



Ciências Exatas e da Terra

Ciências da Computação

## USO DE RECURSOS COMPUTACIONAIS PARA AUXILIAR O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DE FRUTICULTURA NO AMAZONAS

Rodrigo da Silva do Nascimento<sup>1</sup>, Marcos Filipe Alves Salame<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Discente de graduação em ciência da computação – Centro Universitário do Norte. Bolsista da FAPEAM na Embrapa Amazônia Ocidental. e-mail: nascimento.rodrigo@hotmail.com.br; <sup>2</sup>Analista da Embrapa Amazônia Ocidental. Orientador. e-mail: marcos.salame@embrapa.br

**RESUMO:** A fruticultura tem forte potencial econômico regional, no abastecimento local do Amazonas ou na comercialização para outras regiões do Brasil, no entanto, sua produtividade é considerada baixa quando se analisa sua participação no produto interno bruto do Estado. Uma das culturas da fruticultura é a banana, a qual tem uma área de produção no Amazonas relativamente extensa, todavia, resulta em baixa produtividade. Com base nesse cenário foi desenvolvido um aplicativo para dispositivos móveis com sistema operacional *Google Android* que tem como objetivo auxiliar o aumento da produtividade de fruticultura no Amazonas, através da recomendação de adubação e calagem para a correção do solo para a produção de banana, além de fornecer dicas e oferecer outras ferramentas de cálculos e conversões pertinentes aos técnicos e agricultores. Os valores usados nos cálculos foram retirados das recomendações descritas na segunda aproximação para o Estado do Amazonas e testes realizados com dados reais fornecidos por laboratório credenciado mostraram bom desempenho e eficácia. O aplicativo simplifica a tomada de decisão em apenas alguns cliques.

**Palavras-chave:** adubação, *android*, banana, calagem, produtividade

## USE OF COMPUTER RESOURCES TO INCREASE THE PRODUCTIVITY OF FRUITCULTURE IN AMAZONAS

**ABSTRACT:** Fruticulture has strong regional economic potential in the local supply in Amazonas or in marketing to other regions of Brazil. However, the productivity is considered low when analyzing the share of gross domestic product of the state. One of the culture in fruticulture is banana, which has a relatively large production area. However, it results in low productivity. Based on this scenario it was developed an application for mobile devices with Google Android operating system that aims to increase the productivity of fruticulture in Amazonas, through fertilization and liming recommendation for the correction of soil for banana production, and the application provides tips and offer other tools of calculations and conversions relevant to technicians and farmers. The values used in the calculations were taken from the recommendations outlined in the second approach to the Amazonas State and tests realized with real data provided by accredited laboratory showed good performance and effectiveness. The application simplifies decision-making in just a few clicks.

**KEYWORDS:** fertilization, android, banana, liming, productivity

## INTRODUÇÃO

A fruticultura tem forte potencial econômico regional, no abastecimento local do Amazonas ou na comercialização para outras regiões do Brasil, no entanto, sua produtividade é considerada baixa quando se analisa a participação no PIB do Estado e isso se deve a alguns fatores como, por exemplo, os edafoclimáticos, manejo das culturas, logísticos, baixa fertilidade dos solos, dificuldade no acesso às informações e a pouca adoção de tecnologia pelos agricultores.

Uma das culturas da fruticultura é a banana. Em um comparativo com os demais Estados brasileiros produtores da banana, o Amazonas ocupa a 17ª posição com 63.745 mil toneladas produzidas pelo Estado. Para fins comparativos, o Estado do Acre com uma menor área destinada à colheita, cerca de 6.977 (ha), consegue obter uma produção relativamente maior, cerca de 64.112 mil toneladas se comparado com o Amazonas que produz 63.745 mil toneladas em 9.545 (ha) (IBGE, 2012).

Em função da importância desse segmento para a economia regional, práticas agrícolas e inovações sustentáveis que associem boas produtividades e não degradem o ambiente devem ser priorizadas, de modo que o agricultor familiar tenha à disposição técnicas passíveis de adoção para o aumento da produção na fruticultura. O uso de tecnologias adequadas à realidade das condições socioambientais do Estado contribui para a produção sustentável.

Para que os atores envolvidos na produtividade tenham acesso às tecnologias criadas e às informações de dicas e boas práticas recomendadas, é necessário fortalecer o processo de transferência de tecnologia, pois esse processo é complexo no Amazonas, principalmente pela grande dimensão geográfica do Estado, e isso requer estratégias que possam expandir a atuação da assistência técnica para o interior, possibilitando a socialização e adoção desses conhecimentos pelos agricultores familiares, melhorando seus sistemas de produção a fim de que tenham mais renda e possam melhorar sua qualidade de vida.

A análise química é o processo mais indicado e utilizado para determinar o estado nutricional da área a ser implantado o plantio. O conhecimento dos teores nutricionais do solo exigidos para o cultivo da banana é importante para garantir a vitalidade e rentabilidade do pomar para o produtor. Entretanto, a correção do solo exige gastos iniciais fazendo com que pequenos produtores sem as devidas orientações ignorem o fluxo recomendado do processo, acarretando em baixos índices de produtividade e rentabilidade (VELOSO, 2006).

A informação necessária para interpretar a análise química de uma amostra de solo, é identificar os níveis de nutrientes que são encontrados no mesmo, sendo considerados macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) e os micronutrientes: boro (B), cloro (Cl), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), cobre (Cu) e zinco (Zn) (GASPAROTTO, 2010). Para isso, o processo de coleta da amostra deve ser realizado de acordo com as recomendações técnicas afim de se obter determinação necessária dos teores de fertilizantes e corretivos de forma mais assertiva, decorrente do processo de interpretação do resultado da análise química (VELOSO, 2006).

O desenvolvimento de um software adaptado às condições e necessidades locais e que auxilie a difusão de conhecimentos e ações específicas é de grande relevância para o melhoramento dos índices de produtividade de bananais no Amazonas. Baseado nessas premissas, este trabalho apresenta uma ferramenta computacional para auxiliar o aumento da produtividade e fruticultura no Amazonas, através da recomendação de adubação e calagem para a correção do solo para a produção de banana, além de fornecer dicas e oferecer outras ferramentas de cálculos e conversões pertinentes aos técnicos e agricultores.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma série de entrevistas com pesquisadores e técnicos agrícolas, os quais forneceram os requisitos e informações necessárias para o desenvolvimento do aplicativo. Campos foram visitados para entender melhor o processo do plantio de banana com os agricultores.

Na metodologia, seguintes etapas foram realizadas:

- Processo de engenharia de requisitos, com as etapas de: identificação, análise, projeto e refinamento das informações resultante das entrevistas com especialistas da área de solo e banana. Especificação dos requisitos funcionais e não funcionais do aplicativo, finalizando no documento de requisitos.

- Elaboração do projeto arquitetural, fazendo uso da UML 2.0 (*Unified Modeling Language*). Foi utilizado o Astah Community 6.9.0 para facilitar o entendimento dos requisitos através de modelagem.
- Codificação do aplicativo, com compatibilidade para plataforma *Google Android* utilizando a linguagem de programação Java versão 1.7.0\_75, a IDE (*Integrated Development Environment*) Eclipse Luna Service Release 2 (4.4.2), *plugin ADT (Android Development Tools)* 23.0.6, e utilizamos para simulação o Genymotion 2.4.0 com o Oracle VM Virtual Box 4.2.12, para simular alguns modelos de *smartphone* que tenham como sistema operacional a plataforma *Android*.

A partir da engenharia de requisitos foi decidido não implementar recursos de persistência de dados e a necessidade de acesso à internet, por limitação tecnológica disponível ao agricultor e a péssima ou inexistência de conectividade com a internet em áreas rurais do Amazonas.

**Tabela 1.** Cálculos para informações complementares da análise química do solo. PEREIRA, et al. 2014.

Formulas matemáticas	
Calcular a Soma de Base	$SB = K/391 + Na/230 + Ca + Mg$
Troca de cátions	$CTC = SB + H + Al$
Calcular Saturação de Bases	$V\% = SB/CTC \times 100$
Necessidade de Calcário em Área total	$NC = \frac{(V2 - V1) \times CTC}{PRNT}$
Aplicação de Calcário na cova	$QCC = \left(\frac{Vc - Dc}{V1}\right) \times 1000$

A Tabela 1 demonstra algumas fórmulas matemáticas usadas nos cálculos para correção do solo. A Tabela 2 indica os valores de referência utilizados. A Tabela 3 mostra a recomendação de adubação do nitrogênio, fósforo e potássio e a Tabela 4 apresenta os valores de referência de adubação dos micronutrientes.

**Tabela 2.** Interpretação de análise do solo para a banana. PEREIRA, et al. 2014.

Nutrientes	Níveis			
	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto
P (mg dm <sup>-3</sup> )	≤ 5	5,1 – 12	12,1 – 25	>25
K (mg dm <sup>-3</sup> )	≤ 40	41 – 85	86 – 150	>150
Ca (cmolc dm <sup>-3</sup> )	≤ 0,40	0,41 – 1,20	1,21 – 2,40	>2,40
Mg (cmolc dm <sup>-3</sup> )	≤ 0,16	0,16 – 0,45	0,46 – 0,90	>0,90
B (mg kg <sup>-3</sup> )	≤ 0,15	0,16 – 0,35	0,36 – 0,60	>0,60
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	≤ 1,0	1,1 – 3,0	3,1 – 6,0	>6,0
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	≤ 30	31 – 50	51 – 100	>100
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	≤ 5	5 – 8	9 – 12	>12
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	≤ 0,4	0,5 – 0,9	1,0 – 1,5	>1,5
Mo (g kg <sup>-3</sup> )	≤ 7,0	7,1 – 20,0	21,0 – 40,0	>40,0

**Tabela 3.** Recomendação de adubação de N, P e K para a banana. PEREIRA, et al. 2014.

N <sup>(1)</sup>	P				K			
	mg dm <sup>3</sup>							
Total	Extrator Mehlich 1							
	< 5	5,1 – 12	12,1 - 25	> 25	< 40	41 - 85	86 - 150	> 150
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				K <sub>2</sub> O <sup>(1)</sup>			
	Quilos por hectare							
268	80	50	30	-	800	500	200	-

**Tabela 4.** Adubação com micronutrientes. PEREIRA, et al. 2014.

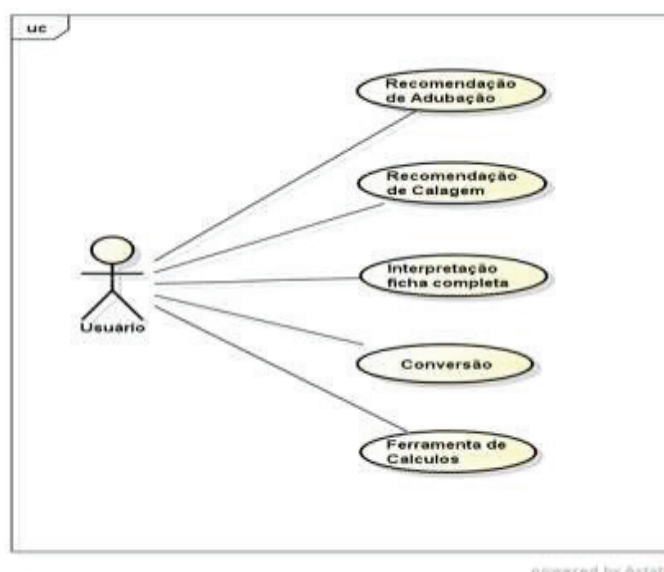
Nutrientes	Local de aplicação	
	Cova	Cobertura
	kg/ha	g/cova
B – H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	5,0	20
Cu – CuSO <sub>4</sub> X 7H <sub>2</sub> O	4,0	16
Fe – FeSO <sub>4</sub> X 7H <sub>2</sub> O	4,0	16
Mn – MnSO <sub>4</sub> X 3H <sub>2</sub> O	5,0	25
Zn – ZnSO <sub>4</sub> X 7H <sub>2</sub> O	5,0	25
Ni – NiSO <sub>4</sub> X 6H <sub>2</sub> O	0,2	2,5
Mo – Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>	0,2	2,5

Para verificar a acurácia do aplicativo foram realizados testes com dados reais fornecidos pelo LASP (Laboratório de Análise do Solo e Plantas) localizado na Embrapa Amazônia Ocidental, compostos por oitenta análises químicas já realizadas.

Também foram realizados testes de compatibilidade com as API's 4.0.1 (*Ice Cream Sandwich*) até 4.4 (*KitKat*) da plataforma *Google Android* em simulação e alguns dispositivos móveis.

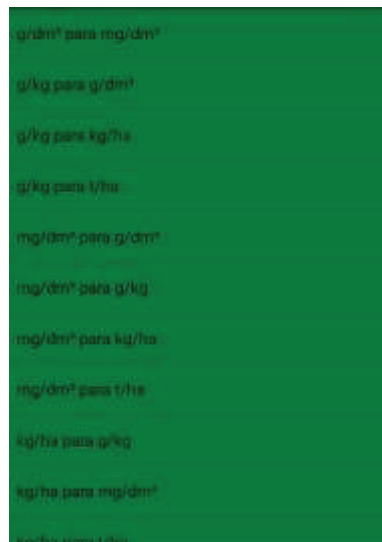
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aplicativo desenvolvido é de simples acesso, de baixo custo e de fácil operabilidade para a realização de cálculos e consultas de informações oriundas do cultivo da banana. Foram realizados testes alfa, em ambiente de desenvolvimento, e os resultados foram plenamente satisfatórios cumprindo com qualidade seu propósito.

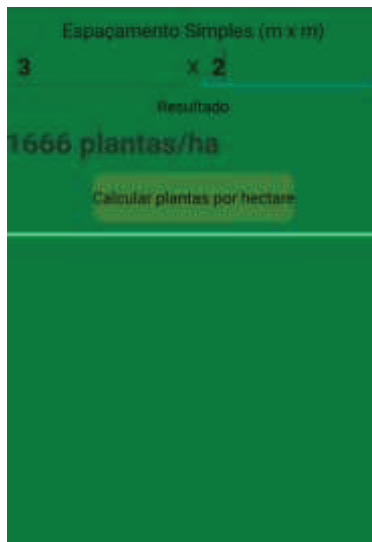


**Figura 1.** Diagrama de caso de uso do sistema de recomendação.

A figura 1 apresenta os requisitos funcionais em um diagrama de casos de uso da UML (*Unified Modeling Language*), que foram implementados a partir das entrevistas com especialistas da área de solo e produção de banana.



**Figura 2.** Tela de conversão de unidades.



**Figura 3.** Tela de cálculo de plantas por hectare.



**Figura 4.** Tela de opções das funcionalidades.

De modo a ilustrar o aplicativo, a Figura 2 apresenta a tela de conversão de unidades encontradas na literatura, permitindo tanto números inteiros quanto reais. De acordo com Cravo (2010), o Sistema Internacional de Unidade (SI) adota alterações nos padrões da representatividade de unidades métricas e valores resultantes. Visando padronizar a linguagem de representação, a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS) incorporou o padrão adotado pela SI. Por esse motivo, o aplicativo oferece ferramentas de conversão de unidades.

A Figura 3 exhibe a tela de cálculo da quantidade de plantas por hectare de acordo com o espaçamento simples e a Figura 4 mostra a tela de opções das funcionalidades principais do aplicativo no fundo, que são cálculo para recomendação de adubação, de calagem, dicas contendo boas práticas já certificadas no mercado e outras ferramentas pertinentes ao processo de produção de banana.

```

public Double ConversaoPotassio( Double K ){
    return (K * 0.0025575);
}

public Double ConversaoNa( Double Na ){
    return ((Na * 1) / 230);
}

```

**Figura 5.** Trecho de código de conversão de unidades.

A Figura 5 mostra os métodos de conversão de potássio e de sódio.

```
if( Double.parseDouble(P.getText().toString()) <= 5 ){
    valorP = "80";
}else if((Double.parseDouble(P.getText().toString()) > 5) && (Double.parseDouble(P.getText().toString()) <= 12)){
    valorP = "50";
}else if((Double.parseDouble(P.getText().toString()) > 12) && (Double.parseDouble(P.getText().toString()) <= 25)){
    valorP = "30";
}else if(Double.parseDouble(P.getText().toString())>25){
    valorP = "0";
}

if(Double.parseDouble(K.getText().toString()) <= 40){
    valorK = "800";
}else if((Double.parseDouble(K.getText().toString()) >= 41) && (Double.parseDouble(K.getText().toString()) <= 85)){
    valorK = "500";
}else if((Double.parseDouble(K.getText().toString()) >= 86) && (Double.parseDouble(K.getText().toString()) <= 150)){
    valorK = "200";
}else if(Double.parseDouble(K.getText().toString()) > 150){
    valorK = "0";
}
```

**Figura 6.** Uma parte de código de recomendação nutricional de fósforo e potássio para a produção de banana.

A Figura 6 apresenta o uma parte do código que realiza a recomendação do balanço nutricional de fósforo (P) e potássio (K), seguindo as recomendações da Tabela 3.

## CONCLUSÕES

A utilização de recursos tecnológicos contribui diretamente na otimização de processos e aumento da produtividade. Dessa forma, o aplicativo é de grande utilidade e importância para facilitar o planejamento agrícola, aumentar a produtividade do agricultor no cultivo de banana e evitar desperdícios com plantação em solos inférteis.

O aplicativo é mais uma ação para auxiliar a transferência de tecnologia no Estado do Amazonas, simplificando a tomada de decisão em apenas alguns cliques e estimulando a adoção de tecnologias de vários tipos em todo o processo de produção de fruticultura.

Como trabalho futuro, poderiam ser desenvolvidos outros módulos para outras culturas e acoplar no aplicativo, pois ele foi projetado para ser escalável.

## REFERÊNCIAS

CRAVO, M. da S., VIÉGAS, I. de J. M., BRASIL, E. C. “**Recomendação de adubação e calagem para o Estado do Pará**”, 1ª ed. rev. atual. Belém, Embrapa Amazônia Oriental, p. 262, 2010.

GASPAROTTO, L., PEREIRA, J. C. R., EDITORES TÉCNICOS. “**A cultura da bananeira na região norte do Brasil**”, Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, p. 310, 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. “**Produção Agrícola Municipal: Culturas temporárias e permanentes**”, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\_Agricola/Producao\_Agricola\_Municipal\_%5Banual%5D/2012/pam2012.pdf>. Acesso em 20 jul. 2015.

PEREIRA, J. C. R., MOREIRA, A., ARRUDA, M. R. de, GASPAROTTO, L. “**Recomendação de Adubação, Calagem e Gessagem para o Cultivo da Bananeira no Estado do Amazonas (2ª Aproximação)**”, Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2014. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1007407>. Acesso em 17 jul. 2015.

VELOSO, C. A. C., VIÉGAS, I de J. M., OLIVEIRA, R. F. de., BOTELHO, S. M. “**Amostragem de solo e planta para análise química**”, Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/402276>. Acesso em: 03 ago. 2015.