup> /s;

C = Coeficiente de Hazen-Williams, adimensional (130);

R<sub>p</sub> = Raio do pivô central, m;

H<sub>f</sub> = Perda de carga total, m.



# Dimensionamento de pivô central – Fator F

$$F_{(L1/Rp)} = \left[ \frac{L1}{Rp} \right]^m - \frac{m}{3} \cdot \left( \frac{L1}{Rp} \right)^3 + \frac{(m-1)}{3} \cdot \left( \frac{L1}{Rp} \right)^5 - \frac{(m-2)}{42} \cdot \left( \frac{L1}{Rp} \right)^7 + \dots$$

m= expoente da vazão na equação de perda de carga.

L1= comprimento do trecho 1 da tubulação do pivô central, m

Rp= raio do pivô central, m

# Dimensionamento de pivô central – Altura Manométrica

$$H_{tm} = (P_{pp} + H_{fs} + DN_s + H_{fad} + DN_a) \cdot 1,05$$

$P_{pp}$  = Pressão no ponto pivô, m;

$H_{fs}$  = perda de carga na sucção, m;

$DN_s$  = Diferença de nível na sucção, m;

$H_{fad}$  = Perda de carga na adutora, m;

$DN_a$  = Diferença de nível na adutora, m;

# RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto de irrigação e suas dependências de dados possuem precisão de 15 dígitos, estes são armazenados e organizados internamente em banco de dados relacional (Date, 2003) local SQLITE e organizados por empreendimento, estes podem ser acessados pelo usuário a qualquer momento sem necessidade de conexão à internet.

# RESULTADOS E DISCUSSÃO

Telas inicial do aplicativo.



**Fonte:** Próprio Autor, 2017.

# RESULTADOS E DISCUSSÃO

## Dados do Empreendimento

The image shows a mobile application interface for entering business data. At the top, there is a navigation bar with a back arrow, a hamburger menu icon, and the title 'Empreendimento'. Below this, there are four input fields, each with a label and a text input area containing a placeholder and a pencil icon for editing:

- Empreendimento:** The input field contains the text 'Empreendimento'.
- Responsável:** The input field contains the text 'Responsável'.
- Município:** The input field contains the text 'Município'.
- Estado:** A dropdown menu is set to 'TO'.

At the bottom of the form, there is a prominent blue button labeled 'Salvar' (Save).

**Fonte:** Próprio Autor, 2017.

# RESULTADOS E DISCUSSÃO

## Parâmetros topográficos e equipamento

< ☰ Dimensionamento de L... 🔍

Comprimento de vãos iniciais:

Número de vãos iniciais:

Comprimento dos vãos Intermediários:

Número de vãos intermediários:

Comprimento do balanço:

Declividade

< ☰ Dimensionamento de L... 🔍

Comprimento do balanço:

Declividade

Velocidade de deslocamento a 100%:

Área Irrigada: ha.

Comprimento Pivo: m.

Raio da última torre: metros.

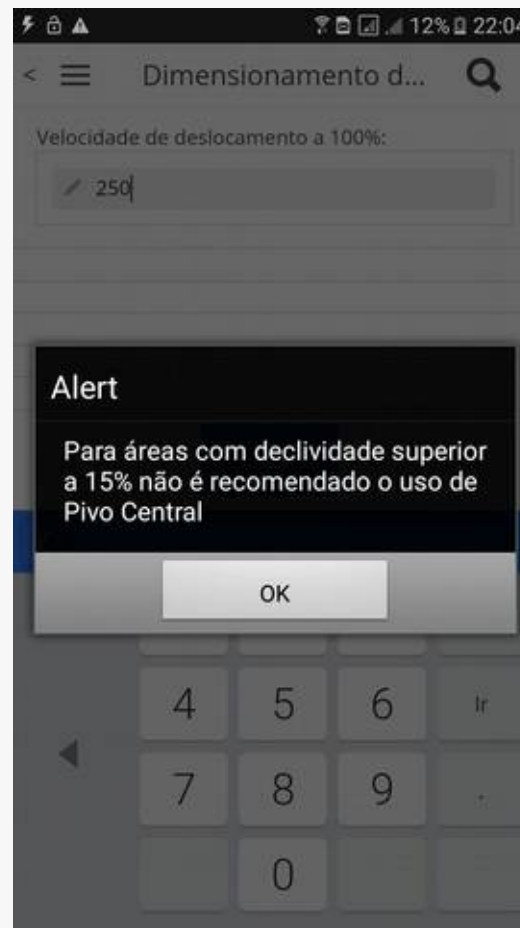
Tempo Mínimo: horas.

Calcular

Fonte: Próprio Autor, 2017.

# RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tratamento de dados para orientação do usuário



**Fonte:** Próprio Autor, 2017.

# RESULTADOS E DISCUSSÃO

## Lâmina bruta

The screenshot shows a mobile application interface titled "Lâmina Bruta". It features a list of input fields, each with a right-pointing arrow icon to its left. The fields are:

- Temperatura Máxima: (°C) with a text input field containing "°C".
- Temperatura Mínima: (°C) with a text input field containing "°C".
- Ra: (MJ/m<sup>2</sup>/dia) with a text input field containing "MJ/m<sup>2</sup>/dia".
- KC da Cultura: with an empty text input field.
- Eficiência da irrigação:(Adimensional) with an empty text input field.
- Tempo Diário: (Horas) with a text input field containing "(Horas)".

At the bottom of the form is a blue button labeled "Calcular Lâmina".

**Fonte:** Próprio Autor, 2017.



# RESULTADOS E DISCUSSÃO

## Intensidade da aplicação



The screenshot shows a mobile application interface titled "Intensidade". It features a header with a back arrow, a hamburger menu, the title "Intensidade", and a search icon. Below the header is a landscape image. The main content area contains four input fields, each with a circular refresh icon to its left:

- Lâmina Bruta (mm): 0,246
- Tempo de giro do pivo (Horas): 20
- Diâmetro Molhado (Metros): 13
- Raio do Pivo (Metros): 7

Below these fields is a grey bar displaying the calculated result: "Intensidade.: 0.053 mm/h". At the bottom of the form is a blue "Calcular" button. The bottom navigation bar is blue and contains a back arrow and a "Salvar" button.

**Fonte:** Próprio Autor, 2017.

# RESULTADOS E DISCUSSÃO

## Perda de carga na tubulação do pivô

Calcular Perda de Carga

Diâmetros 1

Diâmetro: (mm)

Comprimento do Trecho: (metros)

f Fator f:

Coeficiente de perda:

Perda de Carga: m.

Calcular

Salvar

Calcular Perda de Carga

Diâmetros 1 2

Diâmetro: (mm)

Comprimento do Trecho: (metros)

f Fator f:

Coeficiente de perda:

Diferença de Nível 1º Trecho: (metros)

Diâmetro do Segundo Trecho: (milímetros)

Perda de Carga: 0 m.

Calcular

Salvar

Calcular Perda de Carga

Diferença de Nível 1º Trecho: (metros)

Diâmetro do Segundo Trecho: (milímetros)

Comprimento 2º trecho:(metros)

Diferença de Nível 2º Trecho:(metros)

Perda de Carga: 0 m.

Calcular

Salvar

Fonte: Próprio Autor, 2017.

# RESULTADOS E DISCUSSÃO

## Pressão no ponto do pivô

The image shows a mobile application interface titled "Pressão Torre Central". It features a list of input fields, each with a circular arrow icon to its left, indicating that the values can be reset. The fields are: "Perda de Carga (mca):", "Pressão de Serviço (mca):", "Altura do Emissor (metros):", and "Perda de Carga no Regulador de Pressão (mca):". Below these is a text label "Diferença de nível entre o ponto do pivô e o ponto mais alto da área:" followed by an input field. At the bottom of the form is a blue button labeled "Calcular". Below the button, there is a status bar that reads "Pressão Torre Central: mca".

**Fonte:** Próprio Autor, 2017.

# RESULTADOS E DISCUSSÃO

## Perda de carga na sucção

Perda de Carga Sucção

Vazão:

Comprimento Tubulação Sucção:

Diâmetro Sucção:

Material da Tubulação:

Aço

PVC

Coefficiente Hazen Williams:

Velocidade de Escoamento Sucção : 0.0049 m/s.

Perda de carga Sucção : 0.0001 mca.

Salvar

velocidade Escoamento Sucção maior que 1,2 Favor alterar o valor do diâmetro.

OK

Fonte: Próprio Autor, 2017.

# RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Figura 4.** Telas perda de carga na adutora.

< ☰ Perda de Carga Adutora 🔍

Vazão (metros):

☰

Comprimento Tubulação Adutora (metros):

☰

Diâmetro Adutora (mm):

☰

Material da Tubulação:

Aço

Aço

PVC

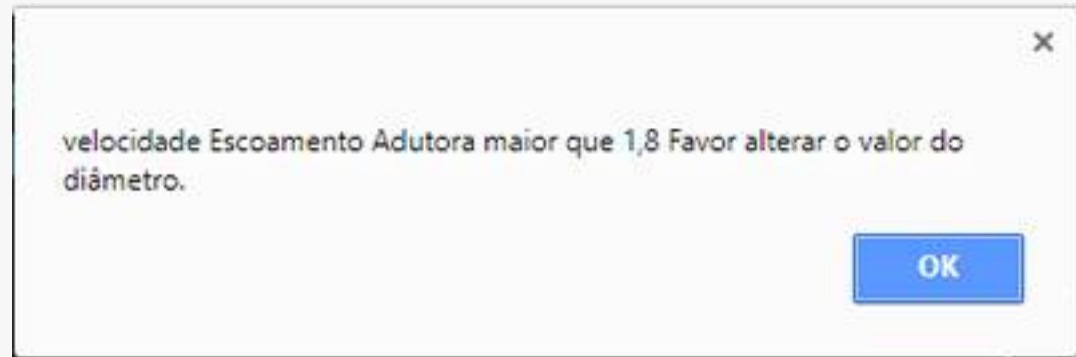
Coefficiente Hazen-Williams:

☰

Velocidade de Escoamento Adutora 0.0071m/s.

Perda de carga Adutora : 0.0002m

< Salvar



**Fonte:** Próprio Autor, 2017.

# RESULTADOS E DISCUSSÃO

## Altura manométrica

< ☰ Altura manométrica 🔍

➡ Perda de carga na Sucção (metros):

➡ Diferença de Nivel na Sucção (metros):

➡ Perda de Carga na Adutora (metros):

➡ Diferença de nível na adutora (metros):

➡ Pressão no Ponto do Pivo (metros):

➡ Perda de carga diversas (metros):

Altura Manométrica :  m.

< Salvar

**Fonte:** Próprio Autor, 2017.

# RESULTADOS E DISCUSSÃO

## Seleção motobomba



The image shows a mobile application interface titled "Seleção Motobomba". The interface consists of a header bar with a back arrow, a hamburger menu icon, the title "Seleção Motobomba", and a search icon. Below the header, there are seven input fields, each with a circular arrow icon to its left. The fields are labeled as follows:

- Marca da Bomba:
- Modelo da Bomba:
- Tipo da Bomba:
- Diâmetro dos Rotores (mm):
- Rotação da Bomba (RPM):
- Eficiência da Bomba (%):
- Folga (%):

**Fonte:** Próprio Autor, 2017.

# RESULTADOS E DISCUSSÃO

## Relatório.

Relatório	
<b>Dados do Empreendimento</b>	
Empreendimento:	
Proprietário:	
município:	
estado:	
<b>Dados do Dimensionamento</b>	
Nº de vãos iniciais.:	
Comprimento do Vão Inicial.:	metros.
Nº de vãos intermediários.:	
Comprimento Vão Intermediário.:	(metros)
Comprimento do Balanço.:	(metros)
Declividade.:	(%)

Relatório	
Declividade.:	(%)
Raio do Pivo.:	(metros)
Velocidade de deslocamento.:	(m/s)
Diâmetro Molhado.:	(metros)
Tempo de Rotação.:	(Horas)
Área Irrigada.:	(Ha)
Lâmina Bruta.:	(mm/dia)
Vazão.:	(m³/h)
Intensidade.:	(mm/h)
Altura manométrica.:	(metros)
Perda de carga ao longo do pivo.:	(metros)

Relatório	
Perda de carga ao longo do pivo.:	(metros)
ETc.:	(mm/dia)
Pressão torre central.:	(mca)
Comprimento Tubulação Trecho1.:	(metros)
Diâmetro Tubulação Trecho1.:	(mm)
Diferença Tubulação Trecho 1.:	(metros)
Diâmetro Tubulação Trecho 2.:	(mm)
Comprimento Tubulação Trecho 2.:	(metros)
Diferença Tubulação Trecho 2.:	(metros)
Pressão Ponto Pivo.:	(mca)
Comprimento Tubulação Sucção.:	(metros)

Fonte: Próprio Autor, 2017.



# RESULTADOS E DISCUSSÃO

# CONCLUSÃO

Na comprovação da pesquisa através do conhecimento teórico adquirido na literatura através Bernardo, Soares e Mantovani (2006) e Colombo (2003) o software atende aos cálculos necessários para o dimensionamento de pivô central com precisão numérica adequada a sua aplicação e usabilidade em sua interface.

Espera-se que a centralização de ferramentas encontradas fragmentadas no mercado permita aumento da eficiência e agilidade do dimensionamento hidráulico de sistemas de irrigação por pivô central.

Por fim recomenda-se a análise para melhorias contínuas das funcionalidades do aplicativo, visto que não se pode considerar o produto da pesquisa, um produto final fechado pois o mesmo permite adaptações e manutenções de acordo com as exigências do usuário.

# REFERÊNCIAS

ANA (AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS) **Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil**. ANA: BRASILIA - DF p.37; 2014. Disponível em < <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/arquivos/ProjetoPivos.pdf>> acesso em: 07 Jun 2017

BINOTTO, E. Criação de conhecimento em propriedades rurais no Rio Grande do Sul, Brasil e em Queensland, Austrália. Tese de Doutorado (Mestrado em Agronegócios), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Rio Grande do Sul, 2005.

COELHO E. F.; FILHO M. A. C.; OLIVEIRA S. L.; **Agricultura Irrigada: eficiência de irrigação e uso de água**. Bahia Agrícola, Salvador/BA, v. 7, n. 1, p. 57-60, 2005.

COLOMBO, A. Pivô Central. In: Jarbas Honorário de Miranda; Regina Célia Mattos Pires. (Org.) **Irrigação**. 1ed Piracicaba: Funep, 2003, v. 2 p. 209-258.

FAO (FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED STATES). **2050: A escassez de água em várias partes do mundo ameaça a segurança alimentar e os meios de subsistência**. 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org.br/2050eavpmasams.asp>>. Acesso em: 06 Jun. 2017.

# REFERÊNCIAS

SINGER, T. Tudo conectado conceitos e representações da internet das coisas, In:SIMPOSIO EM TECNOLOGIAS DIGITAIS E SOCIABILIDADE ed. **Práticas Interacionais em Rede**, Salvador:SIMSOCIAL, 2012;

SALASSIER, B. SOARES, A.A.; MANTOVANI E.C. **Manual de irrigação**. 6.ed. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1995. 657p.

FAO (FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED STATES). OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2015-2024. 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org.br/2050eavpmasams.asp>>. Acesso em: 06 Jun. 2017.

SANTOS, G. J.; MARION, J. C.; SEGATTI, S. Administração de custos preços na agropecuária. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

# OBRIGADA!

