

LER 332 - Mecânica e Máquinas Motoras



USP



ESALQ



ENGENHARIA DE
BIOSISTEMAS
USP - ESALQ

José P. Molin
jpmolin@usp.br

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP
Departamento de Engenharia de Biossistemas

LEB0332 – MECÂNICA E MÁQUINAS MOTORAS
1º SEMESTRE 2023

Coordenador - Prof. Thiago Romanelli

A disciplina será oferecida PRESENCIALMENTE. LOCAL: DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE BIOCROSSISTEMAS - Sala de Aulas do Galpão de Máquinas

Estagiários PAE 2023:

Eudocio Rafael Otavio da Silva
Marcelo Chan Fu Wei

Semana	Aula	Avaliação	Tema	Professor
13-mar	1		Introdução ao estudo de mecânica e máquinas motoras	MOLIN
20-mar	2	1	Conceitos fundamentais de mecânica	THIAGO
27-mar	3	2	Elementos de máquinas e mecanismos	THIAGO
3-abr			SEMANA SANTA – NÃO HAVERÁ AULA	
10-abr	4	3	Introdução ao estudo de tratores	THIAGO
17-abr	5	4	Motores de combustão interna I	THIAGO
24-abr	6	5	Motores de combustão interna II	THIAGO
1-mai			DIA DO TRABALHO	
8-mai	7	6	Transmissão	MOLIN
15-mai	8	7	Sistemas hidráulicos	MOLIN
22-mai	9	8	Automação em tratores	MOLIN
29-mai	10	9	Características de desempenho de tratores	MOLIN
5-jun	11	10	Ergonomia e segurança de máquinas agrícolas	MILAN
12-jun			FERIADO MUNICIPAL (13/06) – NÃO HAVERÁ AULA	
19-jun	12	11	Manutenção de máquinas agrícolas	MILAN
26-jun	13	12	Seleção de tratores	MILAN
3-jul	14	13	Preparo do trator	MILAN
10-jul	15	14/15	Operação do Trator	MILAN

Turma	Dia da Semana	Horários	
		Aula	Avaliações Semanais
3	Segunda	10:00 às 12:00h	10:00 e 10:20h
1	Terça	14:00 às 16:00h	14:00 e 14:20h
4	Terça	16:00 às 18:00h	16:00 e 16:20h

- Serão realizadas **avaliações semanais** no início da aula seguinte ao tema dado.
- **Não há recuperação.**

- ✓ É obrigatório o comparecimento do aluno às aulas e a todas as atividades escolares (art. 82, Regimento Geral- RG);
- ✓ As notas variarão de zero a dez, podendo ser aproximadas até a primeira casa decimal (art. 83, RG);
- ✓ Será aprovado, com direito aos créditos correspondentes, o aluno que obtiver **nota final igual ou superior a cinco (5,0) e tenha, no mínimo, setenta por cento (70%) de frequência na disciplina (art. 84, RG);**

AVALIAÇÕES

- ✓ As avaliações serão realizadas semanalmente, sobre o assunto ministrado na aula (semana) anterior e aplicadas no início do horário da aula, com uma duração máxima de 20 minutos.
- ✓ Não é permitido ao aluno realizar as avaliações **fora da turma designada**.
- ✓ Será atribuída a nota zero (0,0) em caso de ausência de resposta à avaliação.
- ✓ Revisões de provas serão realizadas em datas a serem definidas pelo coordenador.
- ✓ A nota final da disciplina será calculada por meio da média aritmética obtida nas avaliações.
- ✓ Para efeito de obtenção da média, até vinte por cento (20,0%) das menores notas obtidas pelo aluno ao longo do semestre serão desconsideradas, incluindo-se nesse percentual as notas atribuídas às ausências nas avaliações.

TROCA DE TURMA

- ✓ A única forma de se efetuar a mudança de turma é por meio da troca de vaga com outro aluno da turma desejada em PRAZO PREVISTO PELO SERVIÇO DE GRADUAÇÃO.

Casos não previstos serão avaliados com base na legislação vigente da USP

Material para estudo

- Cada docente disponibiliza o material das aulas de uma maneira, mas a maior parte estará no e-disciplinas.
- A bibliografia é apresentada na ementa da disciplinas, sendo material fundamental:
 - MIALHE, L.G. Máquinas motoras na Agricultura. Vol. I e II. EDUSP, 1980, 289 e 367p.
 - MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R.; COLACO, A. F. Agricultura de precisão. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos. 2015. 238p.
 - MONTEIRO, L. A.; ALBIERO, D. Segurança na operação com máquinas agrícolas. 1 ed. Fortaleza: Ed. dos autores, 2013. 124 p.

Introdução ao Estudo de Mecânica e Máquinas Motoras

LER 332 - Mecânica e Máquinas Motoras



USP



ESALQ



ENGENHARIA DE
BIOSISTEMAS
USP - ESALQ

José P. Molin
jpmolin@usp.br

Objetivo

Inserir o alunos no contexto da mecanização dos sistemas de produção agrícolas e florestais

Bibliografia

Texto dedicado, no e-Disciplinas

“Introdução: Mecânica e Máquinas Motoras”

e leituras complementares, também no no e-Disciplinas

- Acompanhe a evolução dos implementos

<https://blog.jacto.com.br/acompanhe-a-evolucao-dos-implementos-agricolas/>

- Entenda a mecanização da agricultura e conheça 4 vantagens

<https://blog.jacto.com.br/entenda-a-mecanizacao-da-agricultura-e-conheca-4-vantagens/>

Disciplinas oferecidas na área

- LEB0332 – Mecânica e Máquinas Motoras, Todos
- LEB0432 – Máquinas e Implementos Agrícolas, Todos
- LEB0447 – Agricultura de Precisão, Prof. Molin
- LEB0466 – Avaliação do Desempenho de Máquinas Agrícolas, Prof. Leandro
- LEB0428 – Fundamentos da Aplicação de Produtos Fitossanitários, Prof. Casimiro
- LEB0589 – Gerenciamento de Sistemas Mecanizados, Prof. Milan
- LEB0490 – Sustentabilidade Energética de Sistemas Agrícolas, Prof. Thiago
- LEB0566 – Sistemas Mecanizados Agrícolas, Prof. Leandro

Porque esta disciplina é obrigatória...

- Porque utilizar máquinas?
- Como as máquinas funcionam?
- Qual a relevância dos tratores?
- Como funcionam os motores?
- Como mensurar o desempenho dos tratores?
- Como selecionar e como preparar o trator para a tarefa?
- Quais manutenções devem ser realizadas?
- Que características das máquinas são importantes para o operador?

Mecanização Agrícola

Mecanizar se refere ao processo de utilizar máquinas com objetivo de realizar tarefas ou operações

Objetivos da utilização de máquinas

Redução do desgaste do trabalhador

Elevação da produtividade do trabalhador

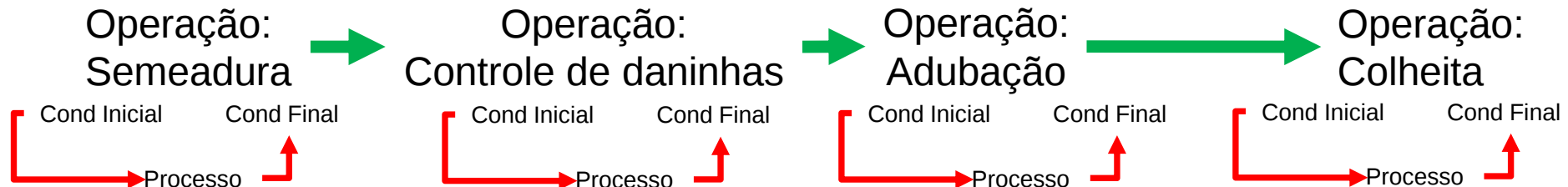
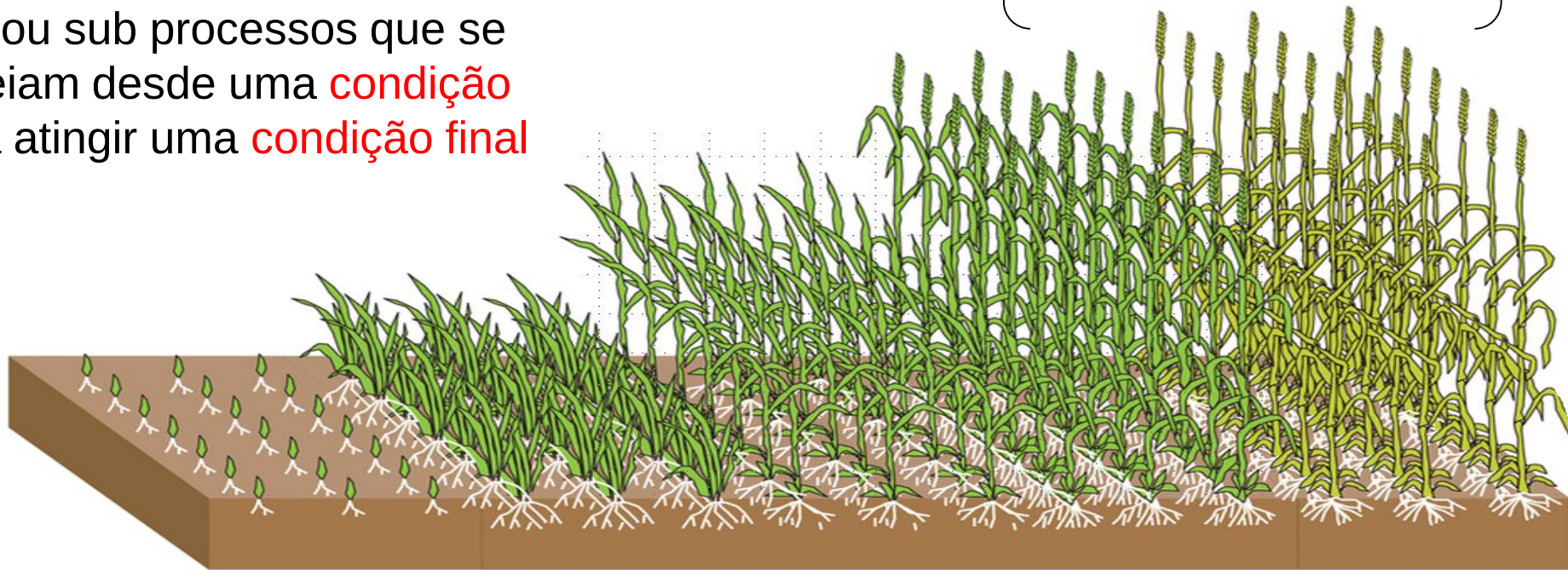
Melhoria da qualidade das operações

Completar tarefas em curto período

Operação Agrícola

Etapa do processo de produção composta por um conjunto de atividades ou sub processos que se desencadeiam desde uma **condição inicial** para atingir uma **condição final** desejada

Necessário ter uma
Referência



[Necessário ter uma Referência]

Semeadura

Espaçamento
Profundidade
Uniformidade
Distância do fertilizante



Condição Inicial



Processo



Condição Final

Controle de daninhas



Condição Inicial

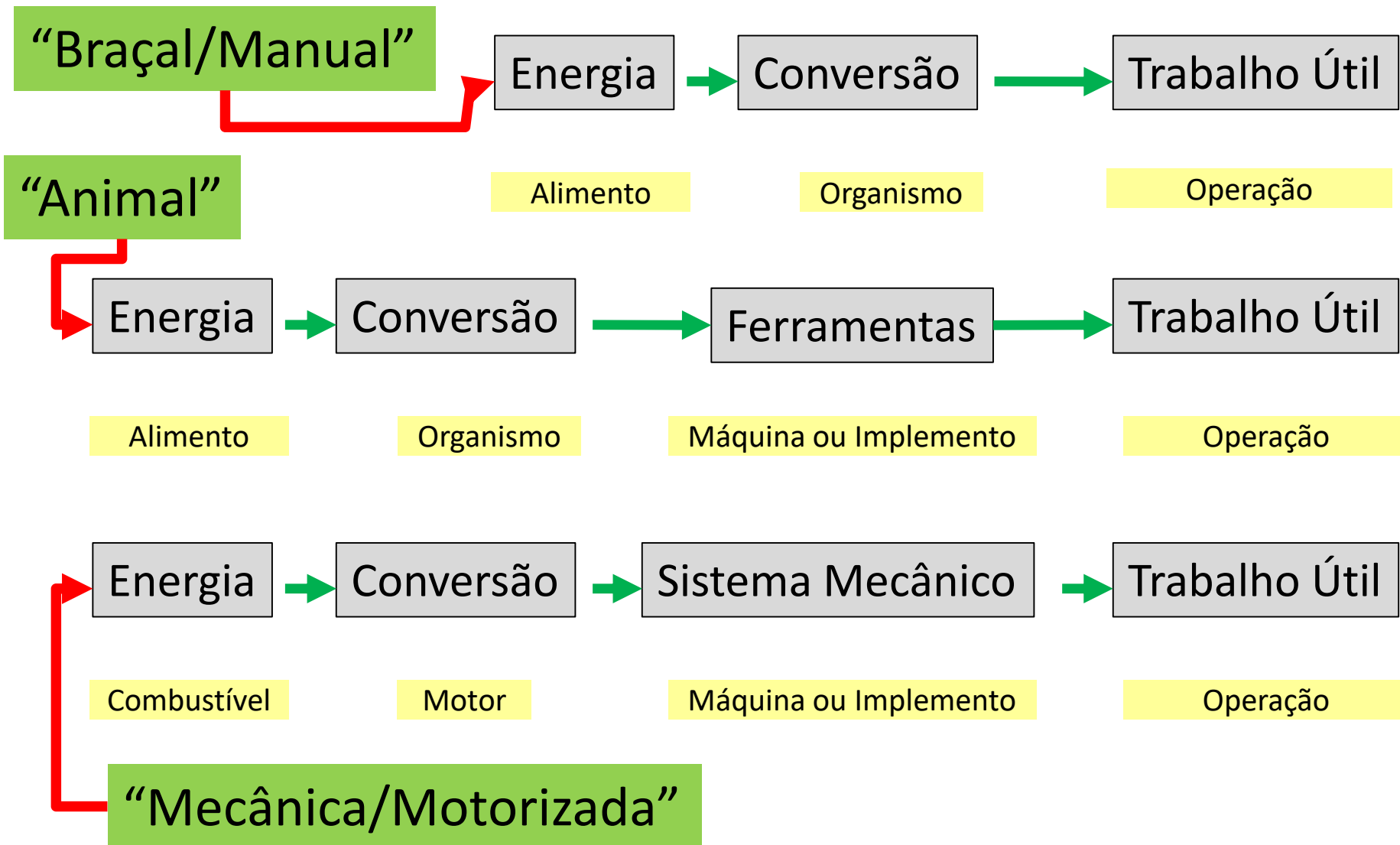


Processo



Condição Final

Fontes de potência



Uso da energia mecânica

OPERAÇÃO MANUAL



OPERAÇÃO SEMI-MECANIZADA



OPERAÇÃO MECANIZADA

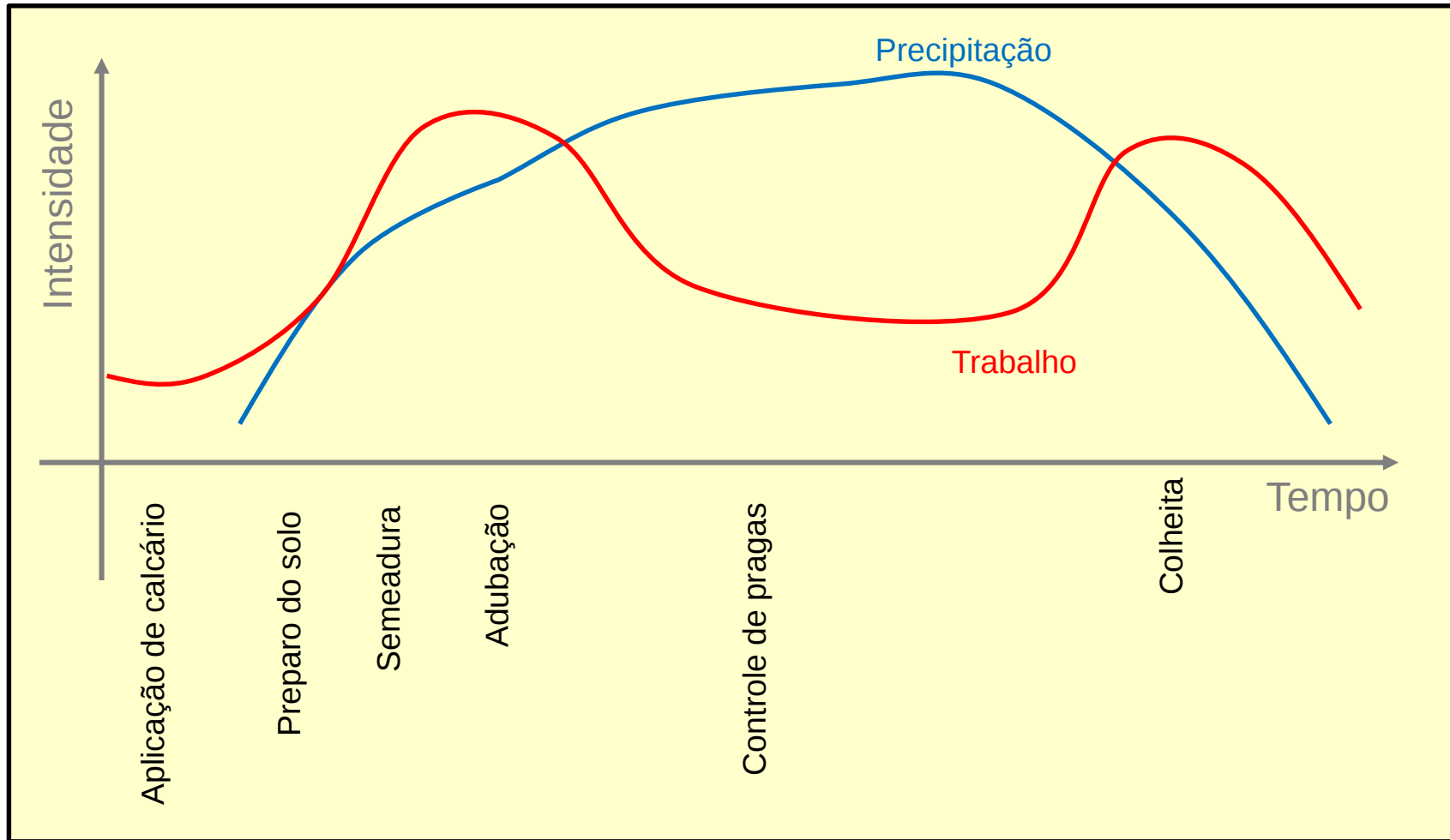




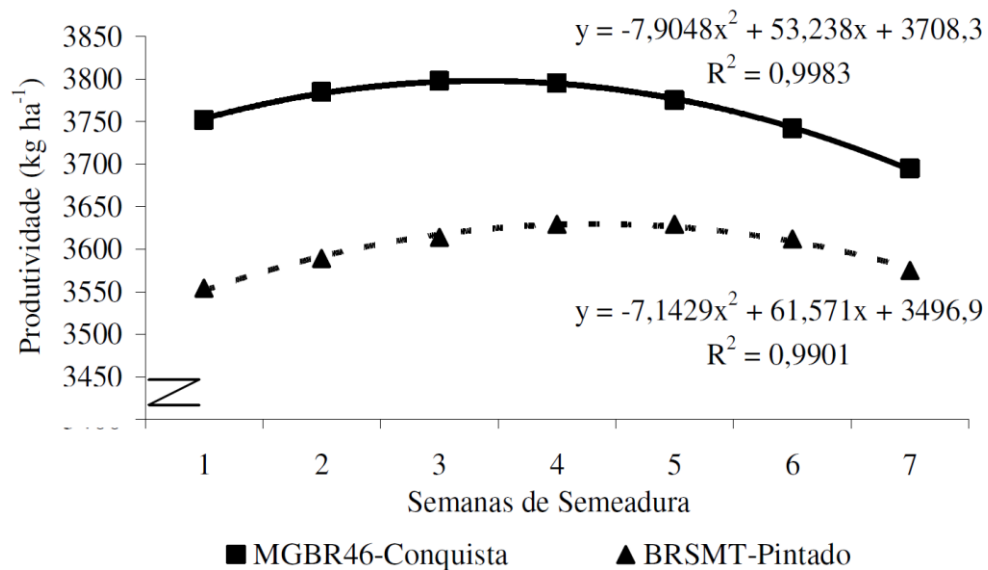




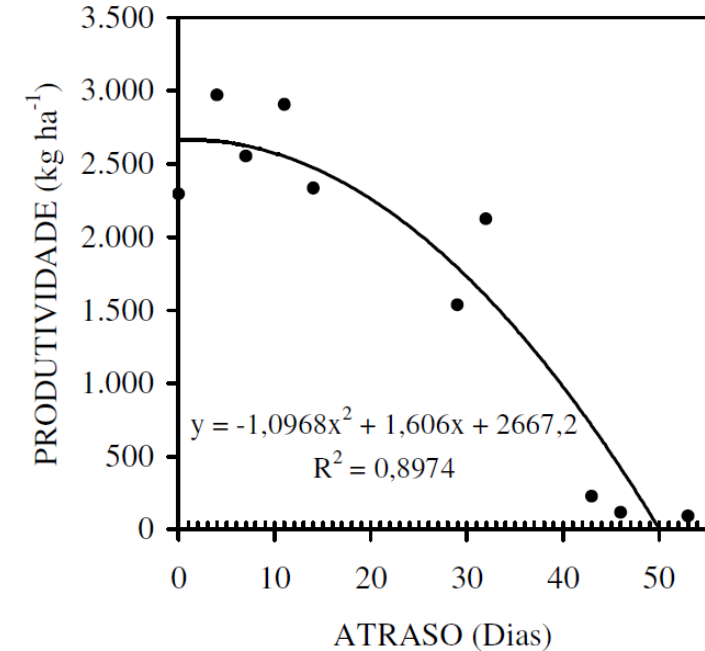
Intensidade de trabalho e pontualidade



Pontualidade



MATOS, M. A.; SALVI, J.V.; MILAN, M. Pontualidade na operação de semeadura e a antecipação da adubação e suas influências na receita líquida da cultura da soja. *Eng. Agríc.* [online]. 2006, vol.26, n.2 [cited 2016-02-12], pp. 493-501.
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162006000200018&lng=en&nrm=iso



BORGES, I. O.; MACIEL, A. J. S.; MILAN, M. Programa computacional para o dimensionamento de colhedoras considerando a pontualidade na colheita de soja. *Eng. Agríc.* [online]. 2006, vol.26, n.1 [cited 2016-02-12], pp. 131-141.
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162006000100015&lng=en&nrm=iso

Homem como fonte de potência

Atividade	Potência Consumida Continuamente (W)
Roçando	400 – 600
Derrubando árvores	600
Carpindo	300 – 500
Sulcando o solo	400 – 1000
Plantando	200 – 300
Arando com tração animal	350 – 550
Operando trator 4 x 2	350 – 650
Operando trator 4 x 4	150 – 350
Dirigindo	150

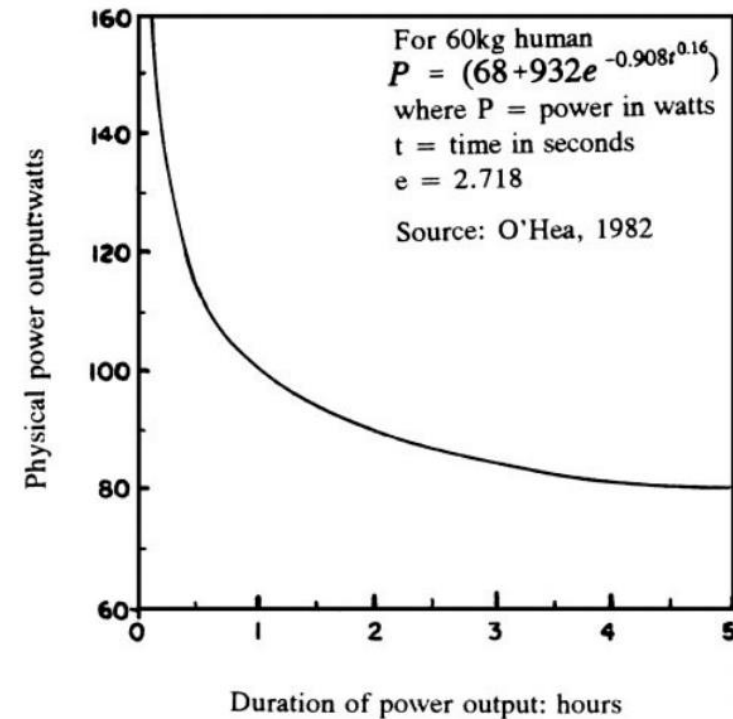


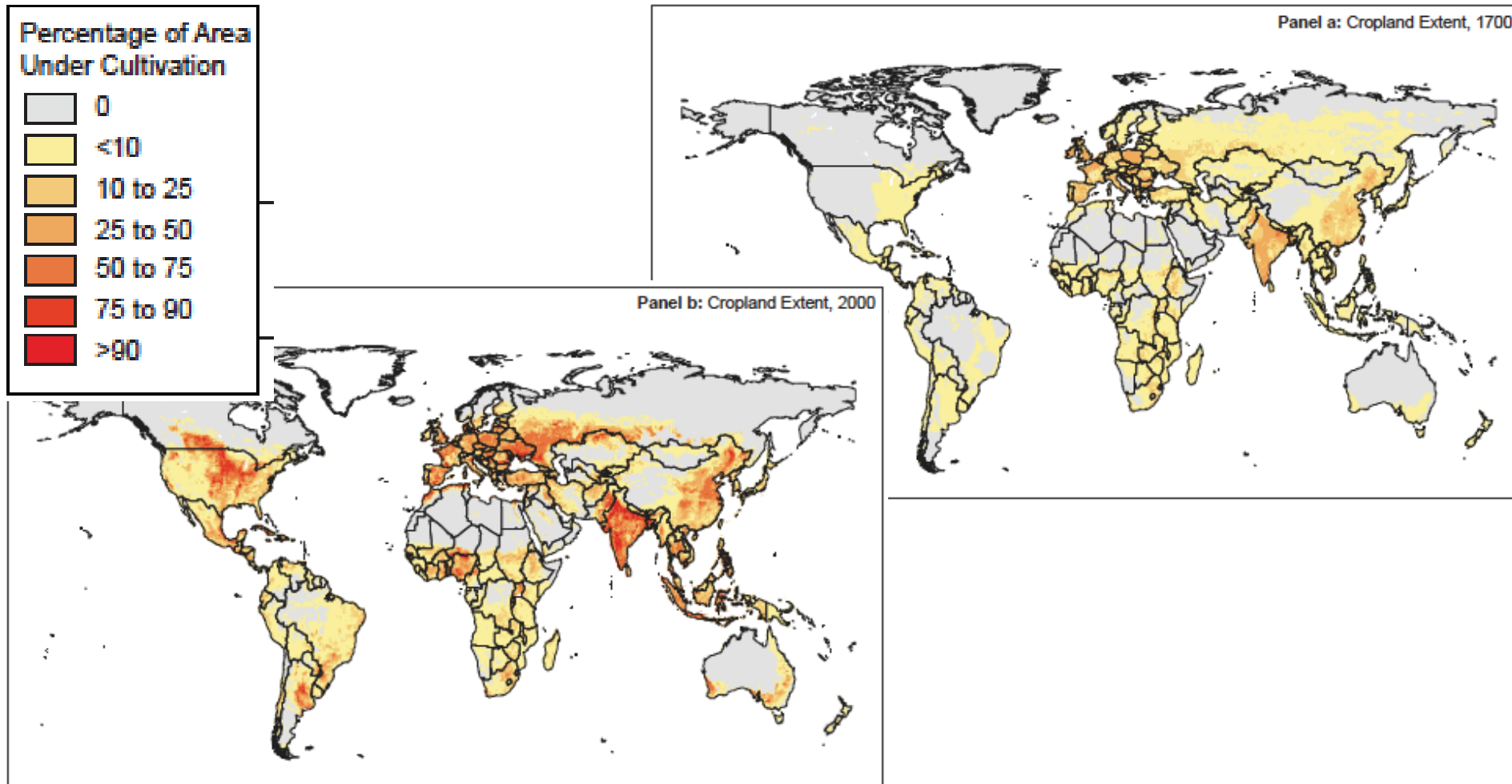
Figure 1.1. Sustainable Physical or Power Output by Humans (Inns, p. 2).

Potência contínua

Potência - Taxa de realização de trabalho ou quantidade de energia consumida por tempo. No sistema internacional a unidade de potência é J s^{-1} , conhecido como Watt, W.



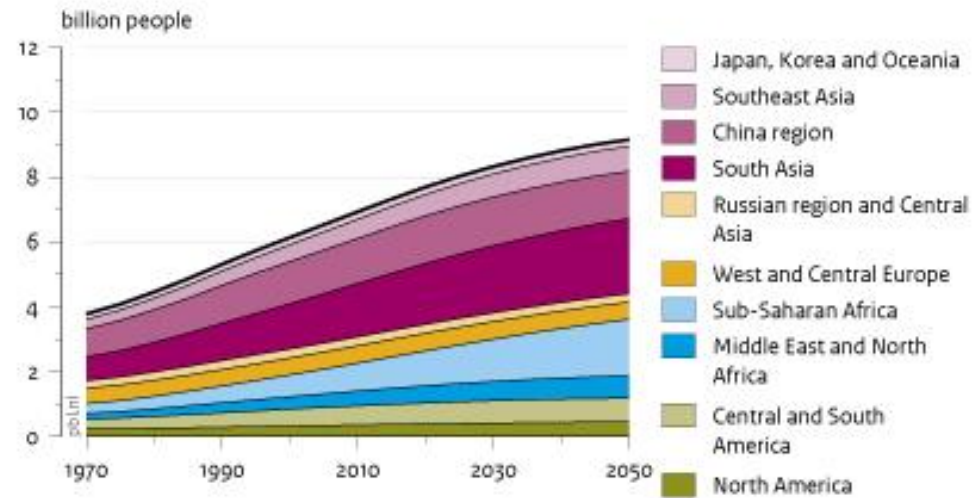
Área cultivada



The changing global landscape of crop production, 1700 to 2000, Alston, Babcock, and Pardey ,(2010)

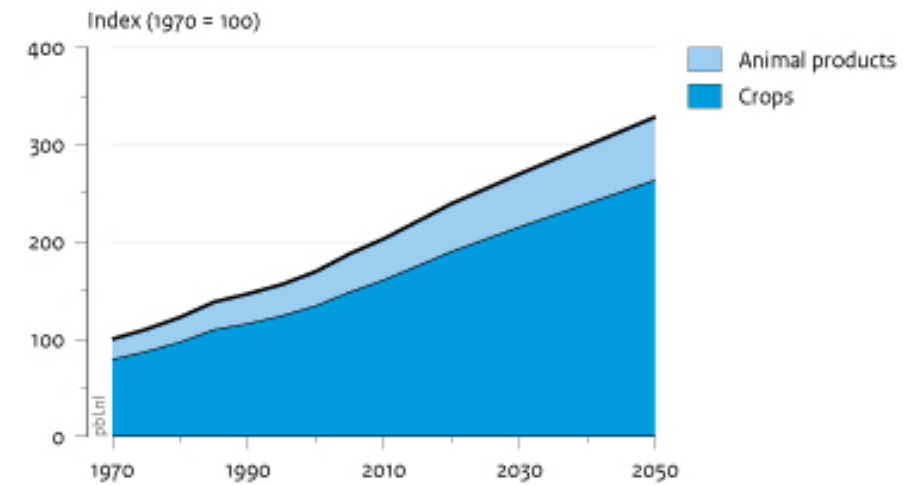
http://www.card.iastate.edu/books/shifting_patterns/

Global population per region in the Trend scenario



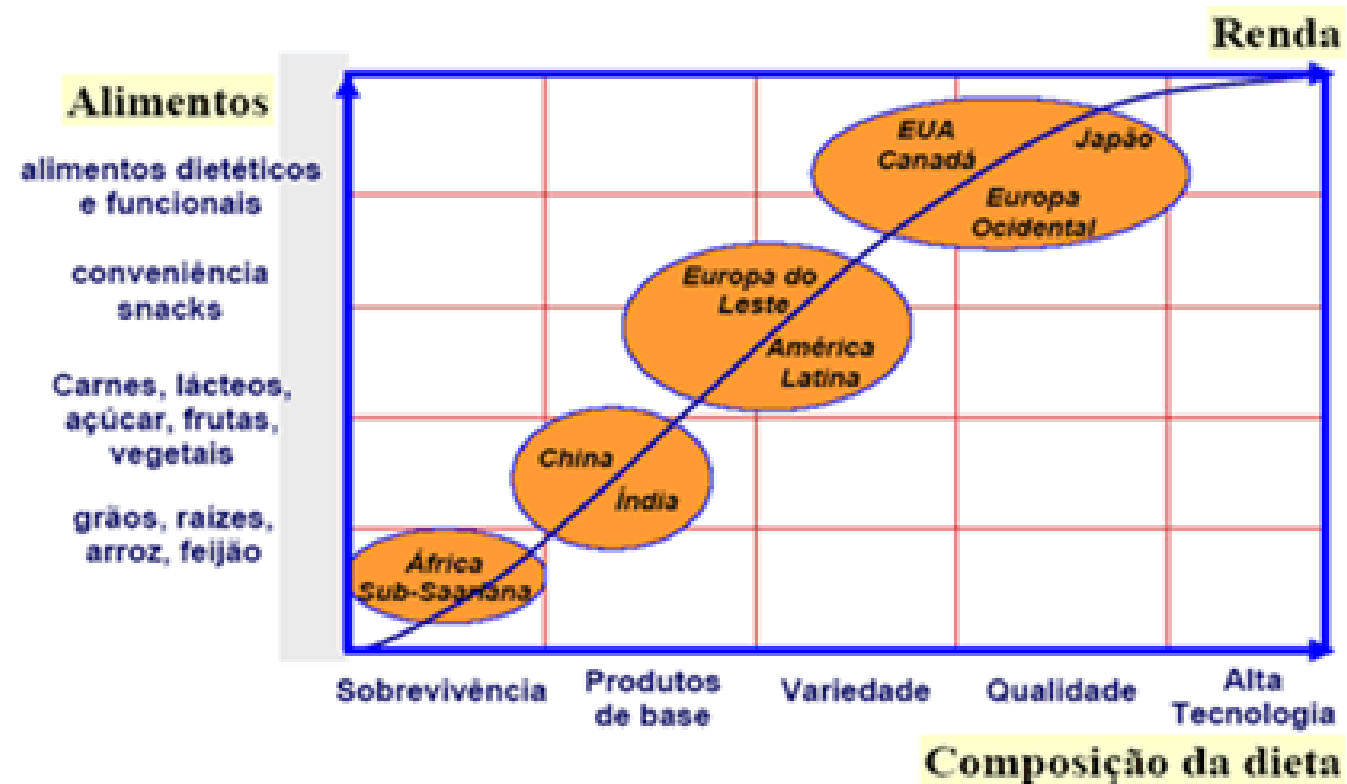
Source: UNDESA (2009, 2010)

Global agricultural production in the Trend scenario



Source: PBL

www.pbl.nl



Fonte: Rabobank, 2005.

Crescimento do poder aquisitivo e o consumo de carnes

Ano	PIB (US\$ 1995/capita)	Consumo de Carne Kg/pessoa/ano
1961	2.676	23,1
1971	3.714	27,8
1981	4.376	30,8
1991	4.992	34,4
2001	5.611	38,6
2030	7.600	45,3

Aumento de população

Demanda por produtos com maior energia agregada

Impossibilidade de expandir área de cultivo

Elevação da produção por área

Mais de um ciclo por ano

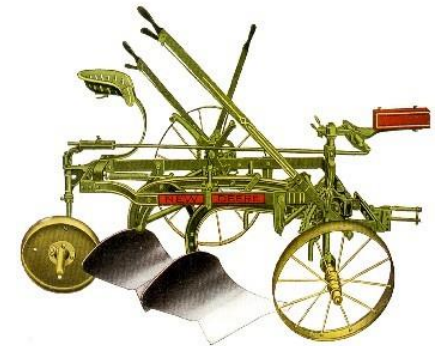
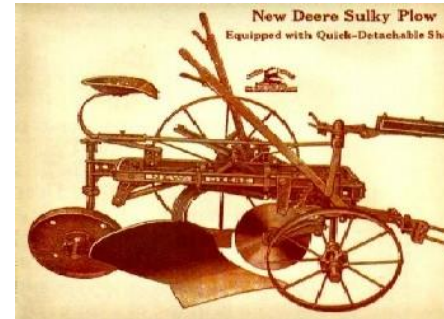
Mais operações e em maior velocidade

Intensificação do uso de máquinas

Histórico



Pré 1800



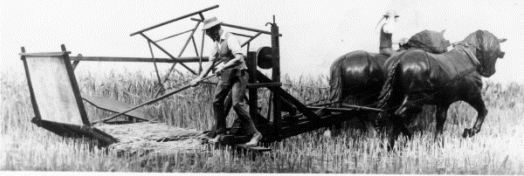
1800



Histórico

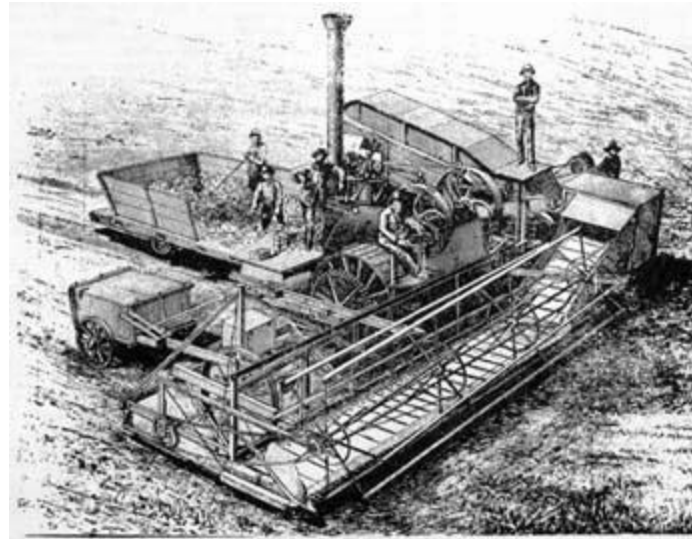
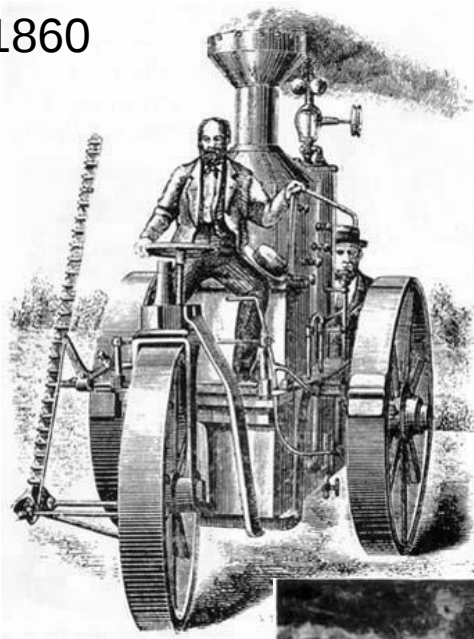
1820 - 1850

1847 M^cCORMICK REAPER MODEL
MUSEUM OF SCIENCE &
INDUSTRY, CHICAGO

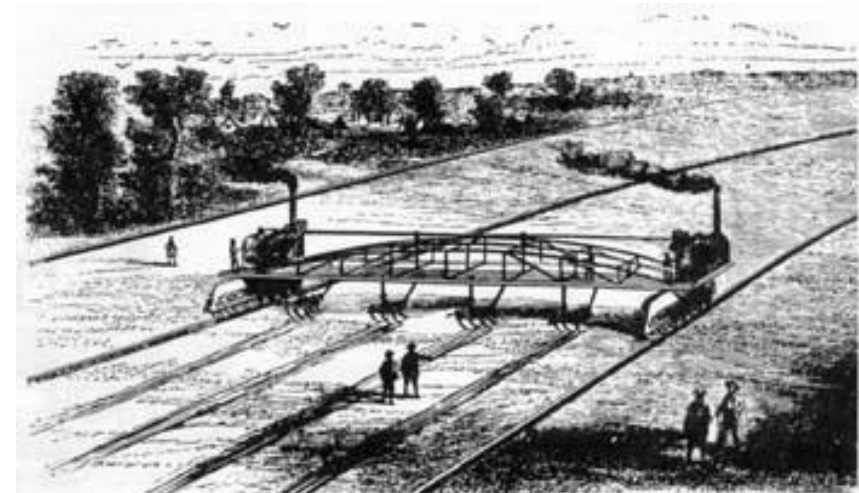
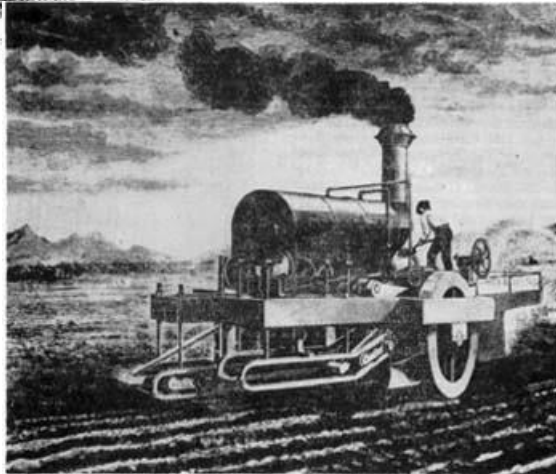


Histórico

1860

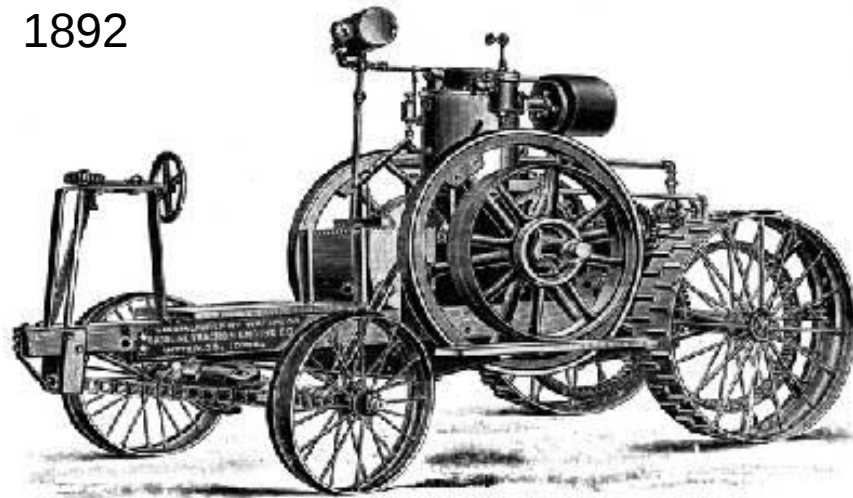


George Stockton Berry's "Believe-It-Or-Not" 1886-91 straw-burning self-propelled steam combine.



Histórico

1892



1930

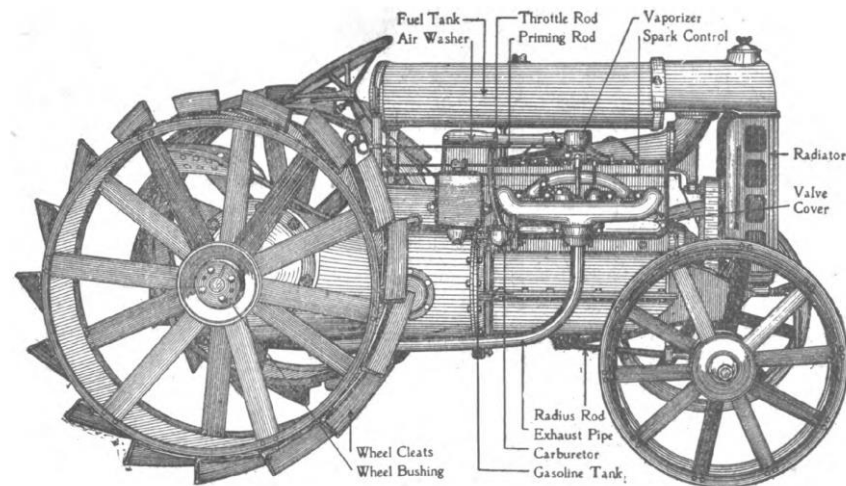


1940



261

THE FORDSON TRACTOR



1916

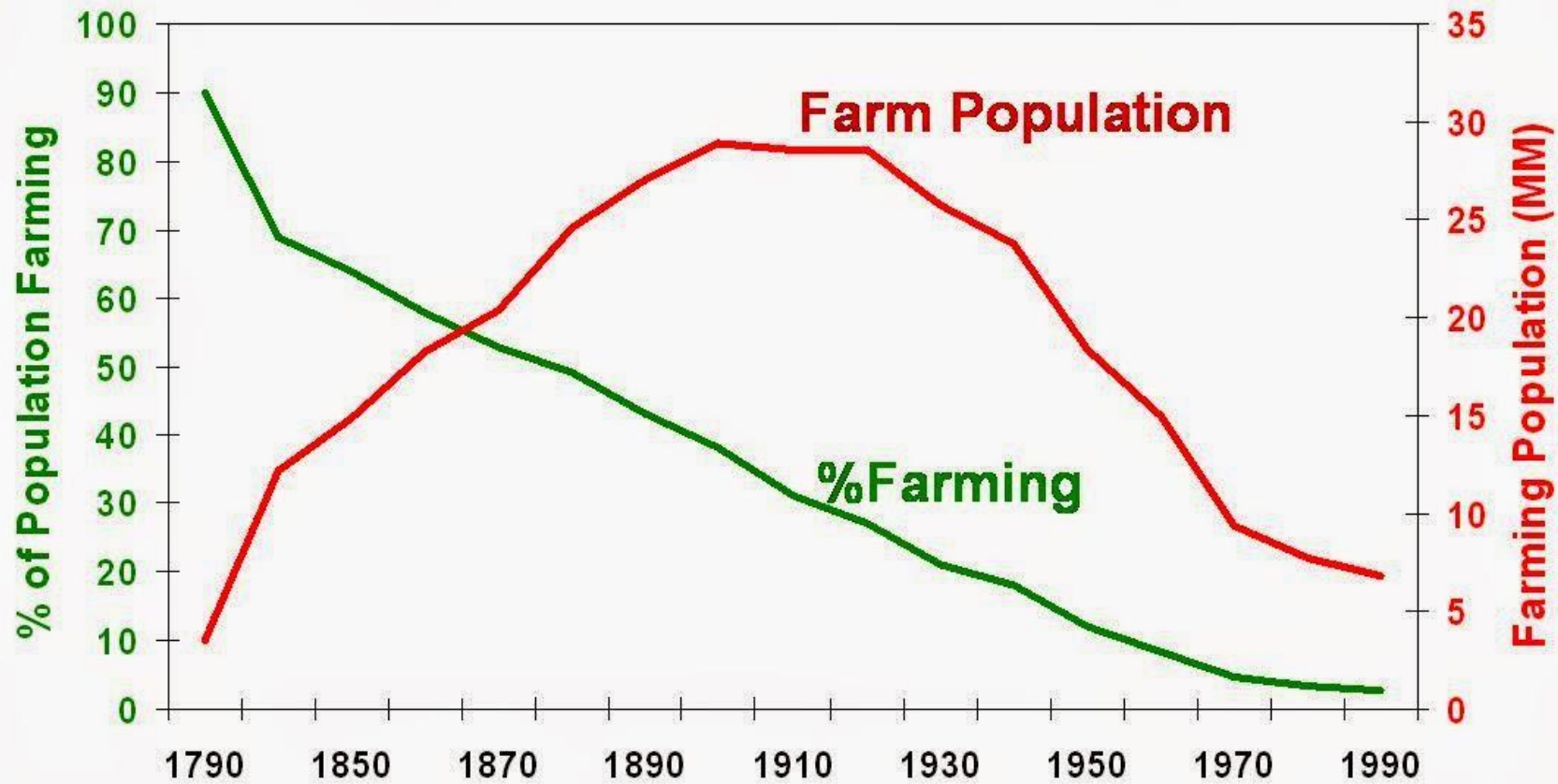
Figure 123.—The Fordson Tractor.

Histórico

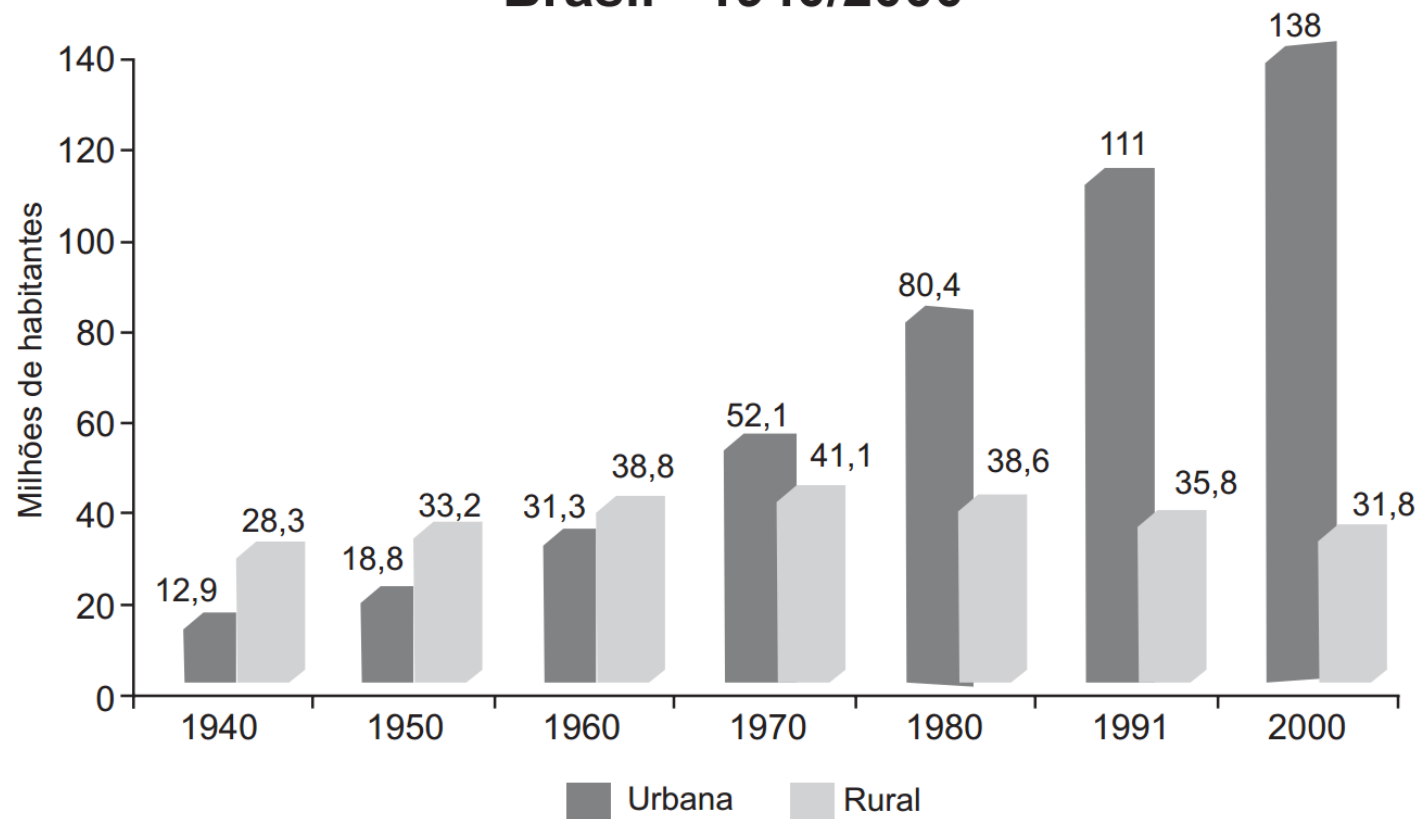
2000



History of the US Farm Sector



População residente, por situação do domicílio Brasil - 1940/2000



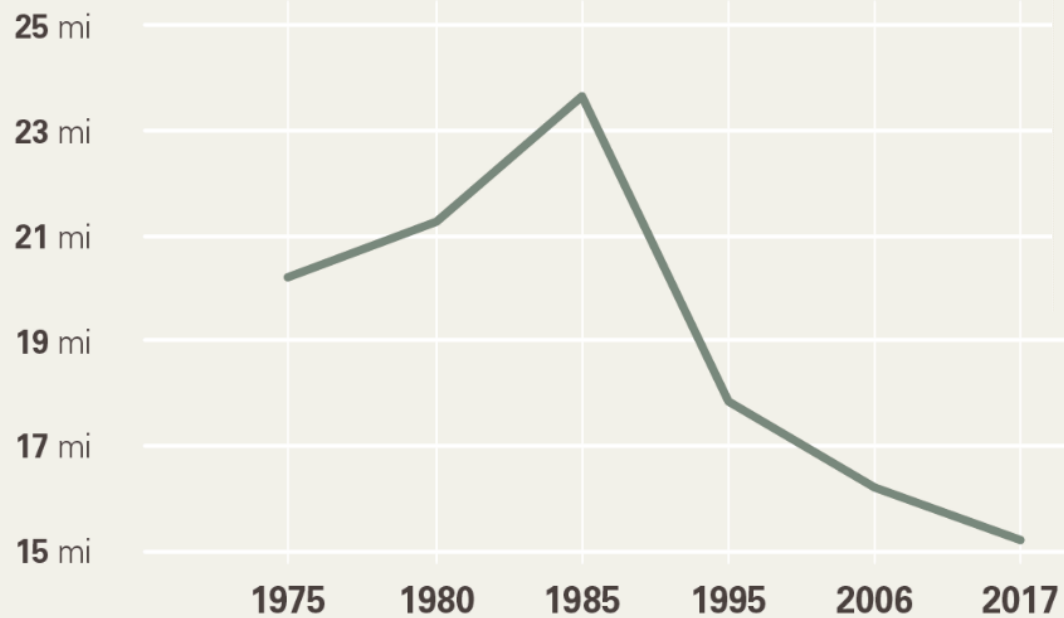
2010
Urbana
84,4 mi (87,5%)

Rural
15,6 mi (18,5%)

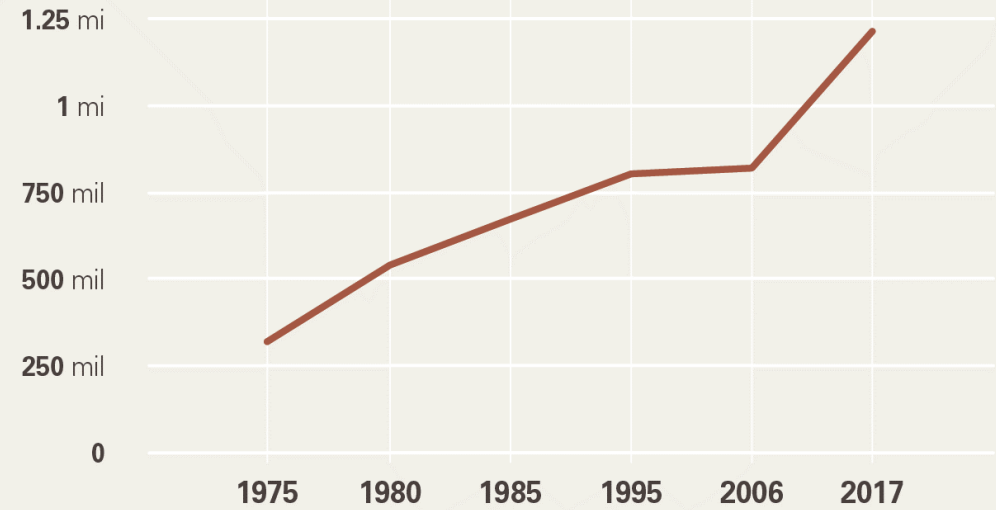
IBGE. **Tendências demográficas**: uma análise da sinopse preliminar do censo demográfico 2000. Rio de Janeiro: IBGE, 2001.

Pessoas ocupadas no agro e mercado de tratores no Brasil

Pessoas ocupadas



Tratores



Fonte: Censo Agropecuário 2017

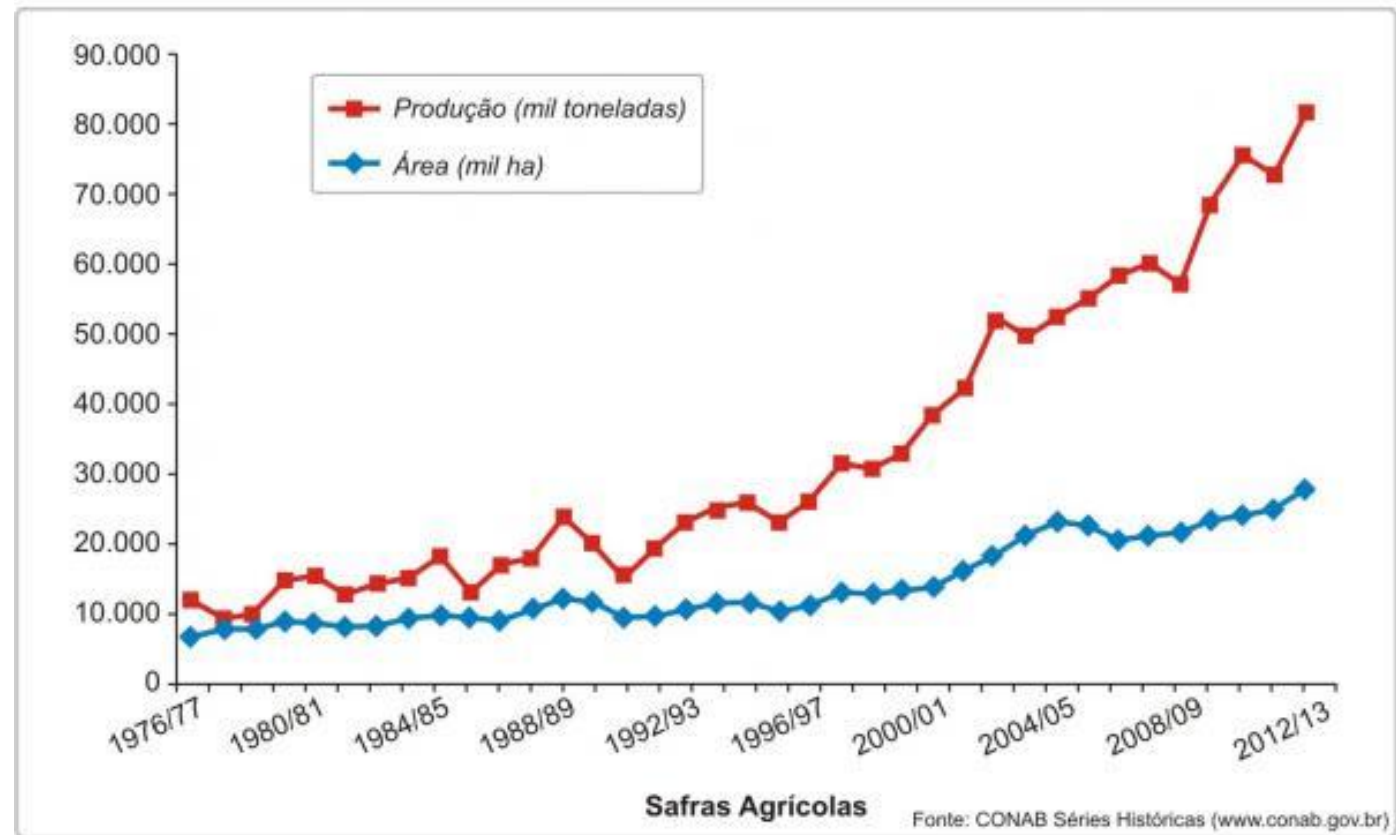
AGÊNCIA IBGE
NOTÍCIAS

O uso de máquinas é um importante fator impulsionador da produção agrícola brasileira nos últimos anos

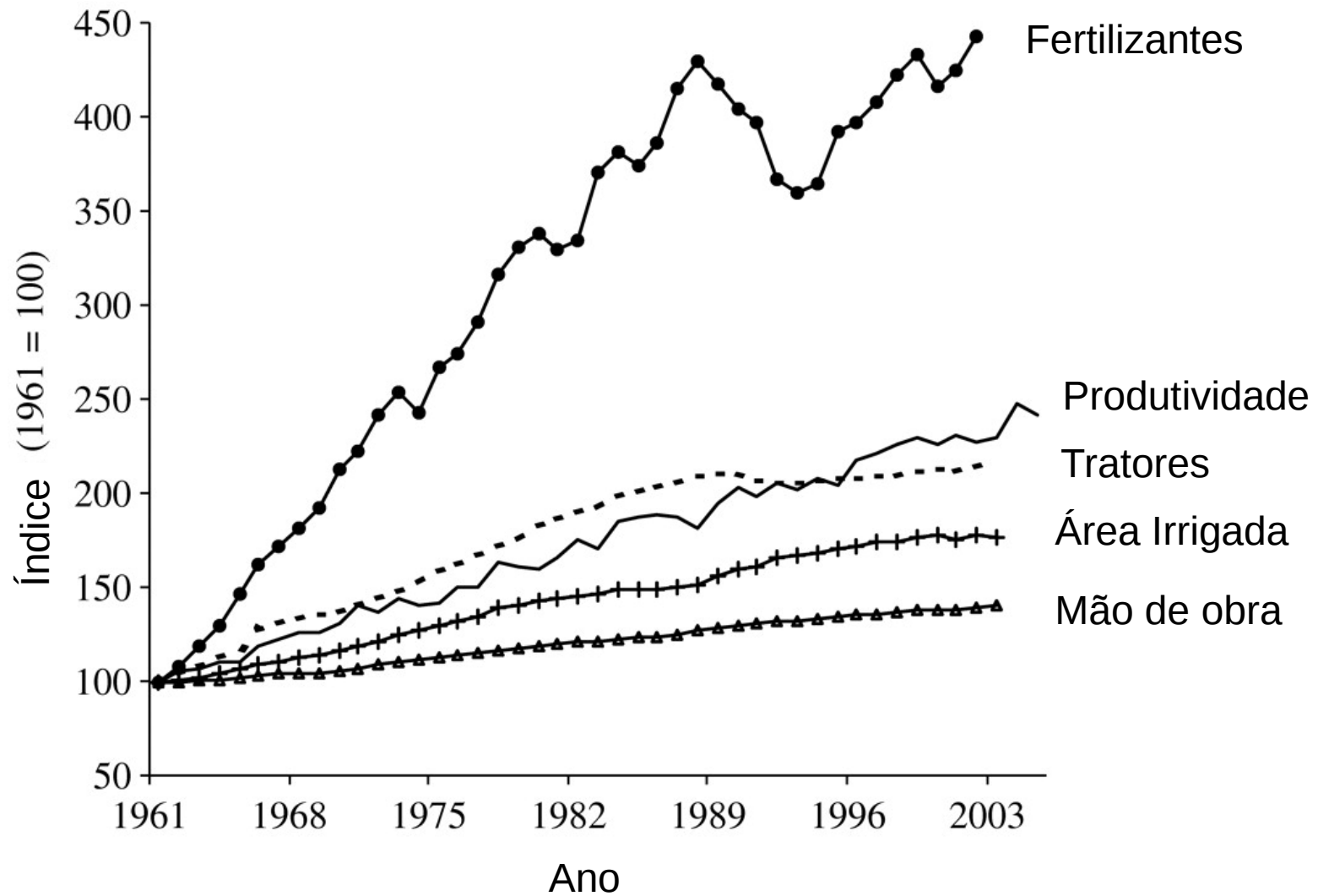
Cultivo em larga escala

Produção de mais de uma safra por ano

Compensação da redução de trabalhadores rurais



No Mundo



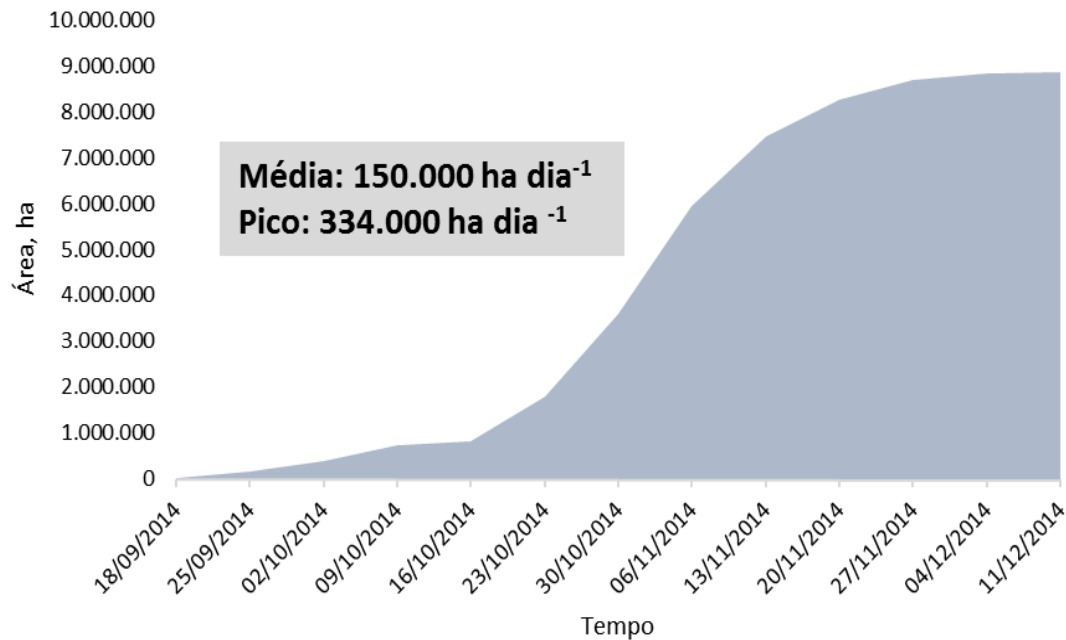
Drivers of change in global agriculture

Peter Hazell, Stanley Wood

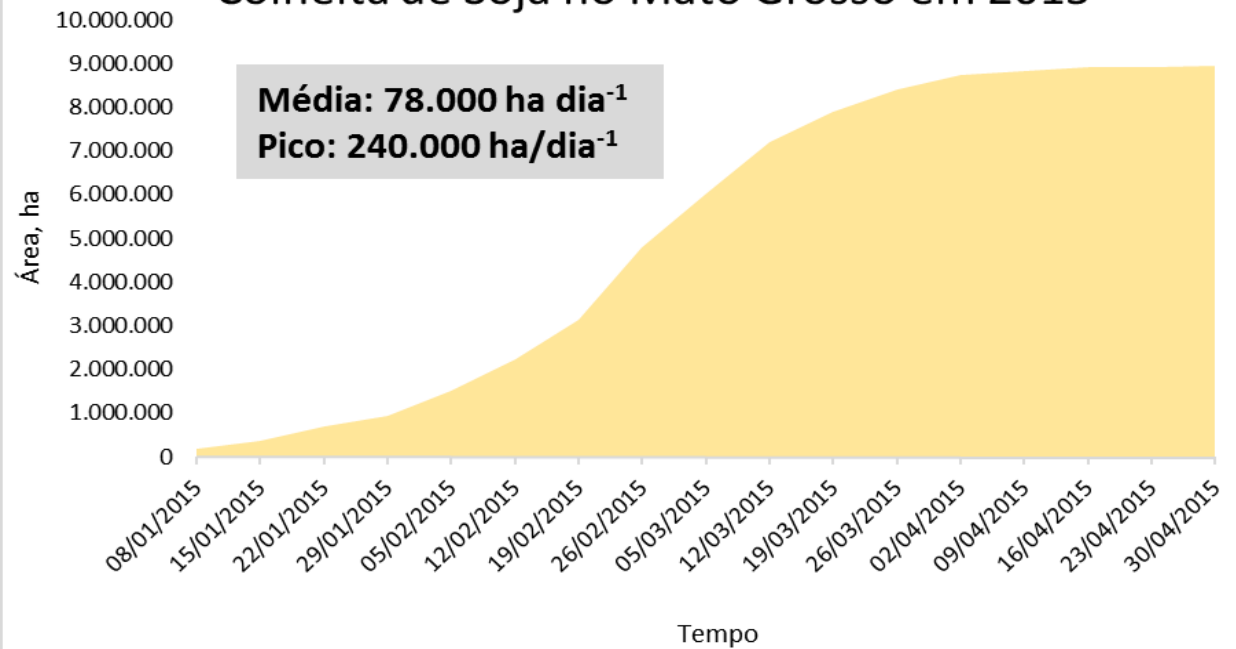
Phil. Trans. R. Soc. B 2008 363 495-515; DOI: 10.1098/rstb.2007.2166. Published 12 February 2008

Brasil

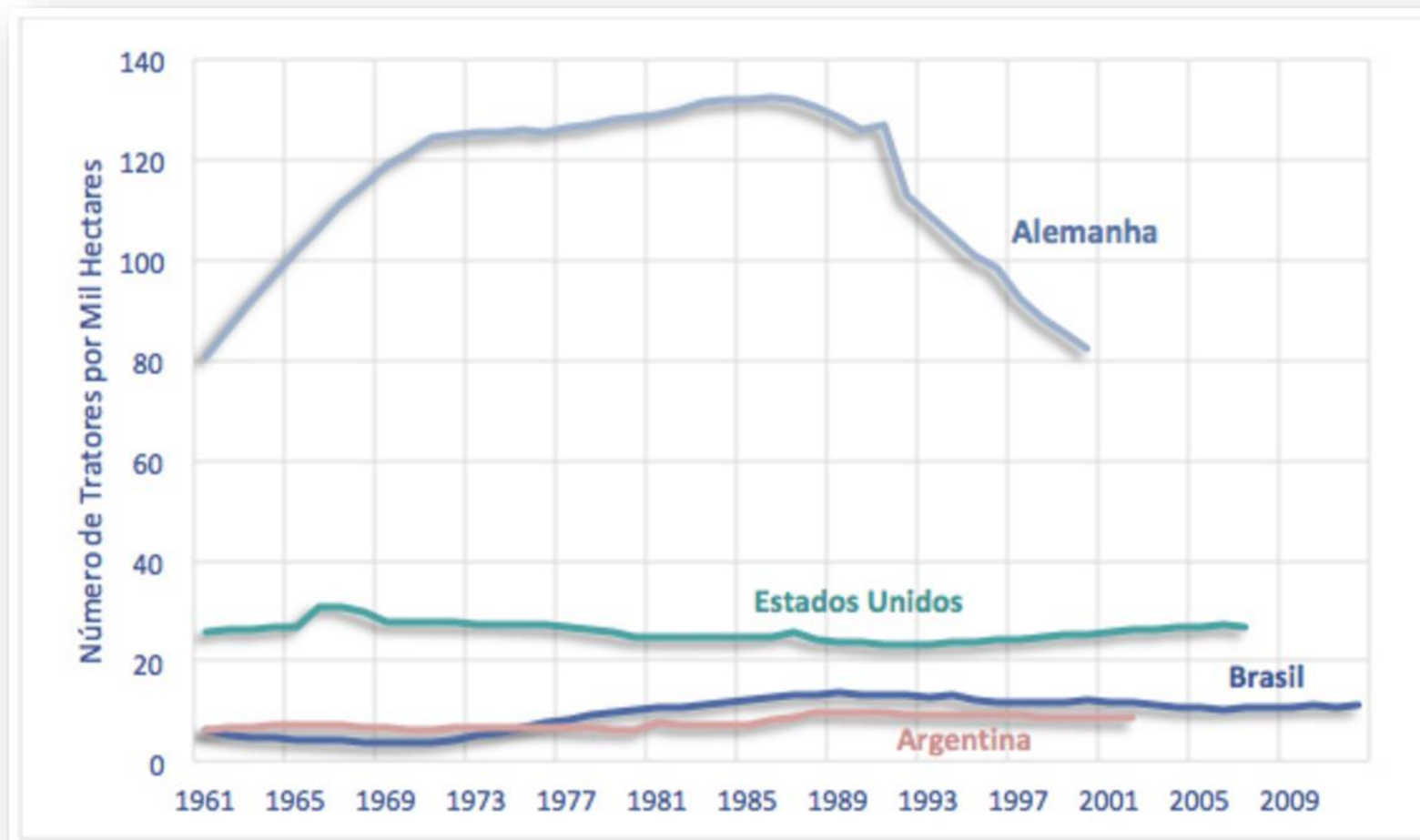
Semeadura de Soja no Mato Grosso em 2014



Colheita de Soja no Mato Grosso em 2015

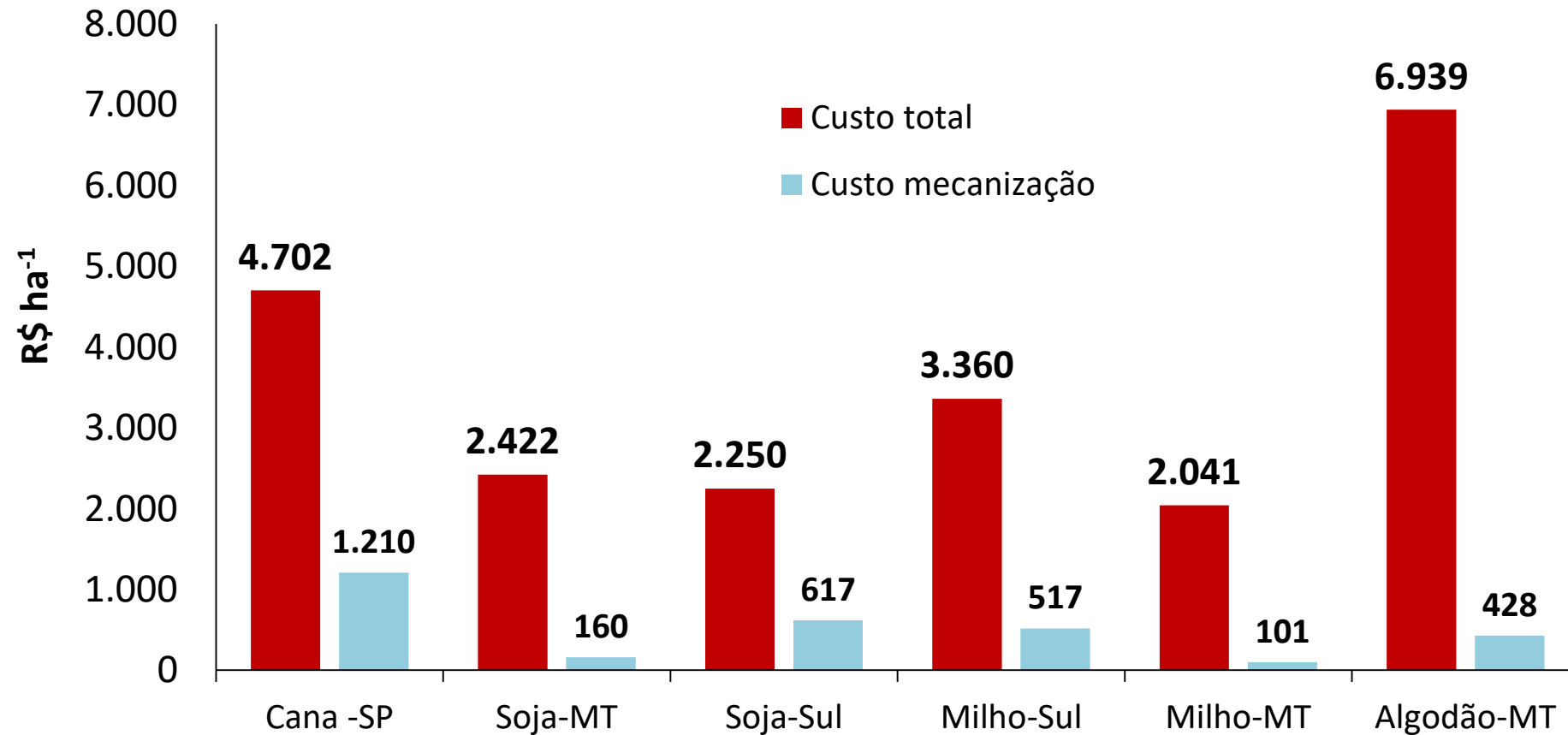


Índices de mecanização



Fonte: Céleres®, Anfavea. Elaboração: Céleres®. <http://celeres.com.br/o-setor-de-maquinas-agricolas-no-brasil-evolucao-nos-ultimos-anos-e-perspectivas/>

Participação do Custo da Mecanização no Custo Total de Produção



Fontes: Cana-CEPEA 2013; Soja/Milho/Algodão MT - IMEA 2014; Soja/Milho Sul Epagri, 2014

Máquinas necessitam de manutenção!

- DESGASTE – o atrito entre as partes componentes do podem causar o aquecimento e o desgaste prematuro. **Lubrificantes** devem ser utilizados para proteger os componentes do desgaste e evitar o aquecimento excessivo



Máquinas necessitam de manutenção!

- PRESENÇA DE IMPUREZAS – no ar, combustível e óleo lubrificante. Levam ao mal funcionamento: entupimentos, abrasão, desgaste acentuado. **Filtros** são utilizados para evitar que impurezas atinjam componentes internos.
- CALOR – o processo de combustão gera calor que precisa ser mantido em níveis adequados para evitar quebra de componentes. O sistema de arrefecimento mantém a temperatura ótima de trabalho.



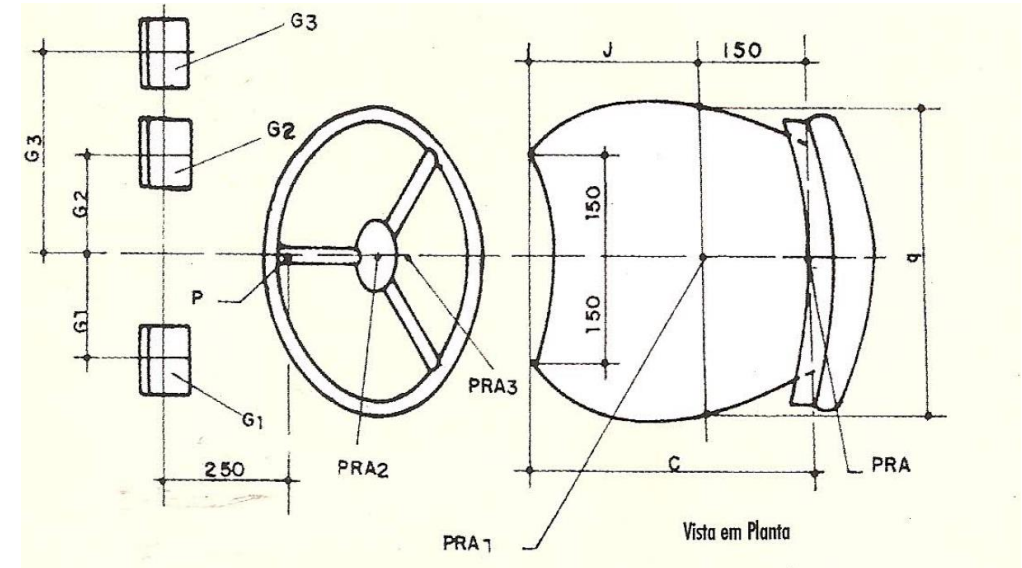
Ergonomia: Posto de Trabalho do Operador

Dimensões no posto de operação

Distância mínima entre assento e teto → 1000 mm

Distância mínima entre plano médio do assento e paredes laterais 400mm

Separação de pelo menos 50 mm entre comandos e parede lateral



Medida	Descrição	Valor (mm)	
		Mínimo	Máximo
C	Comprimento do assento	350	450
Q	Largura do assento	450	-
G1	Distância do pedal da embreagem à linha central longitudinal do trator	75	300
G2	Distância do pedal esquerdo do freio à linha central longitudinal do trator	75	-
G3	Distância do pedal direito do freio à linha central longitudinal do trator	-	300





<https://agxeed.com/>



Operações mecanizadas



Sintetizando

- Em pouco mais de um século, através do emprego das máquinas e de outros avanços a população global deixou de ser predominantemente rural para ser urbana e em muitos países menos de 5% da população é responsável pela produção de alimentos.
- A compreensão da mecânica envolvida no funcionamento das máquinas é necessária à plena utilização destes recursos de produção.
- As máquinas são desenvolvidas para se ajustar às condições exigidas pelas culturas mas para que seu uso seja econômico devem apresentar dimensões adequadas, opções de regulagens que permitam versatilidade e eficiência no uso da energia.
- Manutenção, ergonomia, segurança, automação... são alguns dos campos do conhecimento necessários à utilização racional das máquinas agrícolas.