

**JOE JONAS VOGEL**

**DISPOSITIVO PARA TELEMETRIA  
DOS DADOS DE OPERAÇÃO DE  
TRATORES AGRÍCOLAS**

Monografia apresentada no curso de Pós-Graduação do Centro Universitário Católica de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do certificado do curso.

Jaraguá do Sul  
2015

**JOE JONAS VOGEL**

**DISPOSITIVO PARA  
TELEMETRIA DOS DADOS DE  
OPERAÇÃO DE TRATORES  
AGRÍCOLAS**

Monografia apresentada no curso de Bacharelado em Sistemas de Informação do Centro Universitário Católica de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do certificado do curso.

Área de Concentração: Ciência da Computação

Orientador: Manfred Heil Júnior  
Co-orientador: Luciano de Souza Ribeiro  
Bueno

Jaraguá do Sul  
2015

VOGEL, Joe Jonas

DISPOSITIVO PARA TELEMETRIA DOS DADOS DE OPERAÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS. Jaraguá do Sul, 2015.

Monografia - Centro Universitário Católica de Santa Catarina.

1. Telemetria 2. Agricultura de Precisão 3. Arduino I. Centro Universitário Católica de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação.



Aqui vai a dedicatória

# Agradecimentos

Aqui vai os agradecimentos

# Sumário

<b>Agradecimentos</b>	ii
<b>Sumário</b>	iii
<b>Lista de Figuras</b>	v
<b>Lista de Tabelas</b>	vi
<b>Lista de Símbolos</b>	vii
<b>Lista de Abreviações</b>	viii
<b>Resumo</b>	ix
<b>Abstract</b>	x

## Capítulo 1

<b>Introdução</b>	1
1.1 Desafios . . . . .	2
1.2 Motivação . . . . .	3
1.3 Objetivos . . . . .	3
1.3.1 Objetivo Geral . . . . .	3
1.3.2 Objetivos Específicos . . . . .	3
1.4 Organização do Trabalho . . . . .	3

## Capítulo 2

<b>Fundamentação</b>	4
2.1 Agricultura de Precisão . . . . .	4
2.2 Avaliação de desempenho de tratores agrícolas . . . . .	5
2.3 Arduino . . . . .	6
2.4 XBEE . . . . .	7
2.5 Sensores . . . . .	7
2.5.1 Encoder . . . . .	7
2.5.2 Termopar . . . . .	7

2.5.3	Ultrassonico . . . . .	8
2.6	Conclusão . . . . .	8
<b>Referências Bibliográficas</b>		<b>9</b>



# Lista de Figuras

2.1	GPS na Agricultura de Precisão . . . . .	4
2.2	componentes de um SIG (Sistema de Informação Geográfica) . . . . .	5
2.3	Arduino Mega 2560 R3 . . . . .	7
2.4	Circuito de Seebeck . . . . .	8

## **Lista de Tabelas**

# Lista de Símbolos

## Lista de Abreviações

AP	<i>Agricultura de Precisão</i>
FEM	<i>Força Eletro-Motriz</i>

# Resumo

**Palavras-chave:** Telemetria, Agricultura de Precisão, Arduino.

# Abstract

**Keywords:** Telemetry, Precision Agriculture, Arduino.

# Capítulo 1

## Introdução

A AP (*Agricultura de Precisão*) vem avançando muito nos últimos anos. Esta é uma área que tem se consolidado fortemente. Com todas as transformações que a AP vem sofrendo, ela tem se tornado muito competitiva e exige maiores níveis de especialização, capacidade de gerenciamento e profissionalismo. Baseados nisso, os agricultores, além de administradores, cada vez mais necessitam assumir a função de pesquisadores em suas áreas, coletando informações, interagindo com novas técnicas e tomando decisões eficazes de manejo. A viabilidade da atividade e a lucratividade dependem de fatores controláveis e incontroláveis que definem a produção agrícola. Devido a isso, a aplicação dos recursos de forma eficiente é indispensável como garantia de sucesso. Isso demanda muito conhecimento e pesquisa sobre os fatores que interagem na lavoura e sobre como eles podem ser maximizados. (PIRES et al., 2004)

A AP é um sistema de gerenciamento. Seu crescimento se deve principalmente aos avanços tecnológicos envolvendo: sistema de posicionamento global (GPS), sensoriamento remoto, aplicação de insumos em taxas variáveis, sistema de informação geográfica (GIS), entre outros. (PIRES et al., 2004)

Com todo este avanço da AP, o Brasil ainda não está no mesmo ritmo de países onde o investimento na pesquisa e desenvolvimento é levado mais a sério. Para se ter uma ideia, o Brasil é conhecido mundialmente pela sua vocação natural para a agricultura. Esta vocação se deve a vasta área territorial combinada com a oferta de sol e água, que são recursos fundamentais para as atividades agrícolas. Ainda assim, o Brasil é o quinto maior produtor agrícola do mundo, com produção somando cerca de US\$ 100 bilhões, segundo dados do Instituto de Estudos do Comércio e Negociações Internacionais (Ícone). Ficando atrás da China, União Europeia, Estados Unidos e Índia. Em sexto colocado vem o Japão. (TENÓRIO, 2011)

Mesmo com todo o território e condição climática que o Brasil possui, o seu resul-

tado é muito próximo de países como Japão e Índia que possuem condições geográficas mais hostis para a agricultura.

Um dos grandes problemas que o Brasil enfrenta é a falta de tecnologias de ponta, utilizadas por outros países. Um exemplo são os tratores agrícolas utilizados no Brasil, estes não conseguem entregar os resultados esperados para eles. O motivo disso, é que as fabricantes de tratores são de fora do Brasil, e essas empresas testam seus equipamentos nas condições de trabalho de seus países. No Brasil apenas temos montadoras dessas fabricantes, os tratores são montados de acordo com o que foi especificado.

Uma das principais funções dos tratores agrícolas é transformar a energia contida no combustível e fornecê-la, através da barra de tração, para tracionar máquinas e implementos agrícolas. O desempenho na barra de tração depende de diversos fatores como potência do motor, transmissão, entre outros. Entre os fatores que interferem na tração, a condição do solo é muito importante. (FILHO et al., 2010)

Porém, na hora de usar este trator, ele acaba não conseguindo exercer a atividade como deveria, isso é devido a fatores como: as condições climáticas, de solo, de combustível, entre outras que ele enfrenta no Brasil não são como as testadas pelo fabricante. Isso implica consideravelmente no desempenho do aparelho.

Neste cenário, alguns testes manuais são aplicados nos tratores, porém, estes não são o suficiente para que se possa avaliar a verdadeira causa das perdas, por exemplo, fica limitada a obtenção de alguns dados, como temperatura do combustível, fluxo de combustível, vazão de ar, força executada pelo trator, entre outros.

O desenvolvimento de novas tecnologias para apoiar a agricultura faz-se cada vez mais necessário devido a diversos fatores. Se pararmos para analisar a atual situação mundial, muito se fala em sustentabilidade. De acordo com o (SESC, 2015) "O conceito de sustentabilidade tem sua origem relacionada ao termo "desenvolvimento sustentável", definido como aquele que atenda às necessidades das gerações presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprirem suas próprias necessidades."

## 1.1 Desafios

Vários estudos já foram feitos sobre o desempenho de tratores agrícolas nas mais variadas condições para analisar por exemplo a perda de potência devido aos tipos de solo, pneu utilizado, lastragem e da velocidade de deslocamento. Os dados para essas análises são obtidos por meio de instrumentação e monitoramento dos tratores, permitindo a detecção de fatores diretamente envolvidos com a eficiência de trabalho do trator. (FILHO et al., 2010)



Porém, estes dados ainda são obtidos de formas manuais e exaustivas, tendo seus testes feitos de forma manual e assim gerando dados propensos a erros. Isso gera a necessidade de melhorar este processo adicionando mais veracidade e também facilidade a tomada de dados.

O desafio é desenvolver um dispositivo para captação de dados relevantes ao funcionamento do trator em tempo real por meio de diversos sensores utilizando a plataforma Arduino para o processamento dos dados coletados e XBEE para envio dos dados coletados para a análise.

## **1.2 Motivação**

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo Geral**

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

## **1.4 Organização do Trabalho**

# Capítulo 2

## Fundamentação

Completar com introdução ao capítulo... . . . . .

### 2.1 Agricultura de Precisão

Normalmente a AP é associada ao uso de equipamentos de alta tecnologia para avaliar, ou monitorizar, as condições numa determinada parcela de terreno. Com essa avaliação é feita a aplicação de sementes, fertilizantes, fitofármacos, reguladores de crescimento, água, etc. de forma otimizada.(COELHO et al., 2004)

Tanto a monitoria quanto a aplicação diferenciada exigem a utilização de tecnologias recentes, como os sistemas de posicionamento global (GPS - Global Positioning System), os sistemas de informação geográfica (SIG) e os sensores eletrônicos. (COELHO et al., 2004)



Figura 2.1: GPS na Agricultura de Precisão

Com a concepção do GPS (Global Position System) em 1995, viabilizou-se a instalação de receptores em colhedoras, possibilitando armazenar dados de produção instantânea associada à coordenada geográfica. Em 1996, surge no mercado, colhedoras com capacidade de mapeamento da produção, gerando o boom da Agricultura de Precisão no mundo, tornando possível a prática de mapeamento e aplicação de insumos à taxa variada

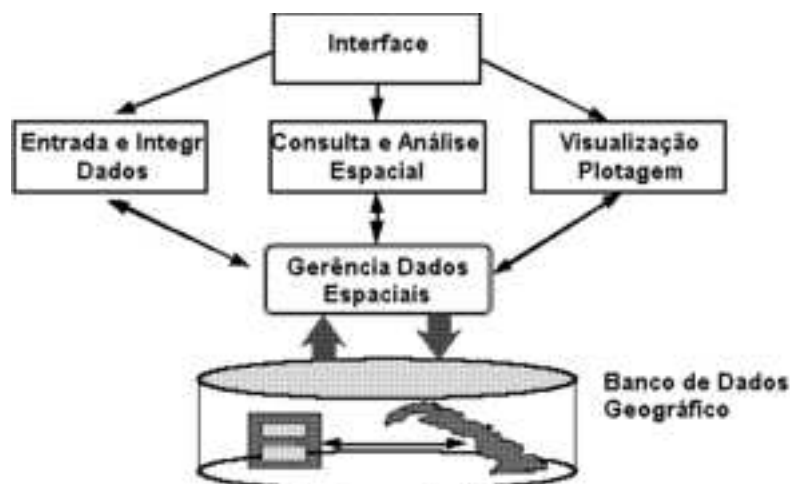


Figura 2.2: componentes de um SIG (Sistema de Informação Geográfica)

por meio de máquinas. (??)

A AP pode ser entendida então como uma forma de gestão da lavoura que leva em conta a variabilidade espacial. Pois, em tese, a variação pode ser suficientemente reduzida para que a lavoura seja considerada próxima do uniforme. O retorno econômico, portanto, depende de cada lavoura e dos processos de cada produtor. (??)

## 2.2 Avaliação de desempenho de tratores agrícolas

Uma das principais funções dos tratores agrícolas é transformar a energia contida no combustível e fornecê-la, através da barra de tração, para tracionar máquinas e implementos agrícolas. O desempenho na barra de tração depende de diversos fatores como potência do motor, transmissão, entre outros. Entre os fatores que interferem na tração, a condição do solo é muito importante. (FILHO et al., 2010)

Vários estudos já foram feitos por outros autores nessa área para analisar a perda de potência de tratores devido aos tipos de solo, pneu utilizado, lastragem e da velocidade de deslocamento. Os dados para essas análises são obtidos por meio de instrumentação e monitoramento dos tratores, permitindo a detecção de fatores diretamente envolvidos com a eficiência de trabalho do trator. (FILHO et al., 2010)

Outro exemplo de análise de desempenho de tratores é o artigo de (SERRANO, 2007) que faz a análise de parâmetros como: o regime do motor, a velocidade teórica e a velocidade real de avanço, o consumo horário de combustível e a força de tração na barra de tração. Também foram realizados testes dos tratores com um freio dinamométrico ligado à tomada de potência. Os resultados validam a relação linear entre a força de tração por unidade de largura de trabalho do implemento e o consumo de combustível por hectare,

indicador do dimensionamento do conjunto trator-implemento. Os dados obtidos também evidenciam as vantagens de se selecionarem marchas altas e baixa rotação do motor.

No caso acima, o autor utilizou parte da infraestrutura do sistema de informação do próprio trator que apenas exhibe os dados e para superar o fato de a informação não ficar registrada, foi desenvolvido um sistema de aquisição de dados (SAD). A instalação de uma tomada em T, na ligação entre o computador e o painel do sistema de informação, permitiu derivar os sinais dos sensores referidos para um circuito eletrônico constituído por: uma caixa de terminais (com oito canais) e de condicionamento de sinal, para converter sinais analógicos registrados pelos sensores em sinais digitais; uma placa de aquisição de dados, como interface para um computador portátil, sistema de armazenamento e tratamento de dados. Além dos sensores referidos, foi instalada uma célula de carga, interposta na ligação trator-implemento. (SERRANO, 2007)

## 2.3 Arduino

O Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto baseado em hardware e software de fácil utilização. (ARDUINO, 2015b)

Sua programação é feita em sua maioria nas linguagens C e C++, porém não se limita a elas. Como o Arduino é de código aberto, podemos encontrar vários experimentos utilizando outras linguagens de programação como: Java, JavaScript, Go, entre outras.

O Arduino detecta o ambiente por meio de entradas provenientes dos mais variados tipos de sensores, e atua sobre o ambiente por meio de atuadores como: leds, motores, entre outros. Atualmente existem várias placas Arduino, elas variam em tamanho, memória, clock, portas, etc. Desta forma elas podem atender as mais variadas necessidades. (ARDUINO, 2015b)

A plataforma Arduino facilita muito a vida de intusiastas que não contemplam conhecimentos mais avançados na área de microcontroladores, pois ele já vem com o hardware preparado para o uso. A plataforma Arduino associa, principalmente, a facilidade de programação com a disponibilidade de inúmeros periféricos na forma de módulos.

Por meio de ligações simples, facilmente podemos conectá-lo a sensores, motores, leds, entre outros, isso faz com que ele seja muito conhecido e utilizado em pequenos e grandes projetos de automação e Internet das Coisas por exemplo. Devido a isso, este foi o microcontrolador escolhido para este projeto.

Para este dispositivo foram utilizados dois Arduinos Mega 2560 devido a quantidades de portas disponíveis para utilização e processamento necessário aliado ao custo.

O Arduino Mega 2560 é uma placa controladora baseada no microcontrolador

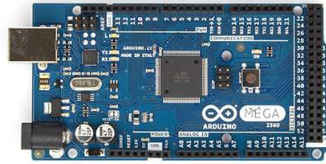


Figura 2.3: Arduino Mega 2560 R3

ATMega2560 da Atmel Corporation. Ele possui cinquenta e quatro (54) portas digitais de entrada / saída (dos quais quinze (15) podem ser utilizadas como PWM e seis (6) como portas de interrupção), dezesseis (16) analógicas e quatro (4) UARTs. O Arduino possui tudo que é necessário para suportar o microcontrolador. (ARDUINO, 2015a)

A escolha do Arduino Mega 2560 em meio as demais placas da plataforma Arduino, se deu devido a fatores como quantidade de portas disponíveis e processamento necessário aliado ao custo.

## 2.4 XBEE

## 2.5 Sensores

### 2.5.1 Encoder

### 2.5.2 Termopar

Em 1821, o físico Thomas Johann Seebeck descobriu que em um circuito fechado, feito com fios de dois metais heterogêneos, uma corrente elétrica fluirá se a temperatura de uma junção  $T_1$  estiver acima da temperatura da outra extremidade  $T_2$ . (THOMAZINI; ALBUQUERQUE, 2005)

Este circuito gera uma FEM (*Força Eletro-Motriz*) que é relacionada com o campo elétrico formado pelo aquecimento que é a função do gradiente de temperatura neste ponto. Baseado no efeito de Seebeck, a FEM gerada é o fenômeno em que ocorre uma circulação de corrente em um circuito formado por dois metais heterogêneos, quando há uma diferença de temperatura entre as duas junções. (THOMAZINI; ALBUQUERQUE, 2005)

Um termopar funciona medindo a diferença de potencial causada pelos fios diferentes. Dessa forma, pode-se medir diretamente a diferença entre temperaturas ou medir a temperatura absoluta, colocando em uma junção a temperatura conhecida. (THOMA-

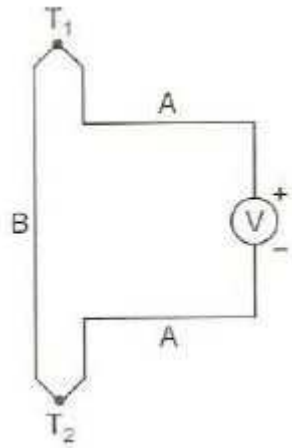


Figura 2.4: Circuito de Seebeck

ZINI; ALBUQUERQUE, 2005)

Os termopares são os sensores de temperatura mais utilizados atualmente. Isso se deve a sua simplicidade e confiabilidade dos mesmos. (MOREIRA, 2002)

Os termopares são divididos em três categorias: termopares padronizados de metal nobre (R, S, B), termopares padronizados de metal base (K, J, N, E e T) e termopares não definidos por letras. Termopares de metal nobre contém platina e os termopares de metal base contém níquel. (MOREIRA, 2002)

Neste projeto, foram utilizados cinco termopares do tipo K para obtenção dos seguintes dados de trabalho do trator:

- Temperatura do combustível na entrada do motor;
- Temperatura do combustível do retorno do motor;
- Temperatura do ar do motor;
- Temperatura dos gases do escapamento;
- Temperatura da água do arrefecimento do motor.

Os termopares do tipo K ...

### 2.5.3 Ultrassônico

## 2.6 Conclusão

## Referências Bibliográficas

- ARDUINO. *Arduino Mega 2560*. 2015. Online, acessado em 20/Maio/2015. Disponível em: <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>.
- ARDUINO. *What is Arduino?* 2015. Online, acessado em 20/Maio/2015. Disponível em: <http://www.arduino.cc/>.
- COELHO, J. C. et al. Agricultura de precisão. *Prefácio, Lisboa*, 2004.
- FILHO, A. G. et al. Desempenho de trator agrícola em três superfícies de solo e quatro velocidades de deslocamento. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, SciELO Brasil, v. 14, n. 3, p. 333–339, 2010.
- MOREIRA, L. Medição de temperatura usando-se termopar. *Cerâmica Industrial*, v. 7, n. 5, p. 51–53, 2002.
- PIRES, J. L. F. et al. *Discutindo agricultura de precisão-aspectos gerais*. [S.l.]: Embrapa Trigo, 2004.
- SERRANO, J. Desempenho de tratores agrícolas em tração. *Pesquisa agropecuária brasileira*, SciELO Brasil, v. 42, n. 07, p. 1021–1027, 2007.
- SESC, S. S. d. C. *Conceito de Sustentabilidade*. 2015. Online, acessado em 18/Maio/2015. Disponível em: <http://sustentabilidade.sescsp.org.br/conceito-de-sustentabilidade>.
- TENÓRIO, R. Agricultura - do subsídio à política agrícola. *Desafios do Desenvolvimento*, 2011.
- THOMAZINI, D.; ALBUQUERQUE, P. U. B. d. Sensores industriais–fundamentos e aplicações. *São Paulo*, v. 3, 2005.