

# Automação em tratores

LEB0332 - Mecânica e Máquinas Motoras



USP



ESALQ



ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS  
USP - ESALQ

José P. Molin  
jpmolin@usp.br

# Objetivos

Abordar as recentes evoluções na automação de controles e de processos na operação de tratores e os avanços e tendências no seu projeto

# Bibliografia

Texto dedicado, no e-Disciplinas

# Eletrônica embarcada no trator

Dos anos 1980 a 2000 – automação de comandos da cabine

Década de 2000 – sistemas de direção automática se consolidam

Acontecendo:

- comunicação entre o trator e a máquina
- comunicação entre o trator/máquina e o sistema gestor e entre conjuntos na frota

Próximos 20 anos:

- veículos autônomos
- potência elétrica para acionamentos
- trator “elétrico”

# Eletrônica embarcada no trator

Dos anos 1980 a 2000 – **automação de comandos da cabine**

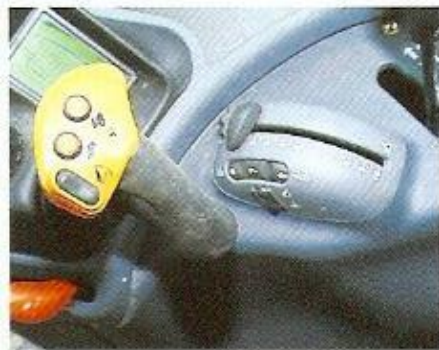
Década de 2000 – sistemas de direção automática se consolidam

Acontecendo:

- comunicação entre o trator e a máquina
- comunicação entre o trator/máquina e o sistema gestor e entre conjuntos na frota

Próximos 20 anos:

- veículos autônomos
- potência elétrica para acionamentos
- trator “elétrico”



Setup Sequences			
Sequence	Raise Planter	A	B
1	3.5 (m/s)	-12.0 (m)	
2	Extend	-10.0 (m)	
3	Extend	-2.0 (m)	
4	Off	0.0 (m)	
5	Off	2.0 (m)	

Raise Planter Sequence

Setup Sequences			
Sequence	Lower Planter	A	B
1	On	-5.0 (m)	
2	On	-5.0 (m)	
3	Retract	-4.0 (m)	
4	Retract	-2.0 (m)	
5	5.5 (m/s)	1.0 (m)	

Lower Planter Sequence

A—Sequence Drop-Down Menu    C—Function  
 B—Record/Stop Button        D—Action  
 E—Distance                        G—Next Function Page  
 F—Previous Function Page

PC1000—UR—170CT07

0U08055,0000E8D -19-300CT07-02

# Eletrônica embarcada no trator

Dos anos 1980 a 2000 – automação de comandos da cabine

Década de 2000 – **sistemas de direção automática** se consolidam

Acontecendo:

- comunicação entre o trator e a máquina
- comunicação entre o trator/máquina e o sistema gestor e entre conjuntos na frota

Próximos 20 anos:

- veículos autônomos
- potência elétrica para acionamentos
- trator “elétrico”

O surgimento da barra de luzes substituindo os “bandeirinhas” nas aplicações aéreas





## Barras de luzes em avião agrícola



Piracicaba, 1997

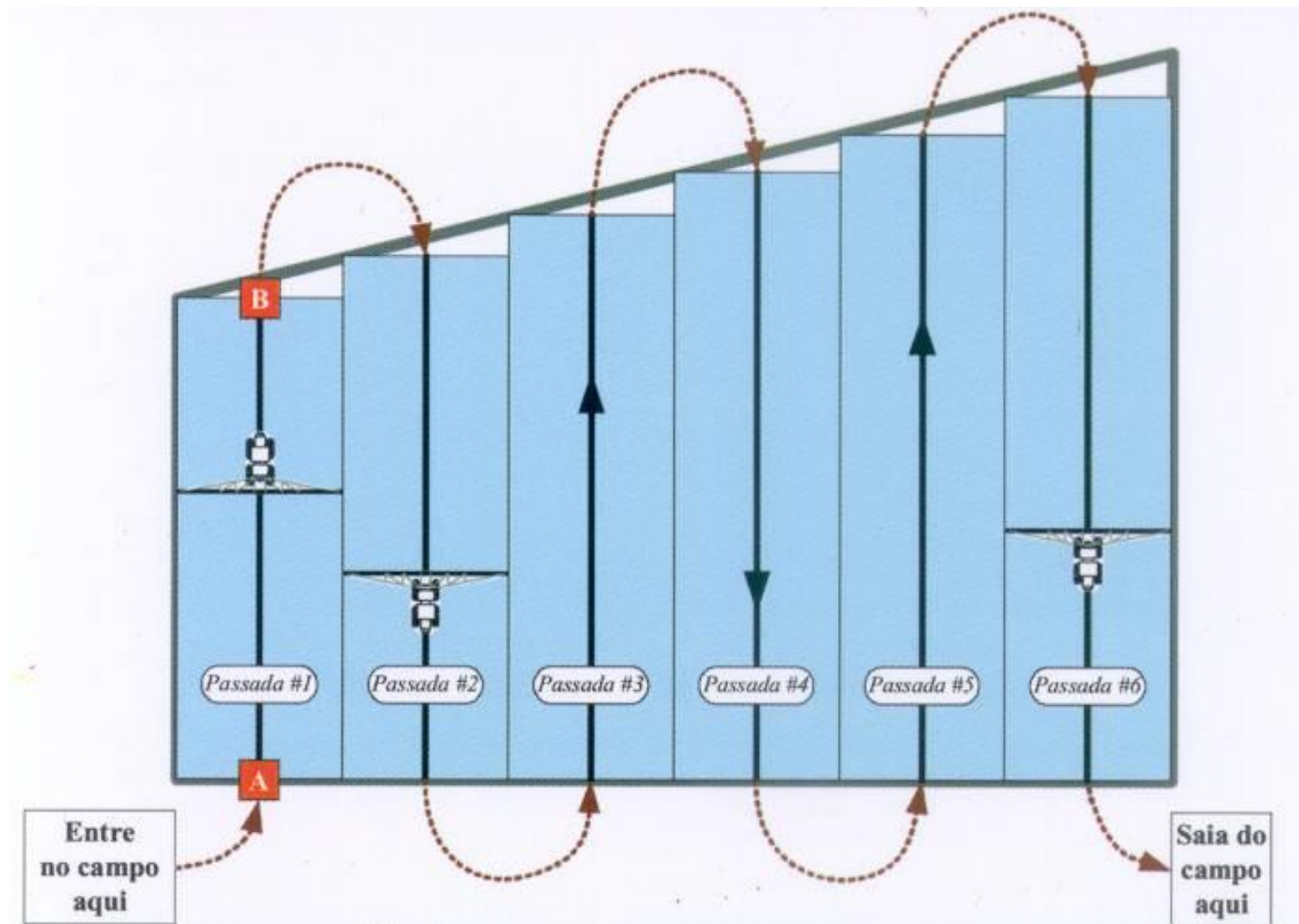
# Sistemas Globais de Navegação por Satélites - GNSS

- GPS (Global Positioning System) – EUA
- GLONASS ( GLObal'naya NAvigatsionnaya Sputnikovaya Sistema) – Russia
- Galileo – União Européia
- BDS (BeiDou Satellite Navigation System) – China

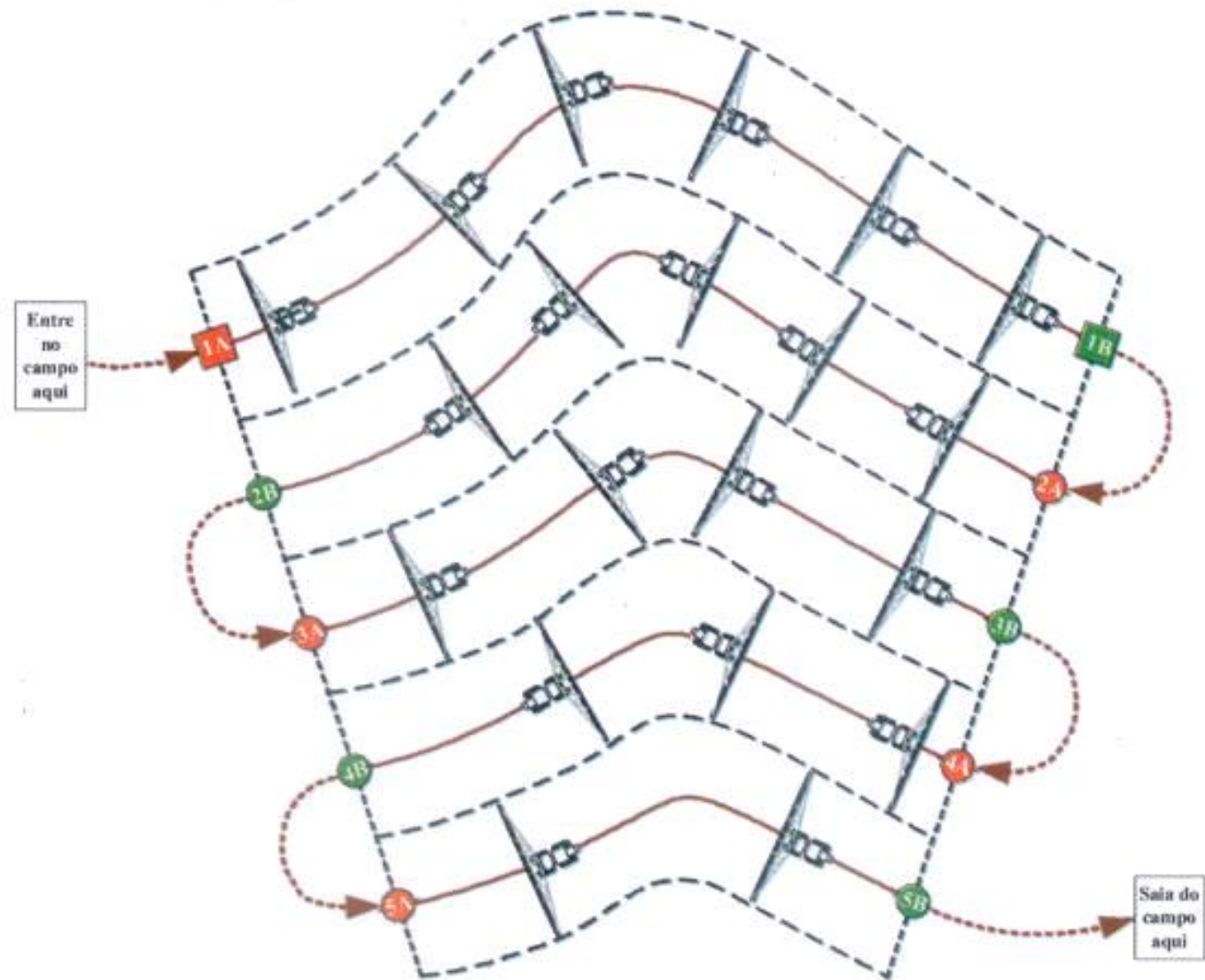
Barra de luzes para  
aplicações terrestres



Solução muito boa  
para percursos retos



... nem tanto para curvas



*Diagrama trabalho em Contorno (curvas)*

## Tipos de percursos



AgLeader

com tela auxiliar (estrada virtual)



Barra de luzes (leds)

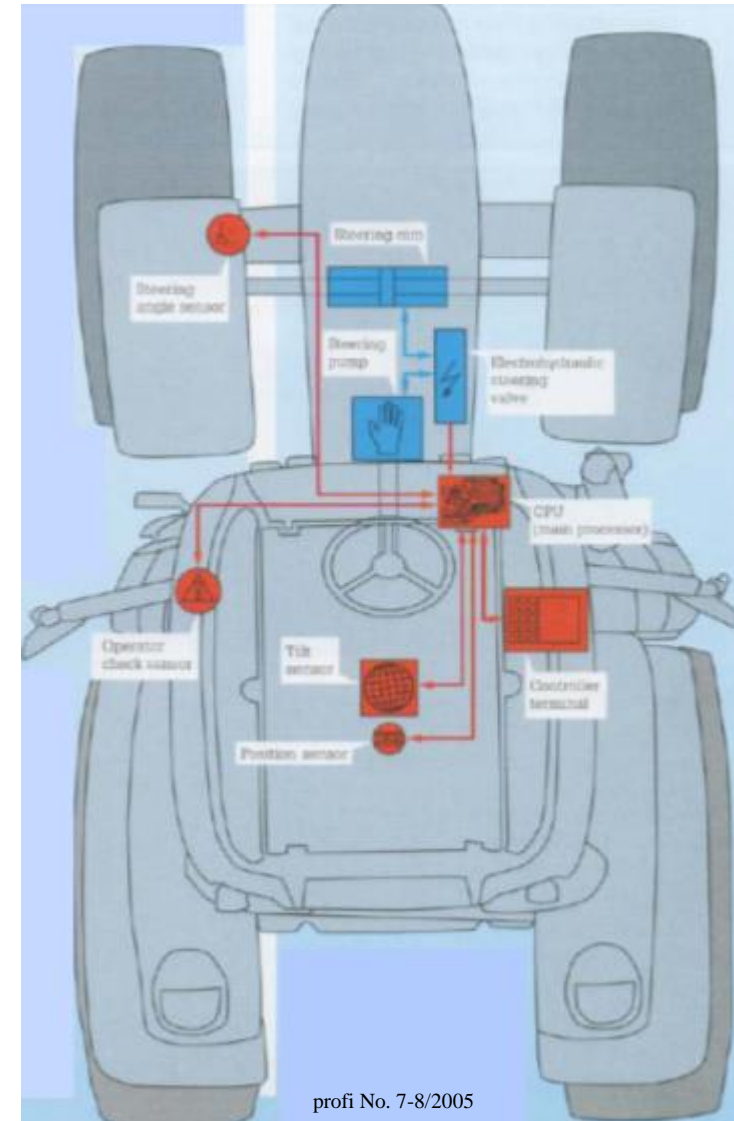


O surgimento dos sistemas de direção automática com GNSS (2000/2001)



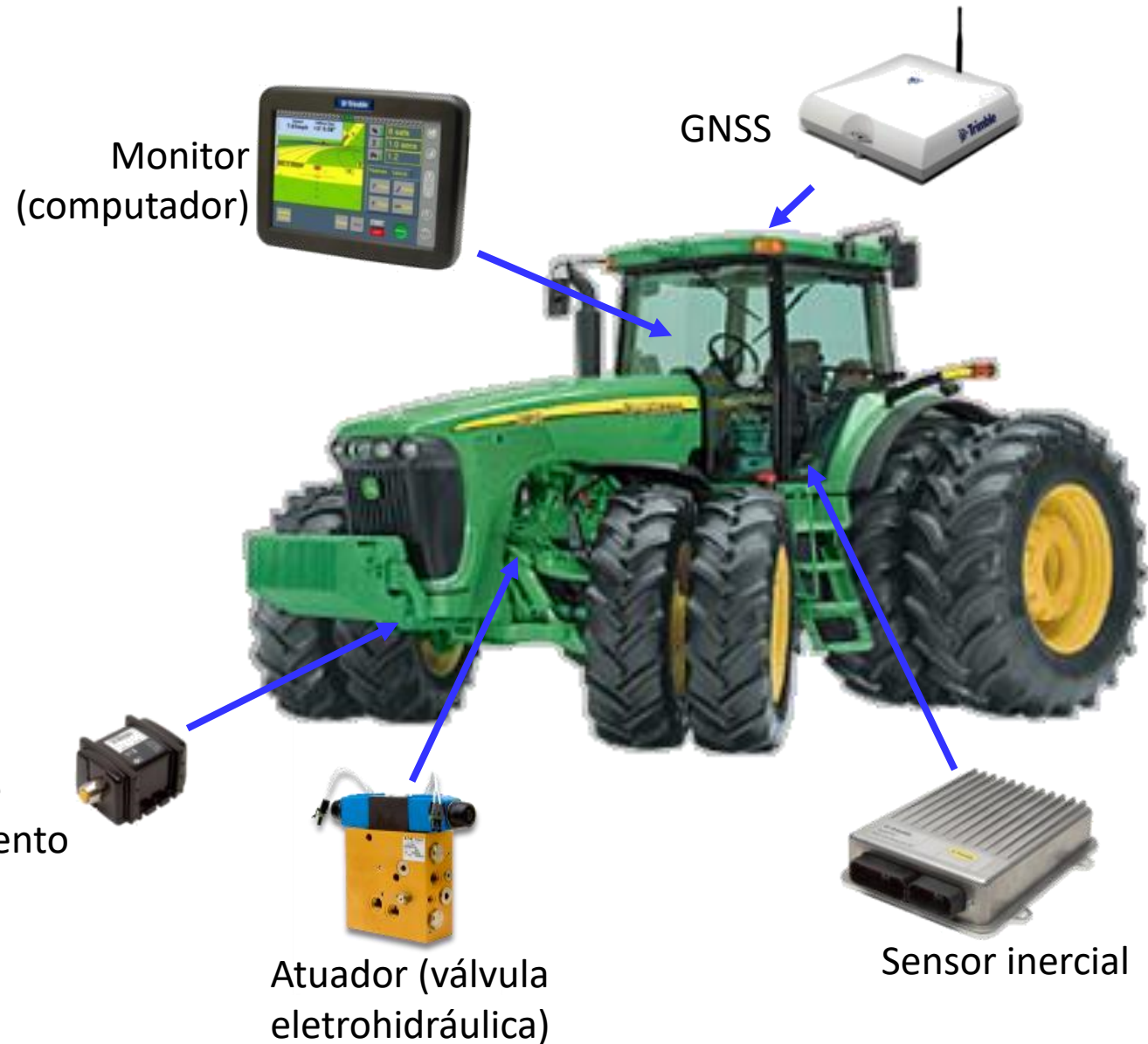


## Atuadores Integrados (hidráulicos)



Tipos de sistemas de direção automática

Sistema de direção automática – de atuadores integrados ou hidráulico



Adaptado de S&C, 2006

Atuadores de volante  
...atrito no volante



Tipos de sistemas de direção automática

## Atuadores de volante

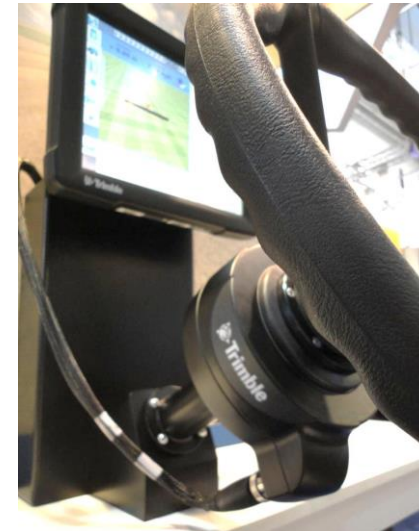


...motor eléctrico atuando na coluna



## Atuadores de volante

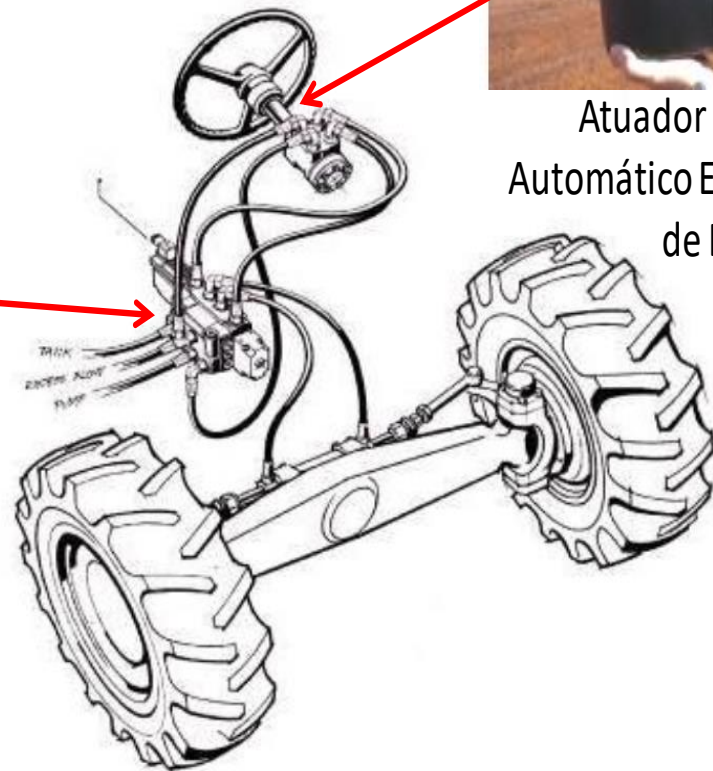
...motor elétrico diretamente na coluna de direção



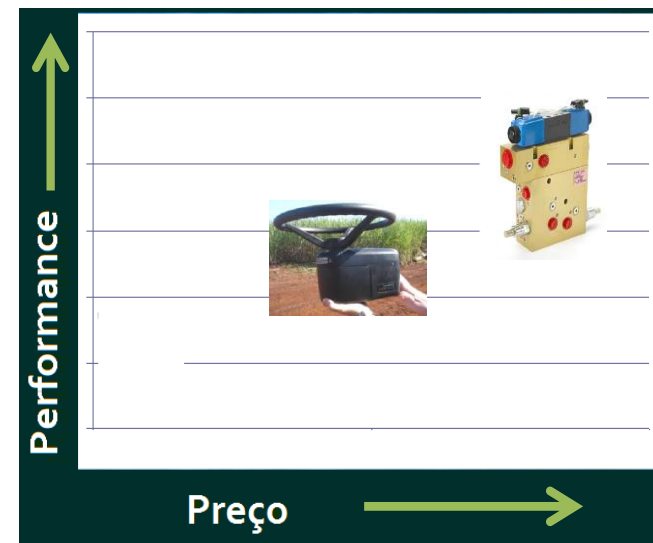




Bloco de Válvula de um Piloto Automático Hidráulico



Atuador de um Piloto Automático Elétrico na Coluna de Direção



Adaptado de Timble; John Deere, Salvi (2014)

# Controle de tráfico



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN

ast





Coleti, J.T., 2009



Agrishow 2016



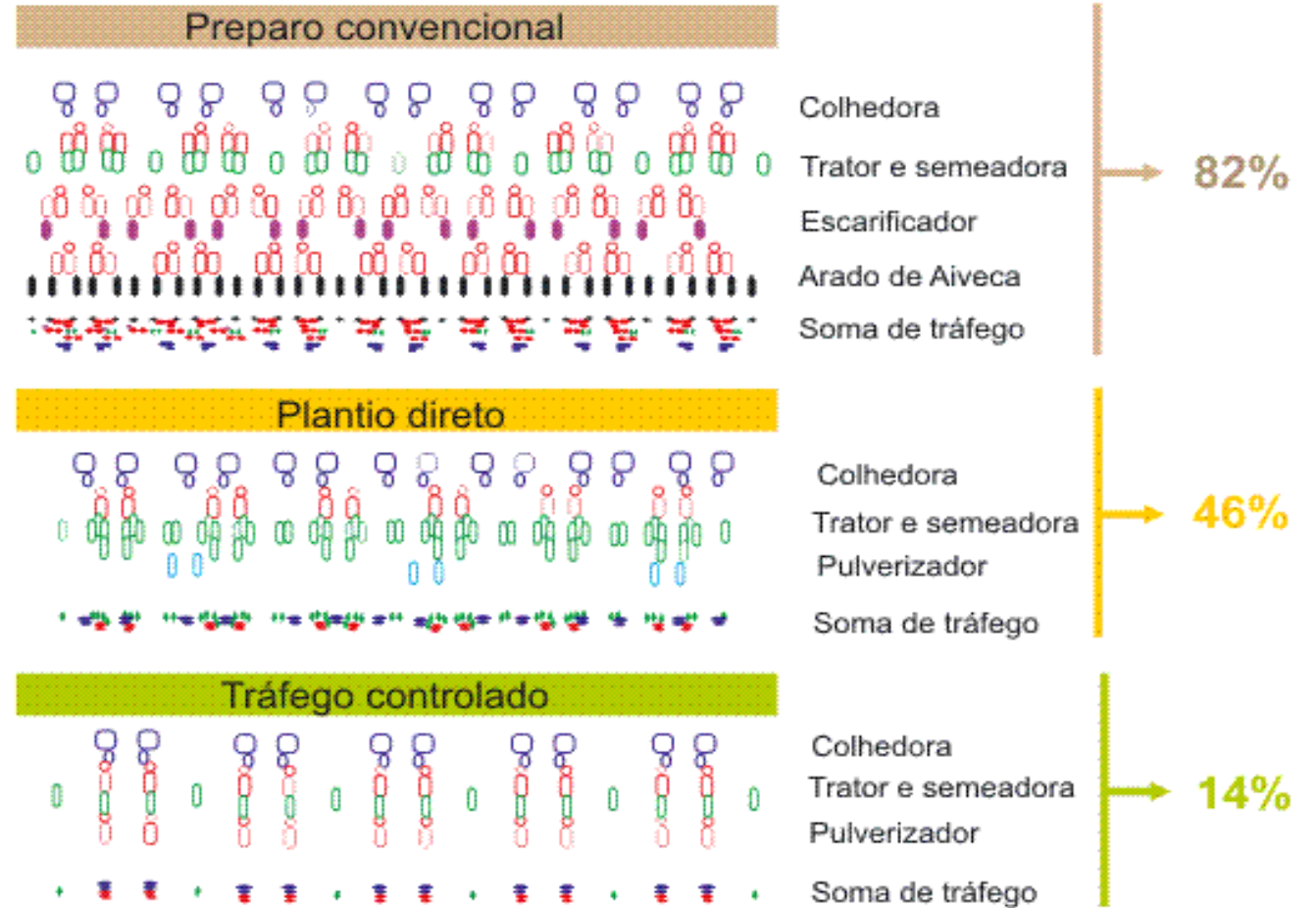
Agrishow 2013



# E em lavouras de ciclo curto?

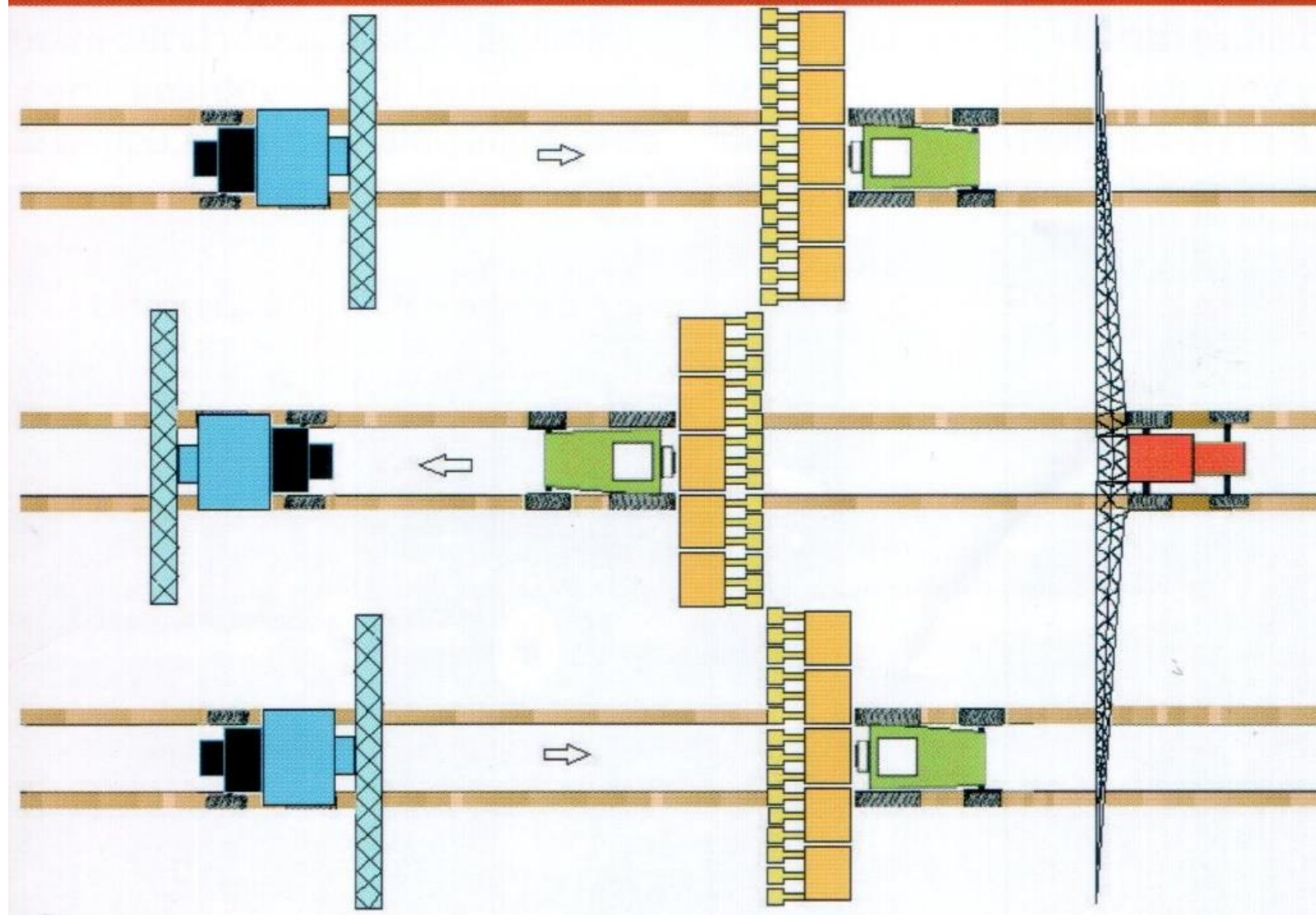
...tráfego em lavoura de grãos - Austrália

## **Caminhos de rodas na lavoura**



6 vezes menos tráfego que o Preparo Convencional e 3 vezes menos que o Plantio Direto !

## Como funciona o sistema de Controle de Tráfego de Máquinas



F. Faggion, 2018

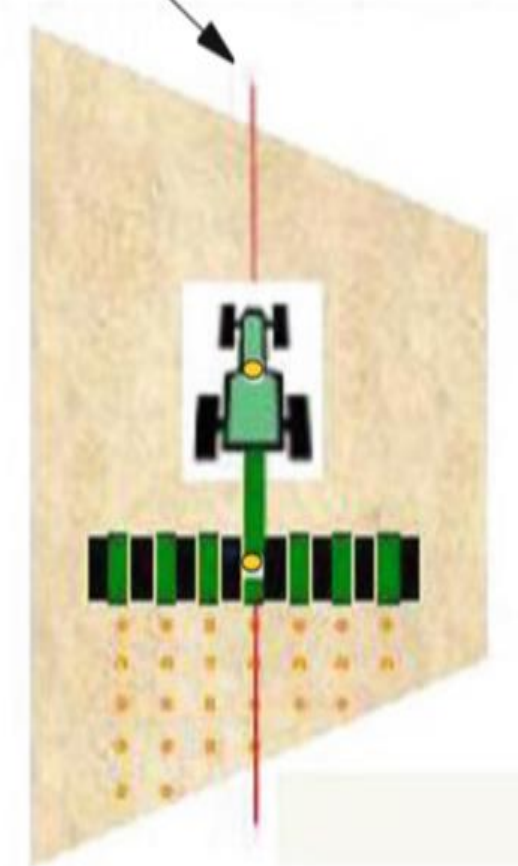
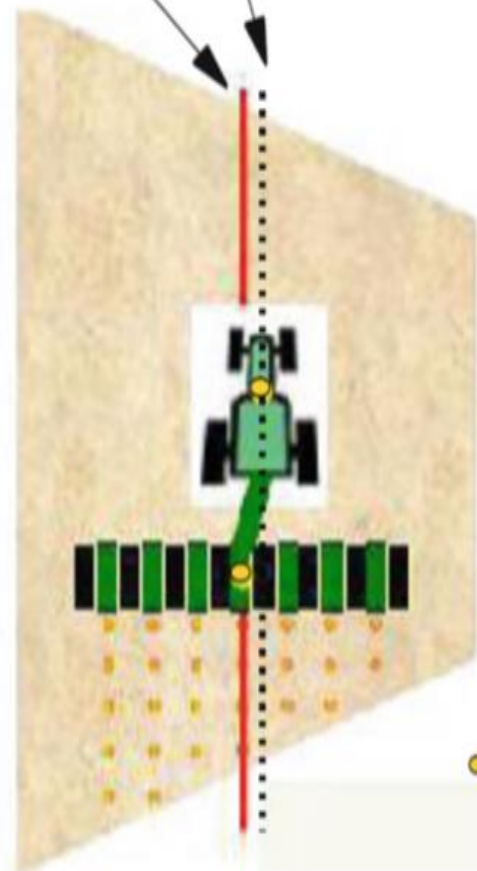
Sistema de direção para equipamentos acoplados e rebocados

Passivo

Ativo

Linha guia do equipamento  
Linha guia do trator

Mesma linha guia para o trator e implemento



Antena GNSS

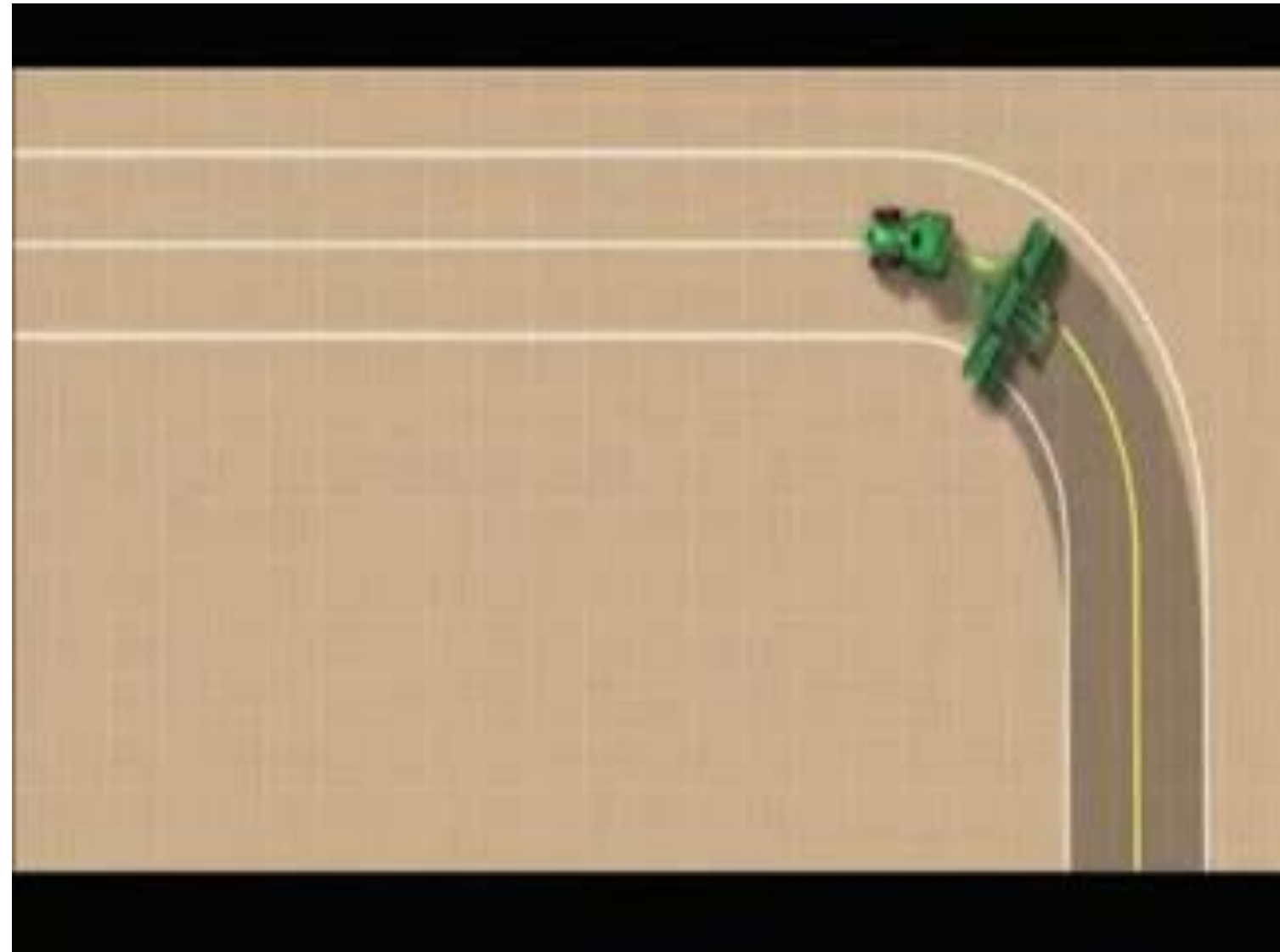
← Direção da inclinação

Adaptado de Heege (2013)

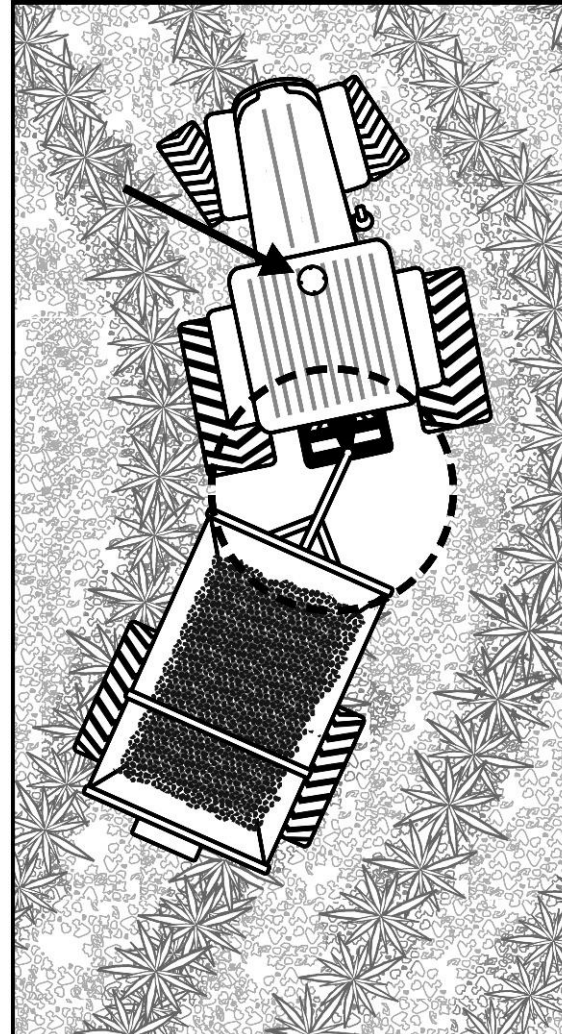
## Sistema passivo



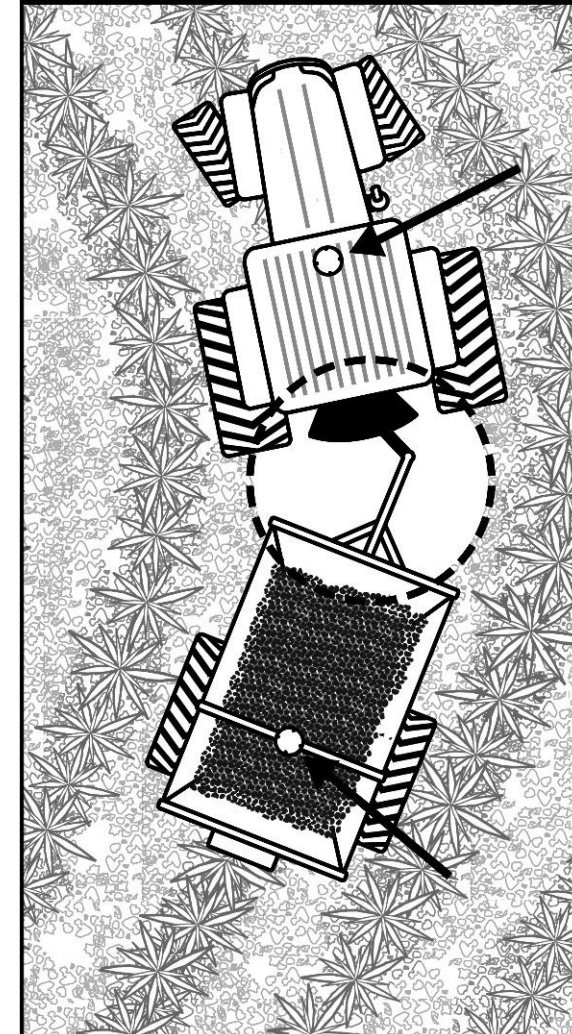
## Sistema passivo



## Sistemas **ativos** de direção para equipamentos rebocados



Equipamento de arrasto sem sistema de direção



Equipamento de arrasto com sistema ativo de direção automática



# Eletrônica embarcada no trator

Dos anos 1980 a 2000 – automação de comandos da cabine

Década de 2000 – sistemas de direção automática se consolidam

Acontecendo:

- **comunicação entre o trator e a máquina**

- comunicação entre o trator/máquina e o sistema gestor e entre conjuntos na frota

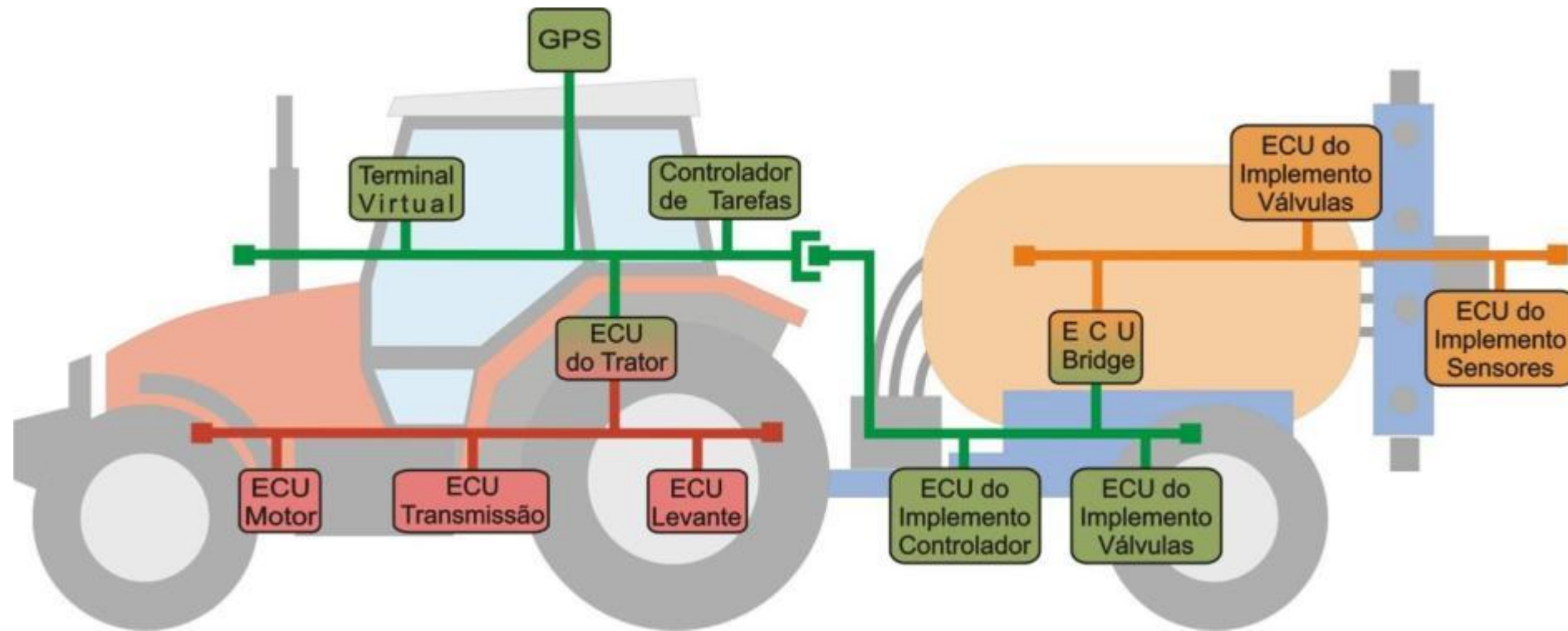
Próximos 20 anos:

- veículos autônomos
- potência elétrica para acionamentos
- trator “elétrico”



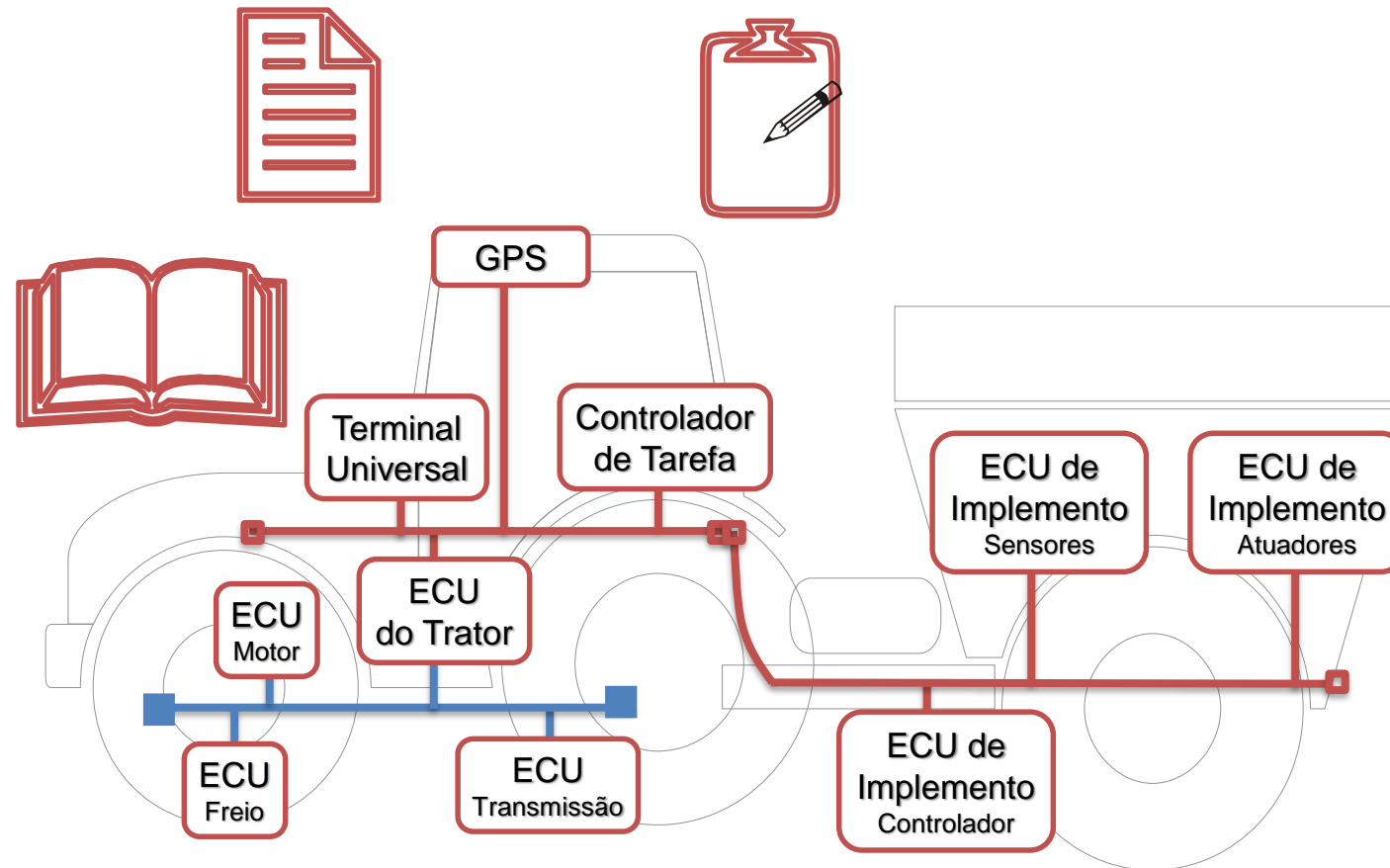
Padronização da comunicação eletrônica entre o trator e a máquina

## Padronização da comunicação eletrônica entre o trator e a máquina



Padrão ISOBUS 11783

# ISO11783 - ISOBUS



Parte 1

Parte 2

Parte 3

Parte 4

Parte 5

Parte 6

Parte 7

Parte 8

Parte 9

Parte 10

Parte 11

Parte 12

Parte 13

INAMASU, 2010

# Norma ISO 11783 (ISOBUS)

Para o usuário, tem como elemento central o “terminal universal”

... controlando adubação em taxa variável



... controlando as seções da barra de um pulverizador



... monitorando a semeadura (“monitor de plantadeira”)



# Eletrônica embarcada no trator

Dos anos 1980 a 2000 – automação de comandos da cabine

Década de 2000 – sistemas de direção automática se consolidam

Acontecendo:

- comunicação entre o trator e a máquina
- **comunicação entre o trator/máquina e o sistema gestor e entre conjuntos na frota**

Próximos 20 anos:

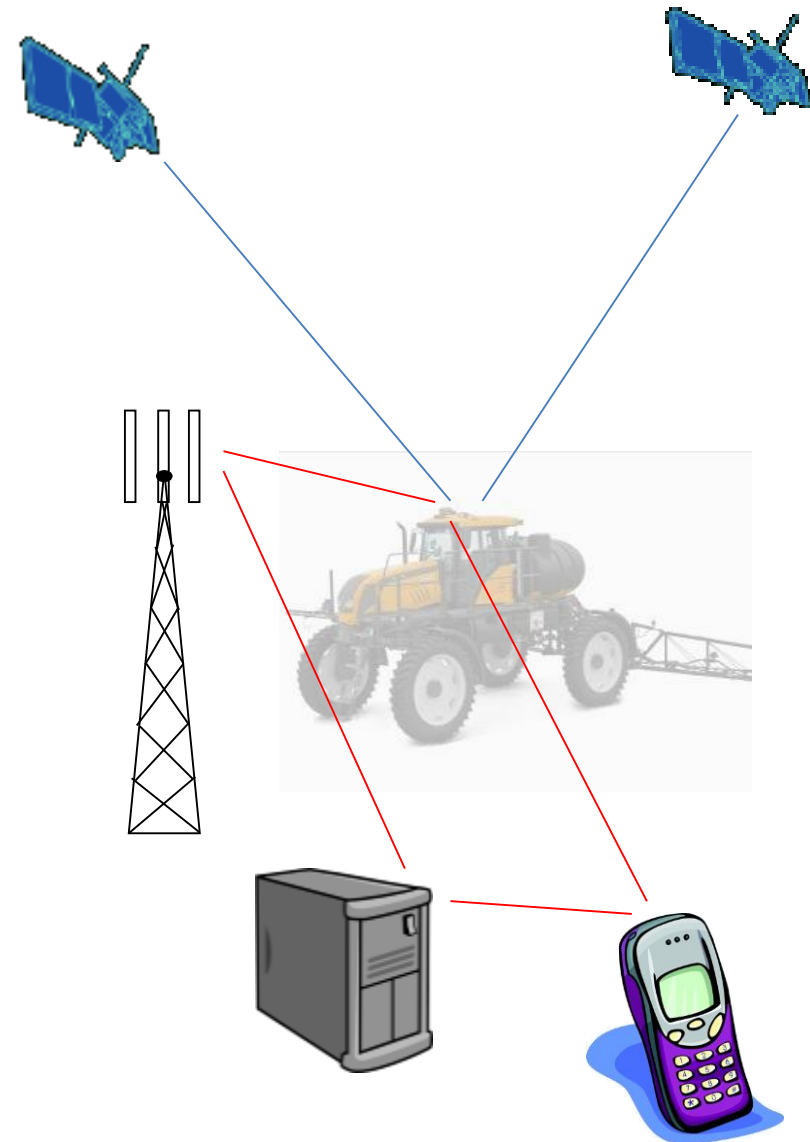
- veículos autônomos
- potência elétrica para acionamentos
- trator “elétrico”

# Telemetria

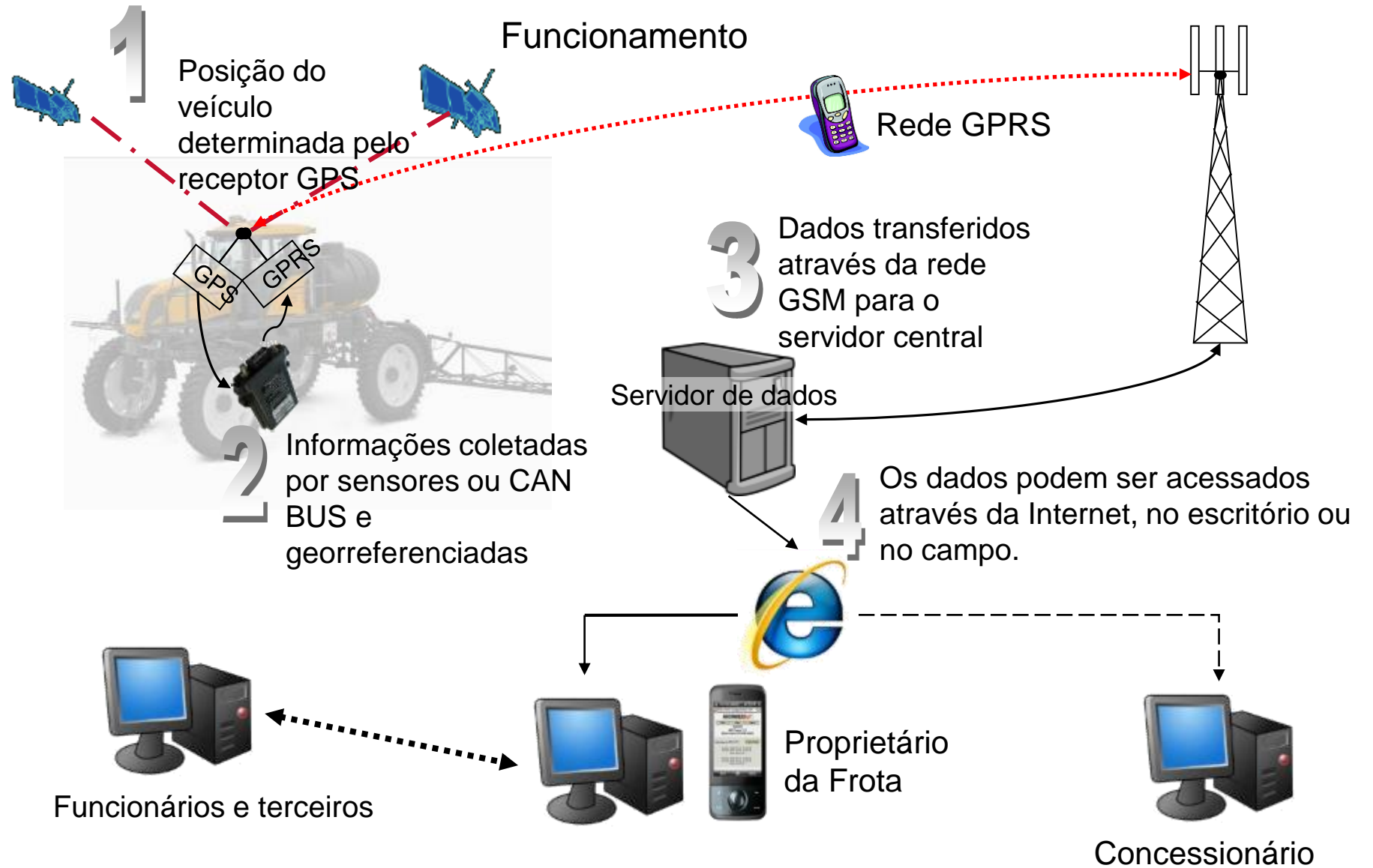
Funções:

- Coletar
- Gravar
- Enviar
- Analisar

DADOS!



### Funcionamento





## Comunicação entre os conjuntos mecanizados

Para informar um ao outro:

- Parâmetros da operação

- Onde cada um já trabalhou

- Produzir o relatório da operação para a lavoura em arquivo único

Já passou

Ainda não passou Já passou



# Eletrônica embarcada no trator

Dos anos 1980 a 2000 – automação de comandos da cabine

Década de 2000 – sistemas de direção automática se consolidam

Acontecendo:

- comunicação entre o trator e a máquina
- comunicação entre o trator/máquina e o sistema gestor e entre conjuntos na frota

Próximos 20 anos:

- **veículos autônomos**
- potência elétrica para acionamentos
- trator “elétrico”

Tecnologia de controles de cabine

+

Tecnologia de direção automática

+

Tecnologia de manobra autônoma de cabeceiras



iTEC Pro







# Eletrônica embarcada no trator

Dos anos 1980 a 2000 – automação de comandos da cabine

Década de 2000 – sistemas de direção automática se consolidam

Acontecendo:

- comunicação entre o trator e a máquina
- comunicação entre o trator/máquina e o sistema gestor e entre conjuntos na frota

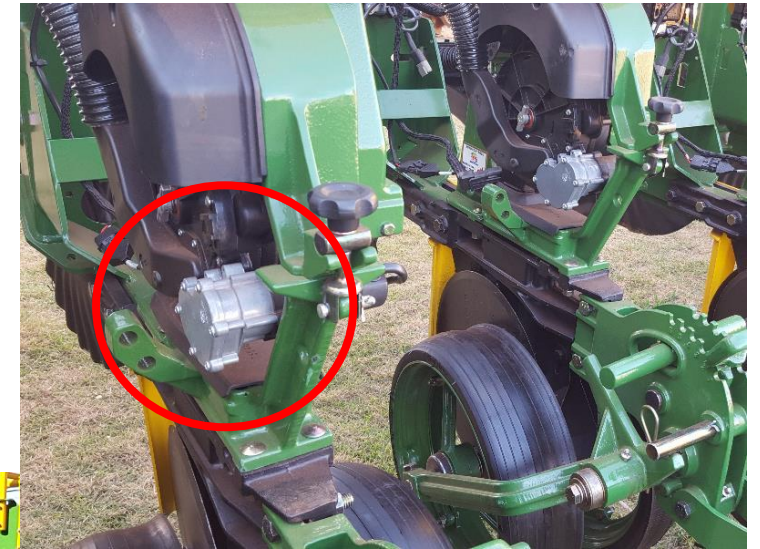
Próximos 20 anos:

- veículos autônomos
- **potência elétrica para acionamentos**
- trator “elétrico”





Agritechnica 2011

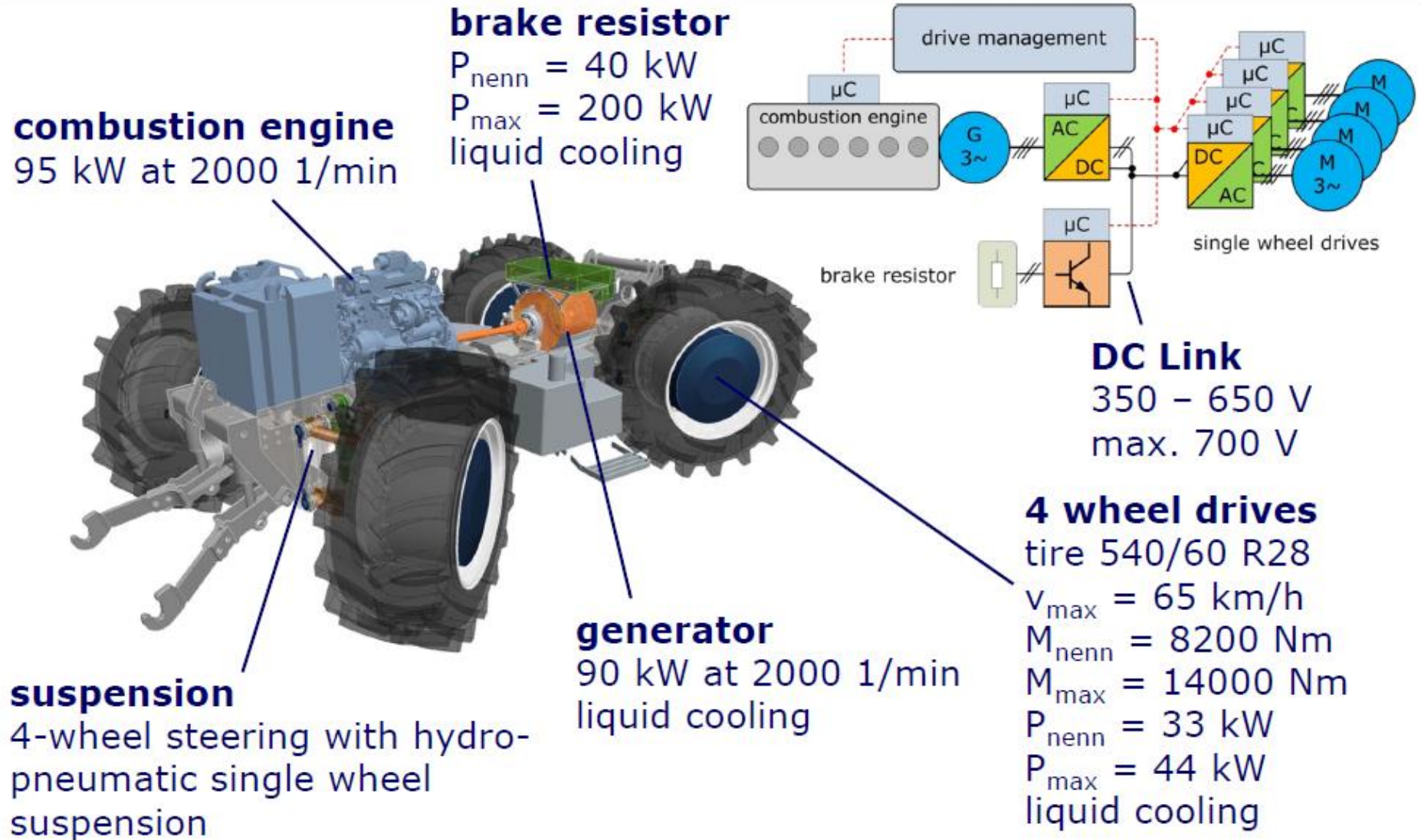


Agrishow 2016

## Propulsores elétricos diretamente no rodado



Agritechnica 2011





TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN Diesel Electric Single-Wheel Drive

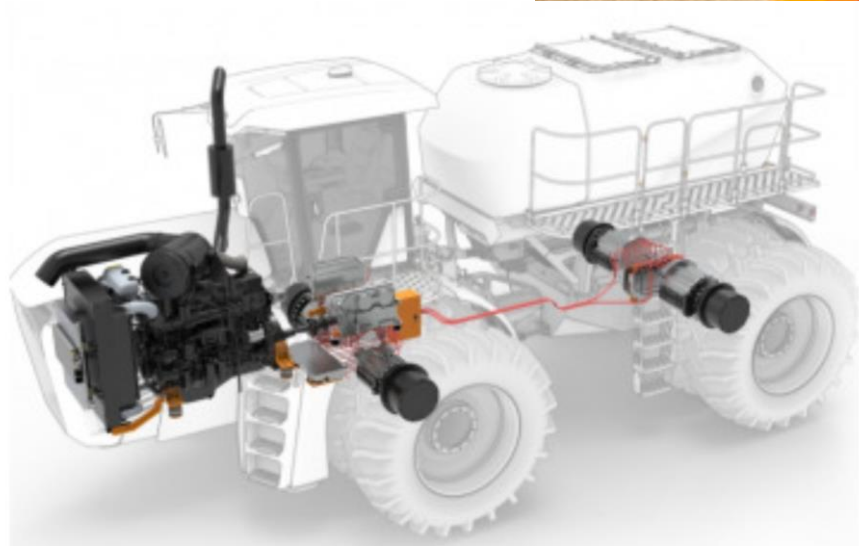
RIGITRAC EWD 120 - DIESEL ELECTRIC



# Trator dedicado ou semeadora autopropelida



<https://jacto.com/brasil/products/plantadeiras/uniport-planter-500>



com motor diesel que aciona um gerador  
e 4 propulsores elétricos

# Eletrônica embarcada no trator

Dos anos 1980 a 2000 – automação de comandos da cabine

Década de 2000 – sistemas de direção automática se consolidam

Acontecendo:

- comunicação entre o trator e a máquina
- comunicação entre o trator/máquina e o sistema gestor e entre conjuntos na frota

Próximos 20 anos:

- veículos autônomos
- potência elétrica para acionamentos
- **trator “elétrico”**



Volvo CE unveils electric wheel loader

[www.ivtinternational.com/news](http://www.ivtinternational.com/news); 09/2018



# Electric tractors by 2020?

## John Deere SESAM prototype

- 174hp continuous power
- 4-hour run time between charges
- 6R Series tractor chassis



[www.nfuonline.com/cross-sector](http://www.nfuonline.com/cross-sector) 19/05/2019



[www.solectrac.com](http://www.solectrac.com)



<https://tecnoblog.net>

Paralelo a tudo isso vem a robótica,  
mas é outra história...



## Operações mecanizadas



<https://agxeed.com/>



[https://youtu.be/gMaQq\\_vRaa8](https://youtu.be/gMaQq_vRaa8)



