

Modelos de simulação da dinâmica do carbono no solo

Carlos Eduardo P. Cerri

TÓPICOS

1. Introdução a Matéria Orgânica do Solo: carbono
2. Modelos aplicados a pesquisas sobre MOS
3. Rothamsted Carbon Model (RothC v26.3)
4. Century Ecosystem Model (Century v4)

Modelos de simulação da dinâmica do carbono no solo

Carlos Eduardo P. Cerri

TÓPICOS

1. Introdução a Matéria Orgânica do Solo: carbono

2. Modelos aplicados a pesquisas sobre MOS

3. Rothamsted Carbon Model (RothC v26.3)

4. Century Ecosystem Model (Century v4)

Rothamsted Carbon Model

RothC 26.3



IACR-Rothamsted

Dr. Kevin Coleman
Dr. David Jenkinson

Rothamsted Carbon Model

Modelo para simulação do turnover do C no solo

Superfície do solo (0-30 cm)

Solos não saturados água

Originalmente:

Desenvolvido e parametrizado para os experimentos
de longa duração de Rothamsted (culturas anuais)

Atualmente:

Uso extendido para pastagem e floresta em diferentes
tipos de solos e condições climáticas

Rothamsted Carbon Model: estrutura

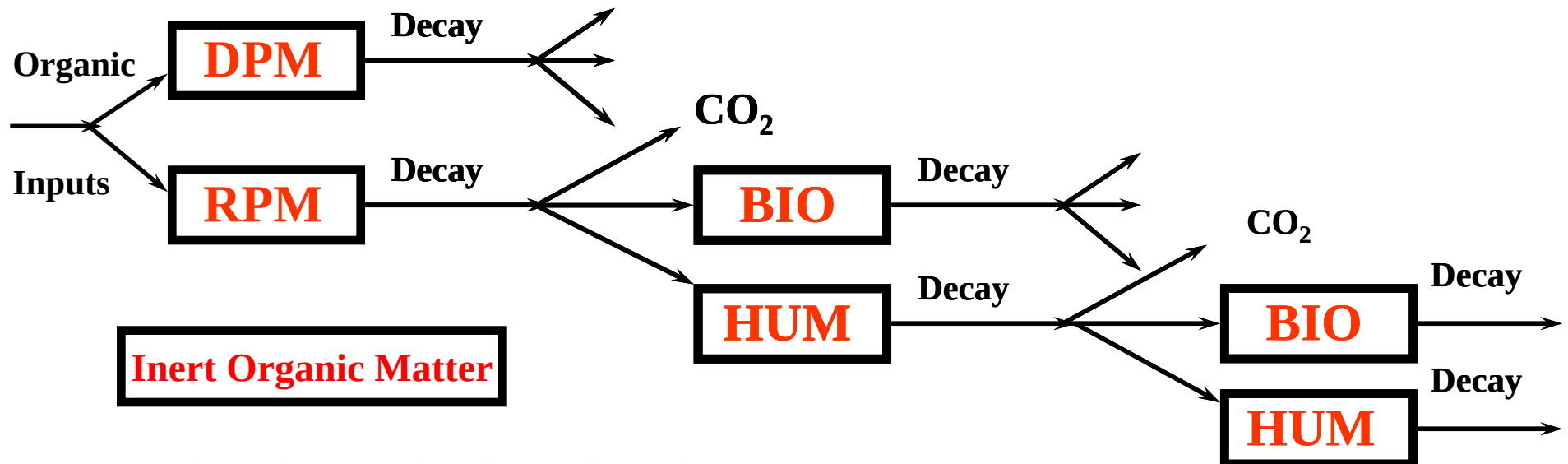
C solo $\Rightarrow$ dividido em 4 compartimentos ativos e pequena quantia IOM

DPM = decomposable plant material

BIO = microbial biomass

RPM = resistant plant material

HUM = humus



ION é resistente ao intemperismo através processo de 1ª ordem.

BIDOM e HUM são de então de enciparad formar 46%, BBO e 54% MUM.

A idade da fração IOM é assumida como sendo 50.000 anos. A proporção de ^{14}C estimada para o mesmo se tornando, e para BLOB e MUM. implicando que esta contém pouquíssimo ou nada de ^{14}C é determinada pelo conteúdo de argila no solo

Rothamsted Carbon Model: dados necessários (entrada)

- Evaporação, precipitação, temperatura (mensal)
- % Argila do solo
- % C do solo
- Densidade do solo
- C introduzido por adições vegetais
- Tipo de cobertura vegetal
- Resíduos / adubações orgânicas (FYM)
- Profundidade da camada amostrada (cm)

Rothamsted Carbon Model: dados simulados (saída)

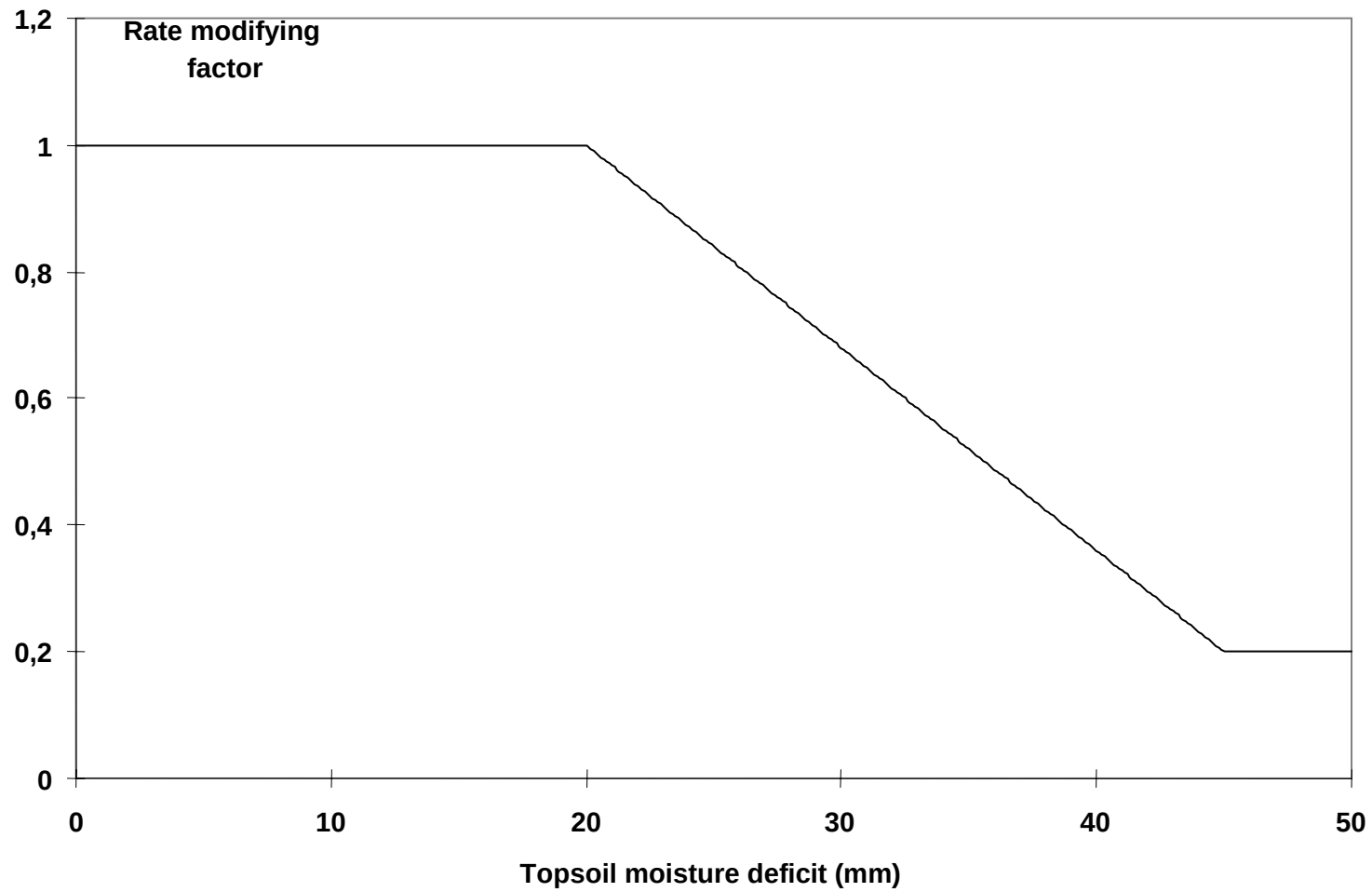
- **Carbono total no solo (t ha^{-1})**
- **Biomassa microbiana C (t ha^{-1})**
- **Dióxido de Carbono**
- **$\Delta^{14}\text{C}$**

Rothamsted Carbon Model: dados necessários (entrada)

- **Precipitação (mm) e evapotranspiração (mm) mensais**

Usadas para calcular a umidade do solo

The rate modifying factor for moisture

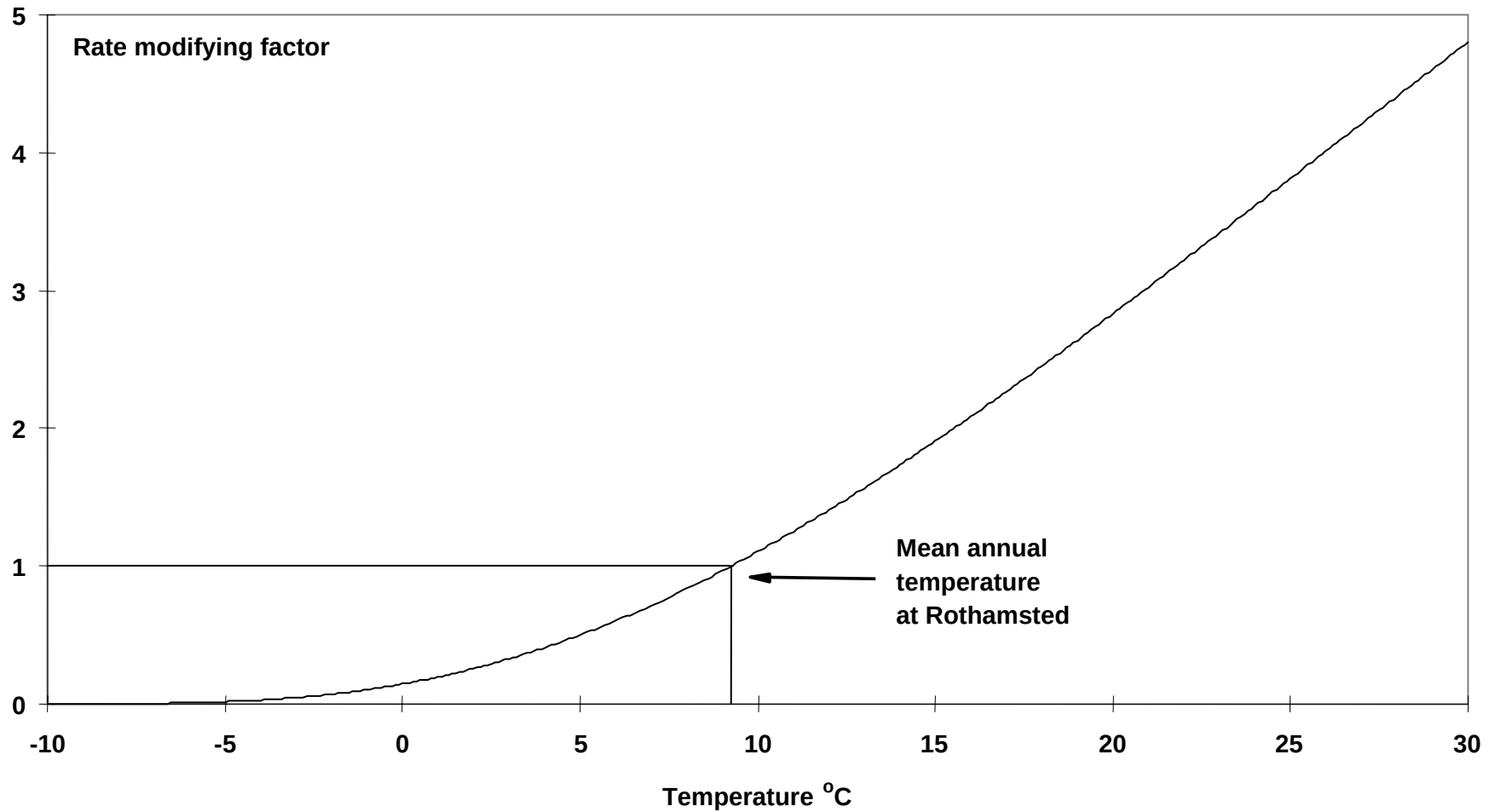


Rothamsted Carbon Model: dados necessários (entrada)

- **Temperatura média do ar (°C)**

A temperatura do ar representa satisfatoriamente a temperatura da superfície do solo

The rate modifying factor for temperature



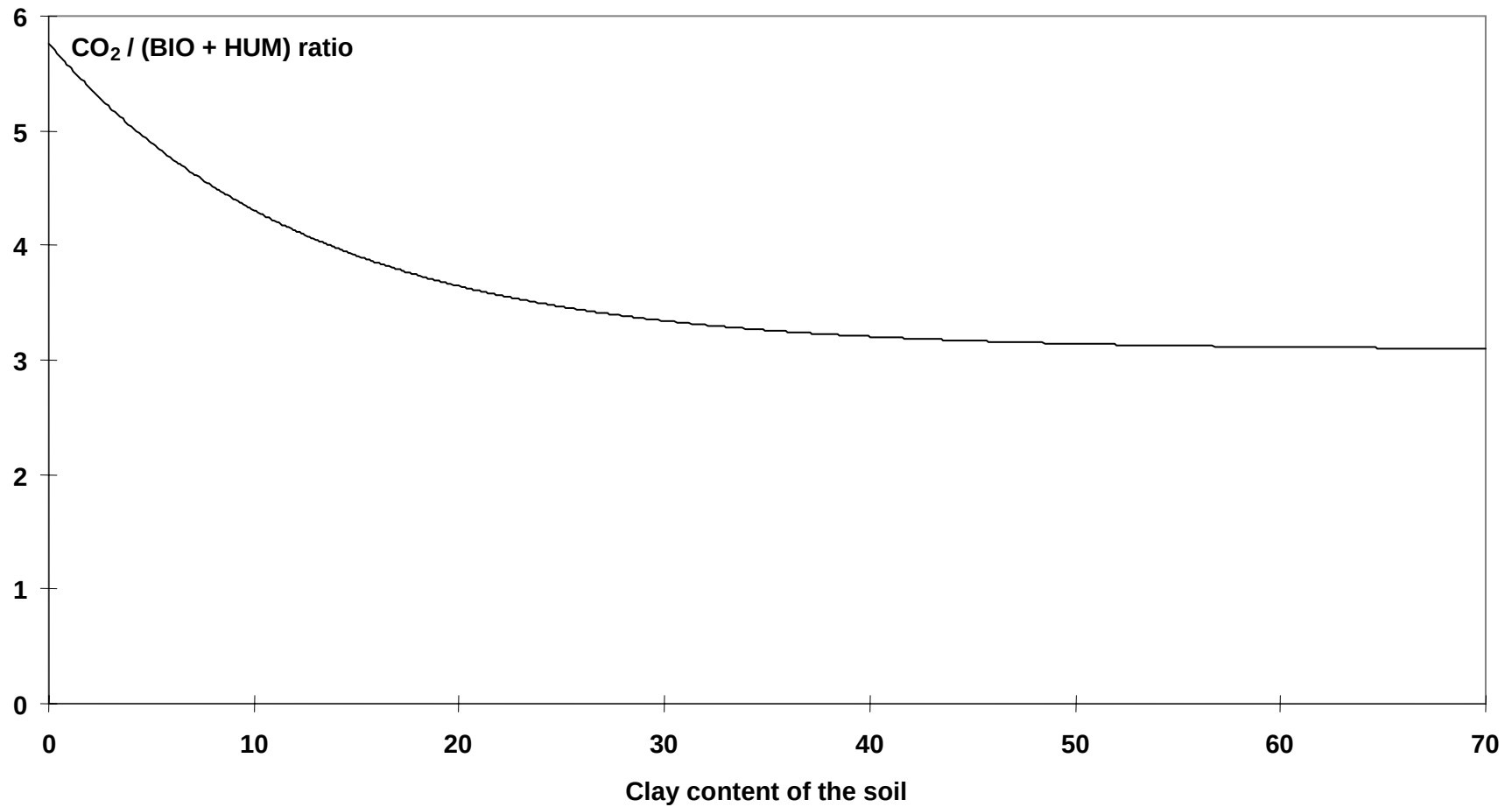
Rothamsted Carbon Model: dados necessários (entrada)

- **Conteúdo de argila do solo (em porcentagem)**

Usado para calcular quanto de água o solo pode armazenar em sua superfície

Afeta também a taxa de decomposição da MOS

The effect of clay on the ratio of CO₂ released to (BIO + HUM) formed



Rothamsted Carbon Model: dados necessários (entrada)

- **Adição de esterco (FYM) (t C ha^{-1}), se for o caso**

A quantidade de FYM adicionada ao solo é computada separadamente, pois possui taxas de decomposição distintas dos resíduos frescos (restos culturais)

Rothamsted Carbon Model: dados necessários (entrada)

- **Cobertura do solo (solo nú ou sob vegetação em um dado mês)**

Decomposição é mais acelerada em solos descobertos do que naqueles sob vegetação

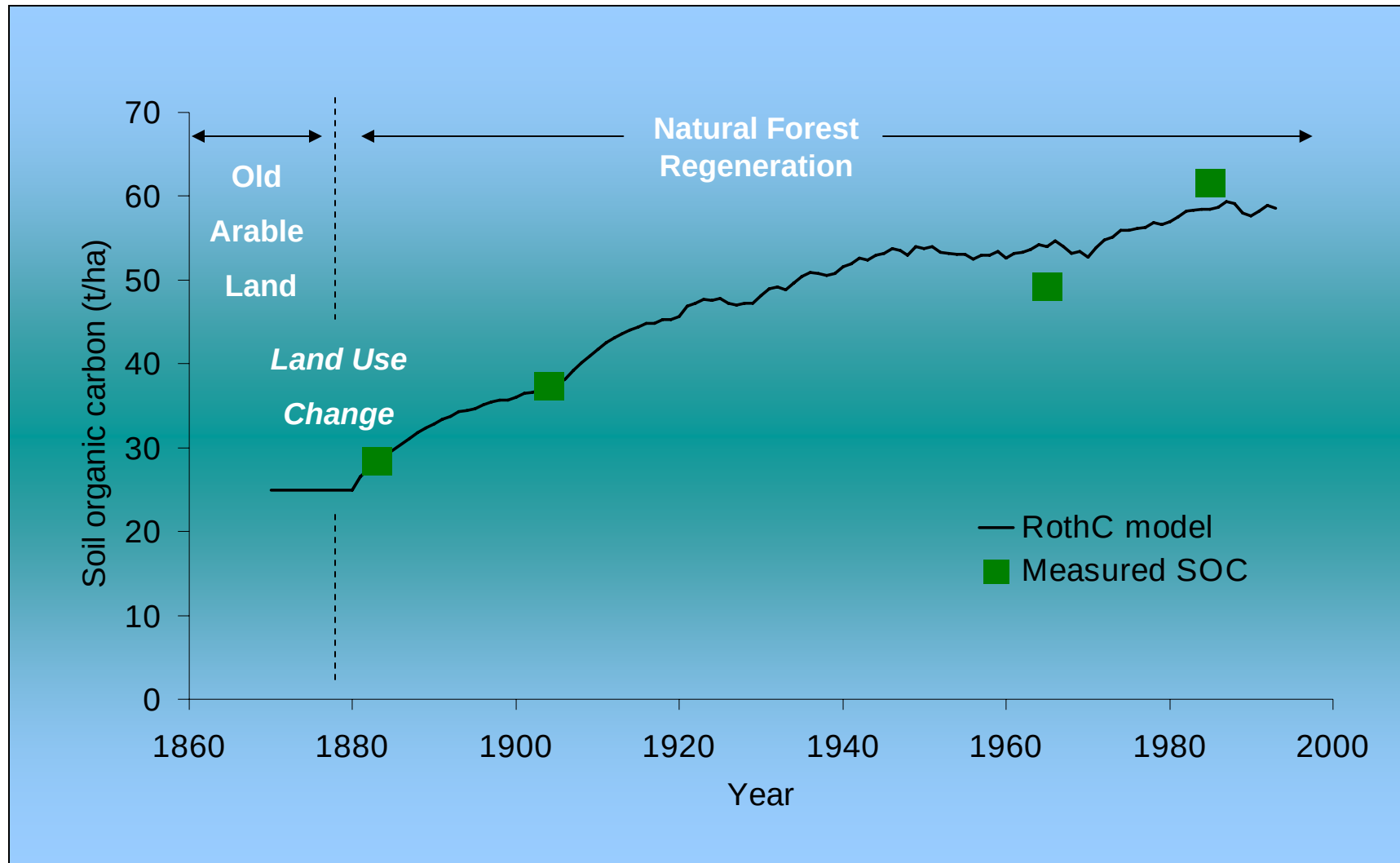
- **Adição mensal de C na forma de resíduos vegetais (t C ha⁻¹)**

É a quantidade de C que é adicionada ao solo, por mês, incluindo o C liberado pelas raízes

Se essa quantia não é conhecida $\Rightarrow$ RothC pode ser executado usando o 'inverse mode', que gera a quantidade necessária através de valores de C total no solo e clima

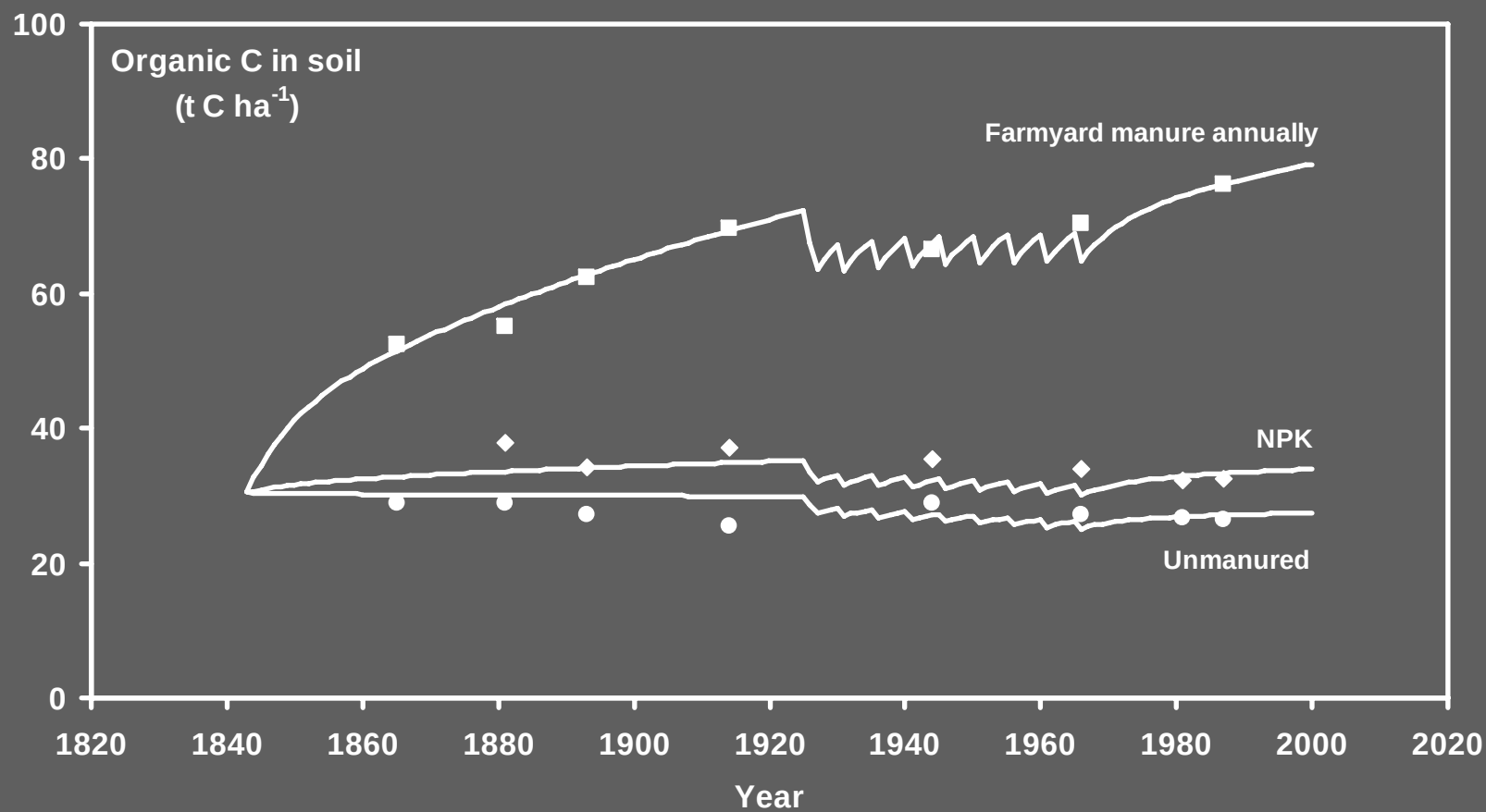
Exemplos de aplicações do modelo RothC

RothC evaluation with long-term data: Geescroft Wilderness

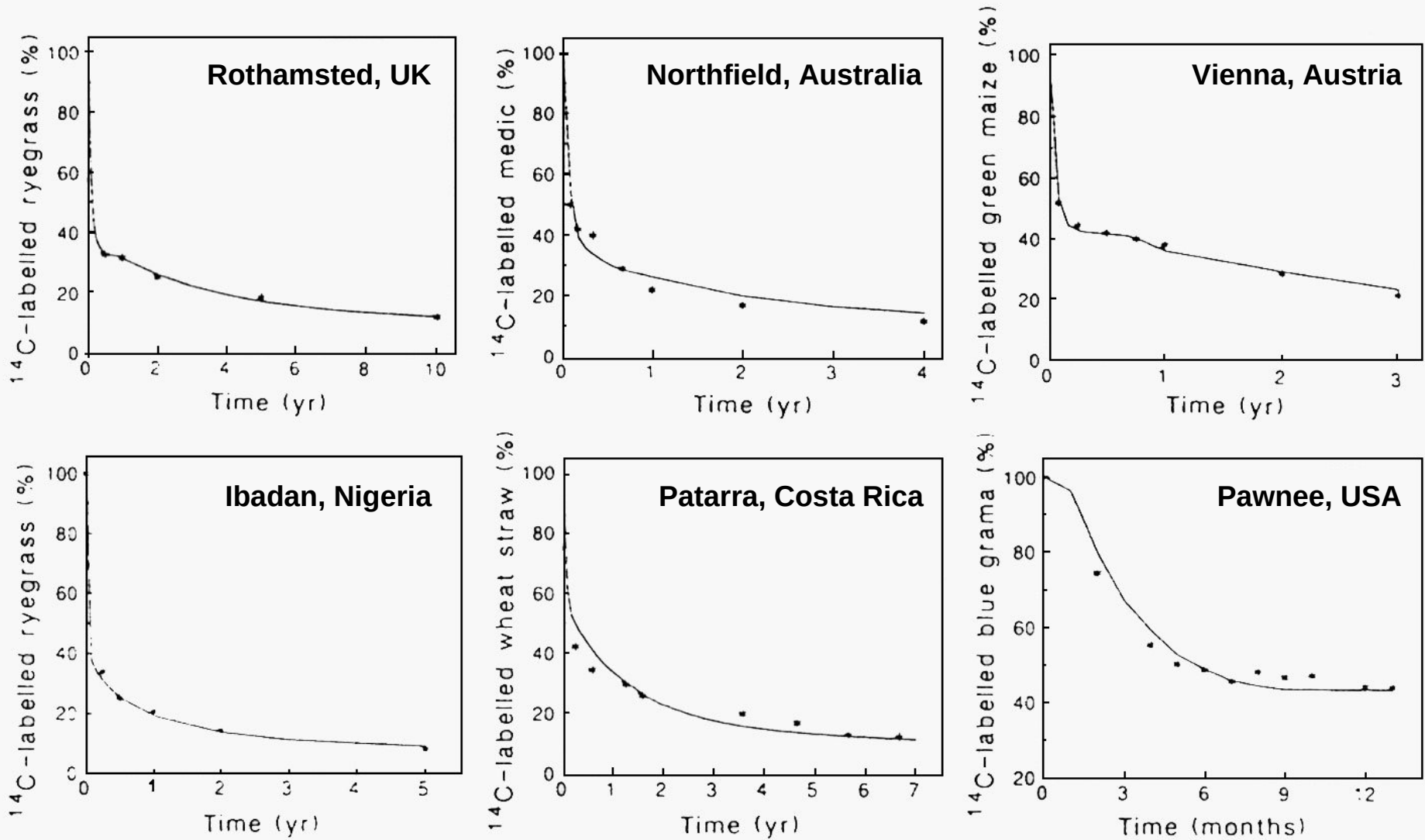


Coleman et al. (1997)

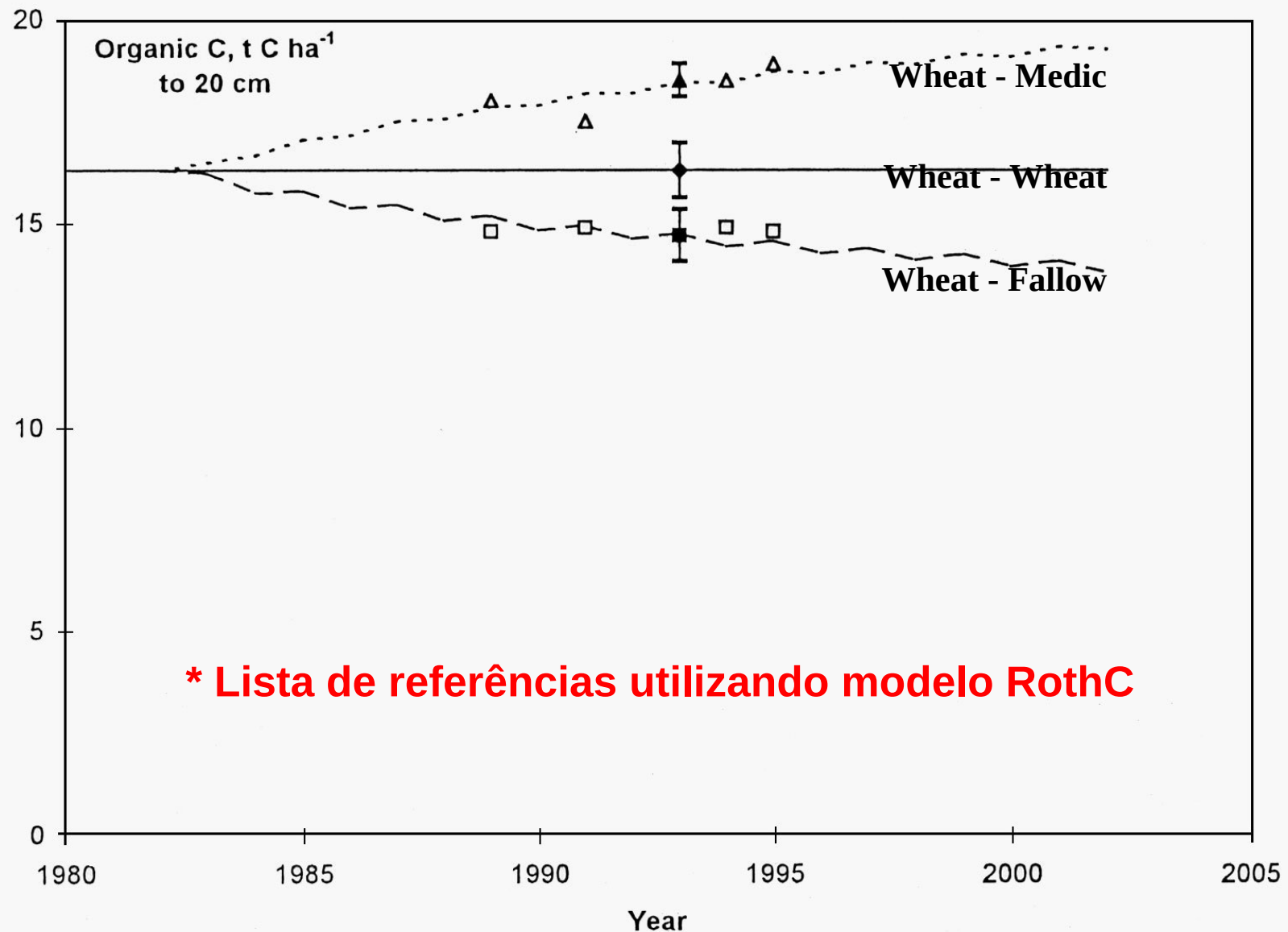
Broadbalk continuous wheat experiment
Data modelled by RothC-26.3 (solid lines)



Modelled and measured data for the decomposition of plant material uniformly labelled with ^{14}C



Modelled and measured data for three treatments from a two course cereal rotation in Syria

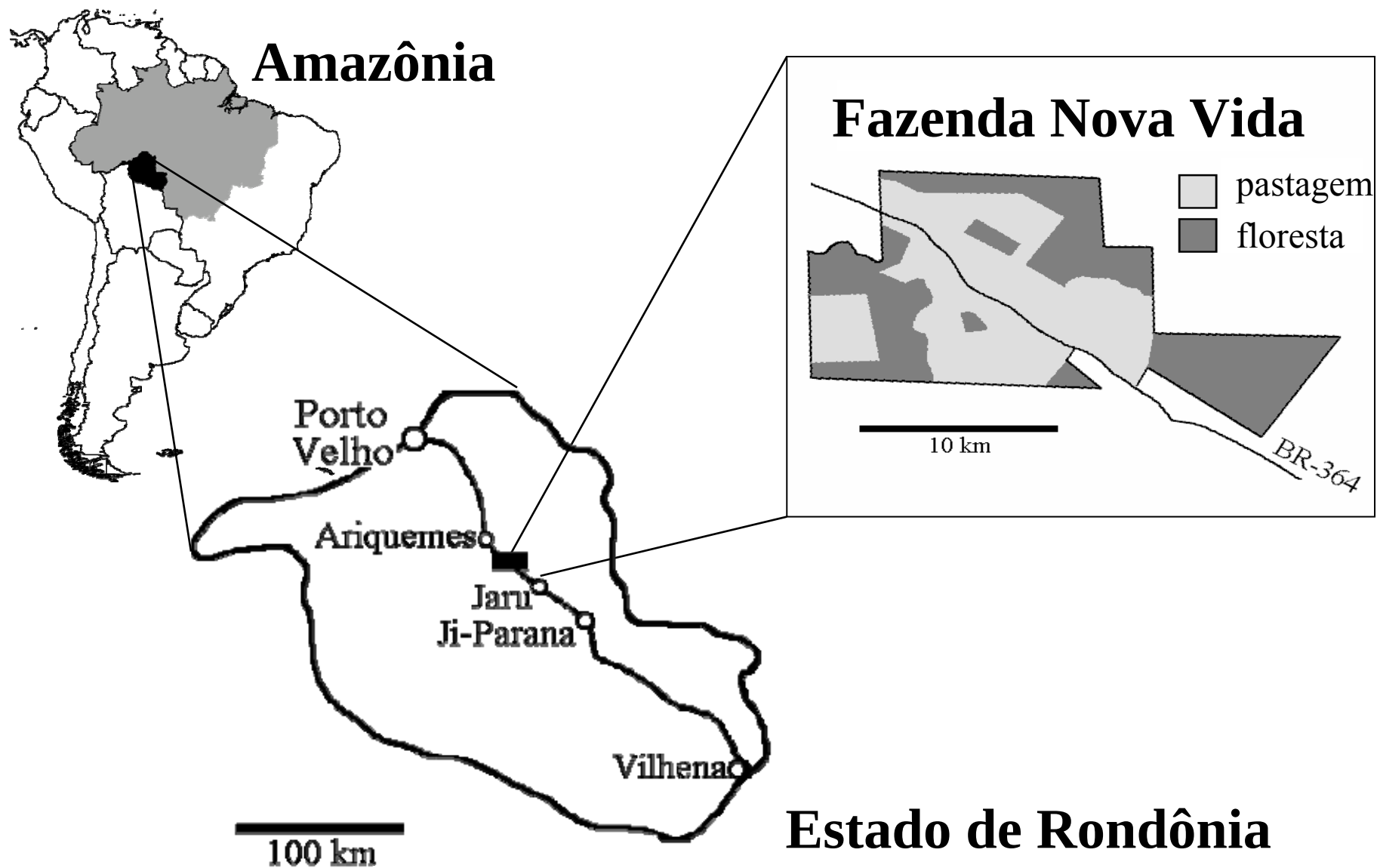


Exemplo de aplicação do modelo RothC em pesquisas sobre dinâmica da MOS no Brasil

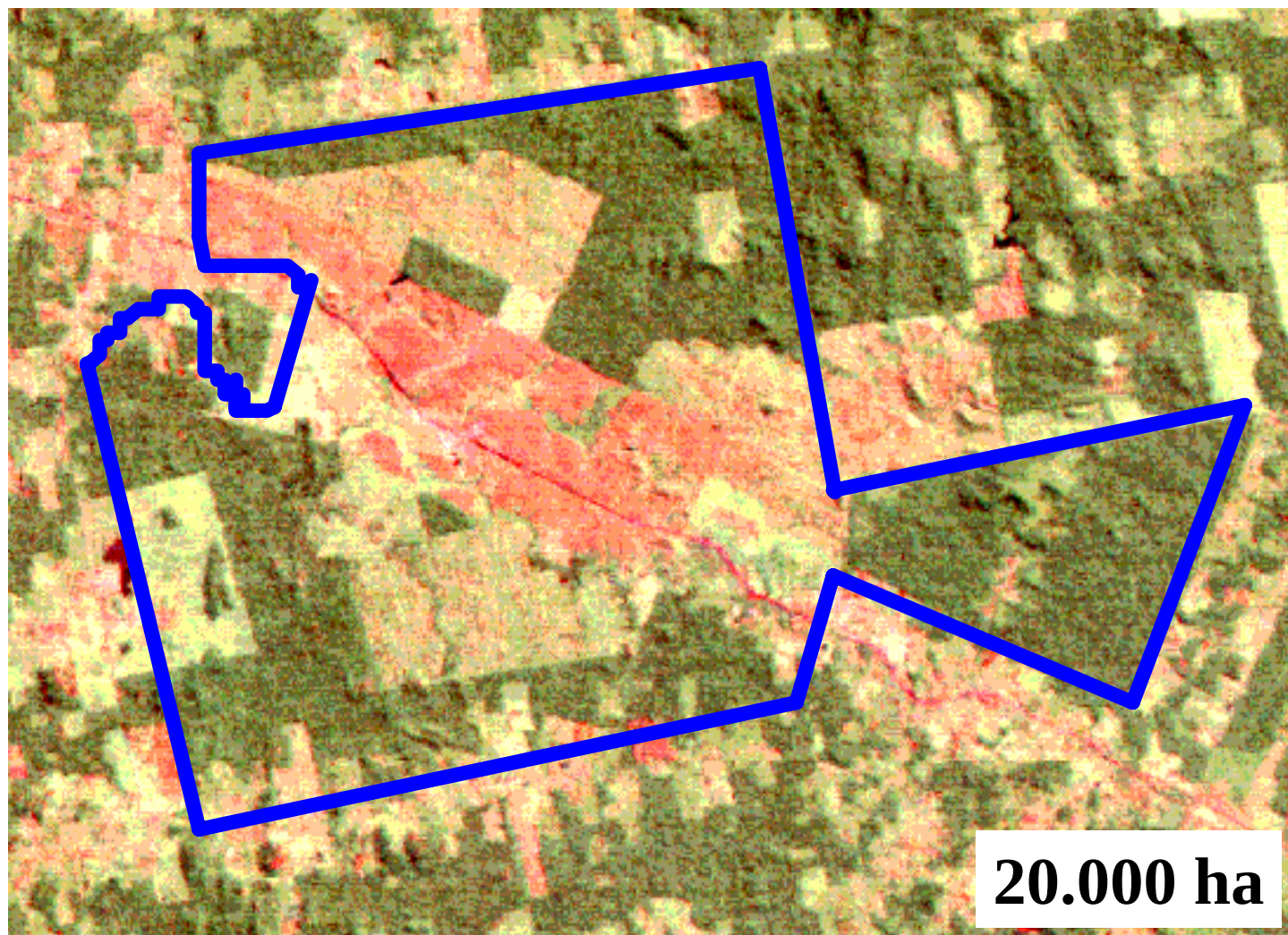
Cronossequência Floresta-Pastagem em Rondônia

Cerri et al. (2003) Soil Science Society of America Journal

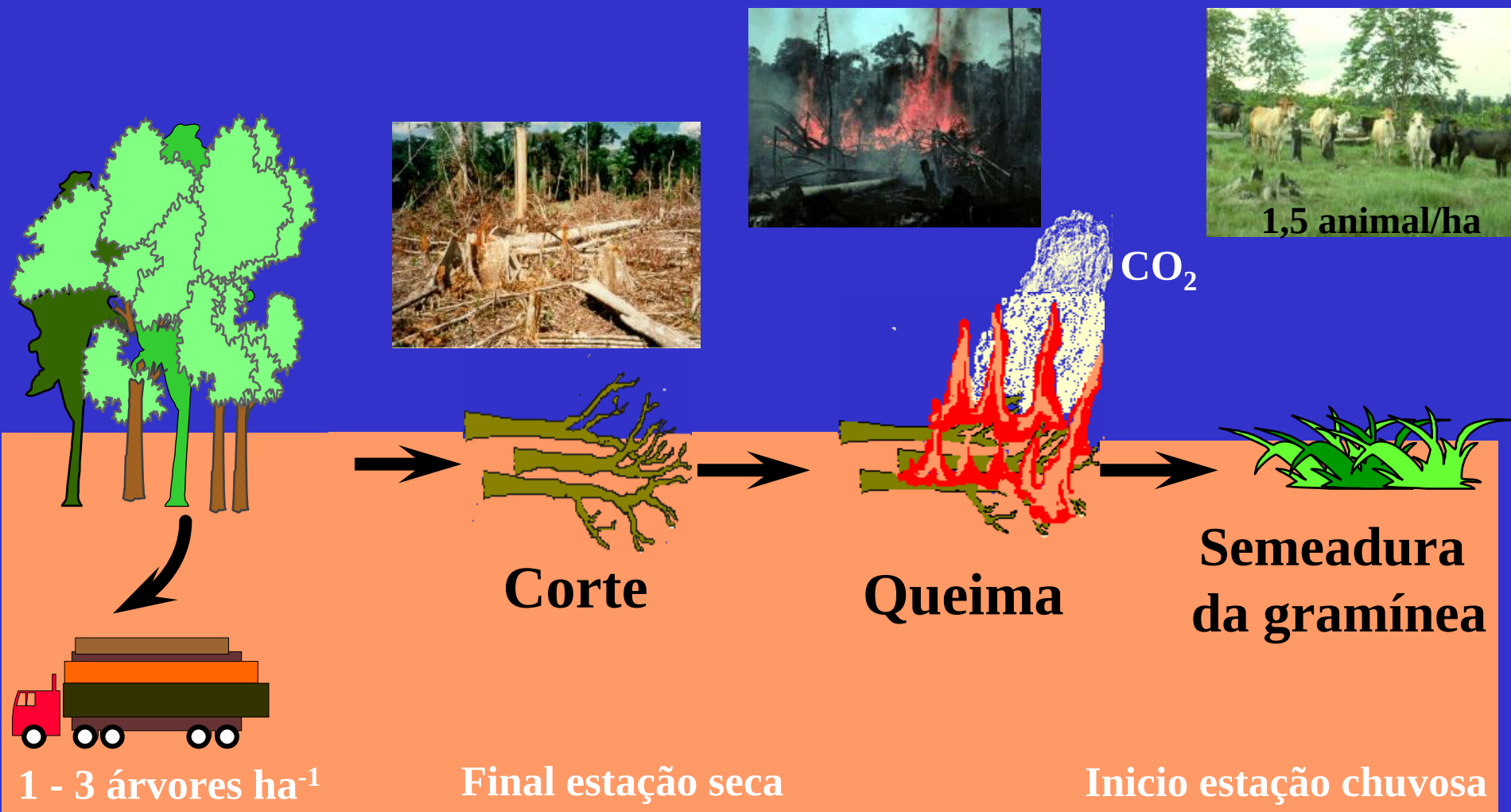
ÁREA DE ESTUDO



ÁREA DE ESTUDO



Derrubada e queima (“Slash and Burn”)

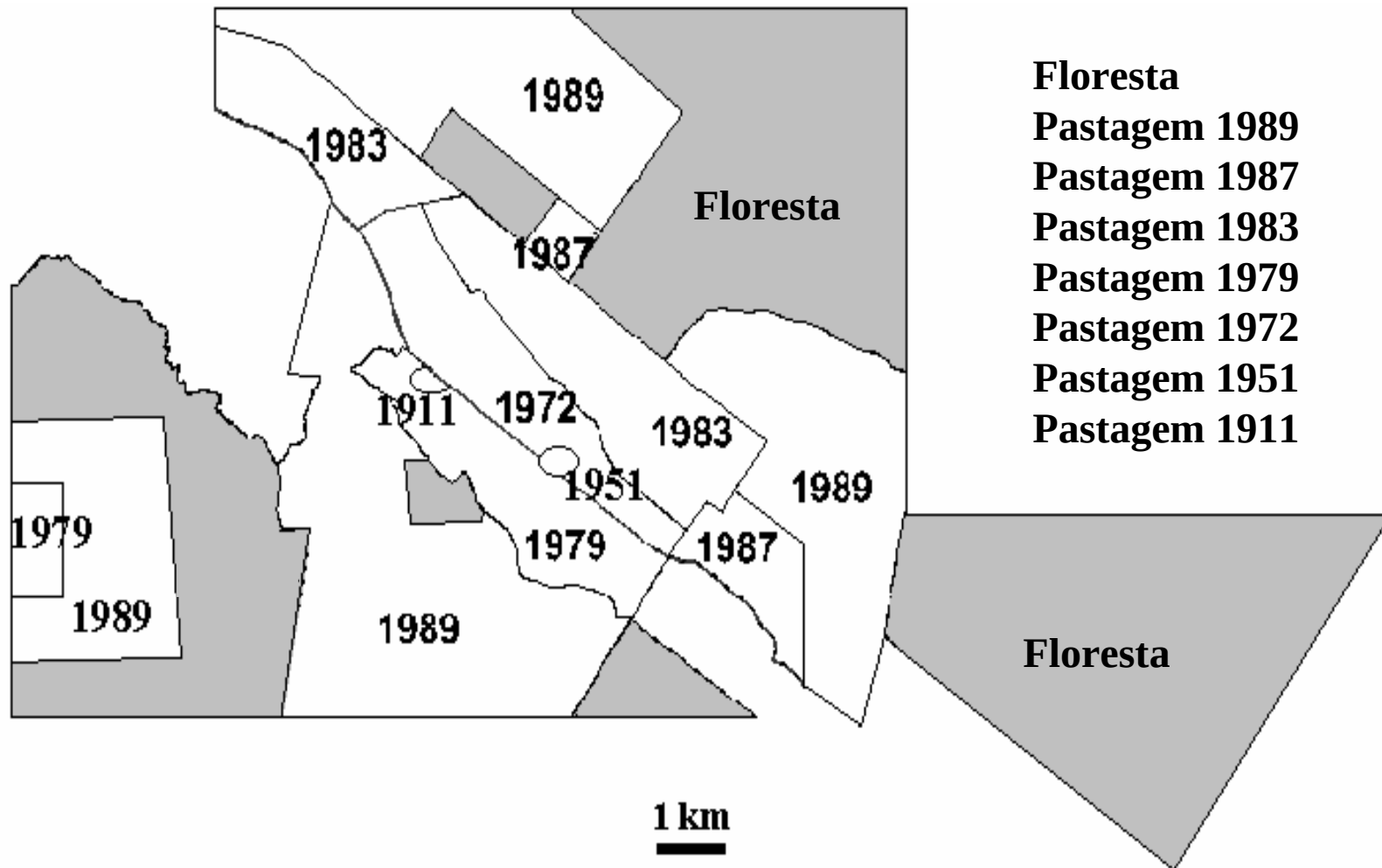


~~Fertilizante~~ ~~Mecanização~~

ÁREA DE ESTUDO



Cronosseqüência floresta-pastagem



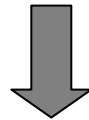
Cronosseqüência



Pastagens criadas em 1989, 1987, 1983, 1979, 1972, 1951 e 1911

+

Amostragens em 1999, 1994, 1993, 1992 e 1991



Situações de floresta e pastagens com idades: 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 19, 20, 21, 27, 41, 42, 81, 82 e 88 anos

SOLOS (amostrados em 1999, 1994, 1993, 1992, 1991)

Uso da terra	Argila [¶]	C [‡]	N [§]	Densidade [#]	pH (H ₂ O) ^φ
	g kg ⁻¹			Mg m ⁻³	
	<u>0-5cm</u>				
Floresta	183	15.00 (4,7) ^{**}	1,3 (0,3)	1,19 (0,05)	5,1 (0,5)
Pastagem desde 1989	185	15.60 (6,3)	1,4 (0,5)	1,32 (0,11)	6,8 (1,1)
Pastagem desde 1987	259	22.20 (12,2)	1,7 (1,1)	1,32 (0,14)	7,6 (0,5)
Pastagem desde 1983	196	19.70 (6,4)	1,3 (0,4)	1,48 (0,09)	6,1 (0,2)
Pastagem desde 1979	203	20.10 (10,1)	1,5 (0,5)	1,36 (0,11)	6,1 (0,1)
Pastagem desde 1972	223	21.40 (5,8)	1,5 (0,6)	1,25 (0,10)	5,7 (0,4)
Pastagem desde 1951	248	20.20 (5,4)	1,3 (0,4)	1,32 (0,10)	5,9 (0,3)
Pastagem desde 1911	131	23.80 (3,2)	1,6 (0,7)	1,28 (0,05)	5,9 (0,4)
	<u>5-10cm</u>				
Floresta	264	9.80 (1,7)	0,9 (0,2)	1,37 (0,08)	4,7 (0,2)
Pastagem desde 1989	289	8.50 (1,9)	0,8 (0,2)	1,40 (0,08)	6,4 (1,0)
Pastagem desde 1987	316	11.40 (2,7)	1,0 (0,8)	1,41 (0,08)	7,2 (0,3)
Pastagem desde 1983	288	11.30 (1,9)	0,9 (0,1)	1,52 (0,10)	6,1 (0,3)
Pastagem desde 1979	242	9.80 (2,0)	0,7 (0,1)	1,41 (0,05)	6,1 (0,3)
Pastagem desde 1972	237	13.30 (3,3)	1,1 (3,0)	1,39 (0,08)	5,7 (0,3)
Pastagem desde 1951	251	16.20 (4,1)	1,1 (1,8)	1,40 (0,13)	5,9 (0,4)
Pastagem desde 1911	160	16.00 (2,4)	1,2 (0,9)	1,39 (0,07)	5,9 (0,5)
	<u>10-20cm</u>				
	<u>20-30cm</u>				

Dados climáticos (estação meteorológica em área de pastagem da Fazenda)

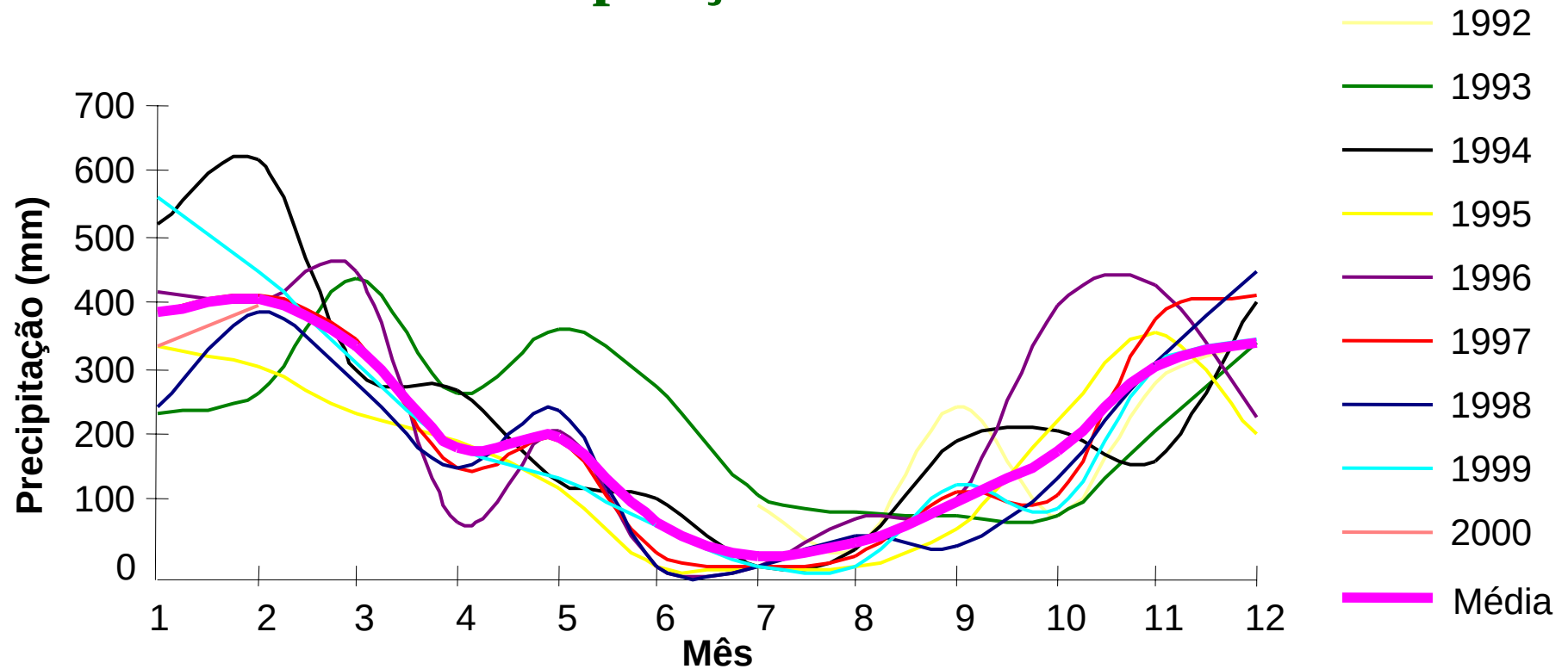
Mês	Temperatura [†]	Precipitação [‡]	Evaporação [#]
	°C	-----mm-----	
Janeiro	26.21	418	160
Fevereiro	21.39	423	144
Março	21.28	256	168
Abril	27.48	247	158
Maio	26.22	144	161
Junho	25.12	60	144
Julho	23.90	0	148
Agosto	23.70	0	176
Setembro	23.48	111	172
Outubro	23.93	96	182
Novembro	22.76	302	178
Dezembro	29.31	325	174

[†] Temperatura média mensal, calculada utilizando 4 anos de dados.

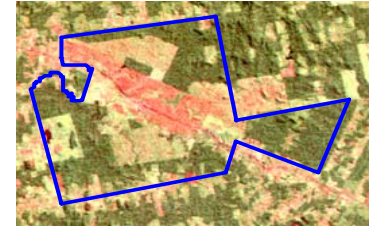
[‡] Precipitação média mensal, calculada utilizando 9 anos de dados.

[#] Evaporação média mensal (1 ano de dados disponíveis).

Precipitação



Simulações

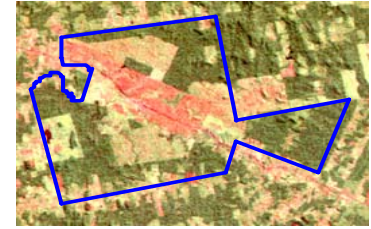


A) RothC $\Rightarrow$ 10.000 anos para condições de floresta

Estimar os estoques C do solo em equilíbrio dinâmico

B) RothC $\Rightarrow$ 100 anos para condições de pastagem

Simulações



A) RothC $\Rightarrow$ 10.000 anos para condições de floresta

Estimar os estoques C do solo em equilíbrio dinâmico

B) RothC $\Rightarrow$ 100 anos para condições de pastagem

Modelling soil data of the Nova Vida Chronosequence

A) RothC $\Rightarrow$ 10.000 anos para condições de floresta

Estimar os estoques C do solo em equilíbrio dinâmico

Estimativa da resistência a decomposição do material vegetal adicionado

- For a deciduous or tropical woodland a DPM/RPM ratio is 0.25
ou seja 20% do material vegetal é DPM e 80% é RPM
- “Weather file”: dados meteorológicos da Fazenda Nova Vida

A) RothC $\Rightarrow$ 10.000 anos para condições de floresta

Se não houver medidas disponíveis de radiocarbono

IOM pode ser estimada utilizando a equação abaixo (Falloon *et al*, 1998)

$$IOM = 0.049 TOC^{1.139}$$

sendo *IOM* a fração “Inert organic matter” (t C ha⁻¹)

TOC o Carbono Orgânico Total do solo (t C ha⁻¹)

A) RothC $\Rightarrow$ 10.000 anos para condições de floresta

Exemplo:

Land Use	Total Carbon ^{† ‡}	ECEC [‡]	Base saturation [‡]	Biomass C ^{# φ}
	t ha ⁻¹	cmol(+) kg ⁻¹	%	t C ha ⁻¹
Forest	15.7 (0.92)	6.09	45	0.3951 (0.00)
Pasture since 1989	16.2 (1.50)	6.90	93	0.2925 (0.00)
Pasture since 1987	22.8 (2.61)	8.41	96	0.4068 (0.02)
Pasture since 1983	23.2 (1.19)	5.32	91	0.4027 (0.17)
Pasture since 1979	20.6 (0.91)	3.79	86	0.6732 (0.00)
Pasture since 1972	22.3 (1.98)	4.57	58	0.5835 (0.06)
Pasture since 1951	24.7 (2.31)	4.75	73	0.7075 (0.07)
Pasture since 1911	26.7 (1.67)	4.74	82	0.6623 (0.06)

Data from: [†] Moraes et al (1996); [‡] Neill et al (1997); [#] Feigl et al (1995); ^φ Fernandes et al (2001).

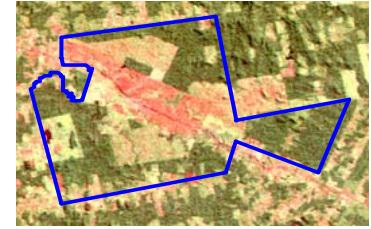
A) RothC $\Rightarrow$ 10.000 anos para condições de floresta

Exemplo:

TOC medido é **15.7 t C ha⁻¹** (Tabela)

Equação Falloon et al (1998) $\Rightarrow$ IOM é **1.13 t C ha⁻¹**

Simulações



A) RothC $\Rightarrow$ 10.000 anos para condições de floresta

Estimar os estoques C do solo em equilíbrio dinâmico

B) RothC $\Rightarrow$ 100 anos para condições de pastagem

B) RothC $\Rightarrow$ 100 anos para condições de pastagem

DPM/RPM ratio

Estimativa da resistência a decomposição do material vegetal adicionado

- For grassland: DPM/RPM ratio is 1.44

ou seja 59% DPM e 41% RPM

B) RothC $\Rightarrow$ 100 anos para condições de pastagem

1) Utilizar dados medidos de C adicionado via material vegetal

Ex: produtividade da gramínea (parte aérea + raízes)

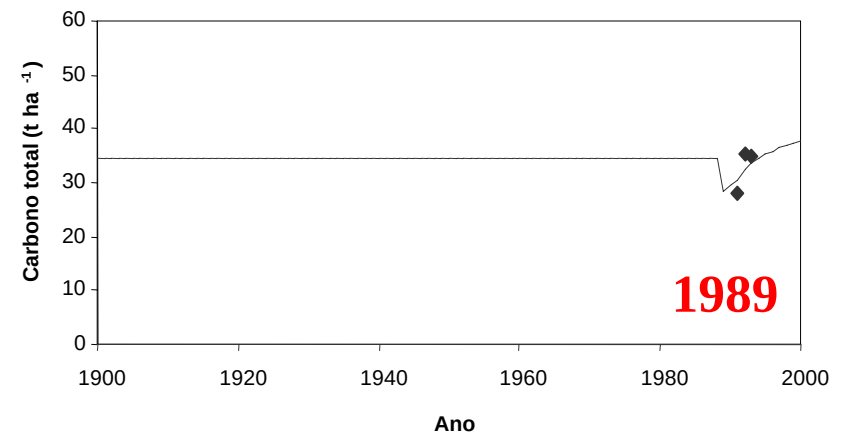
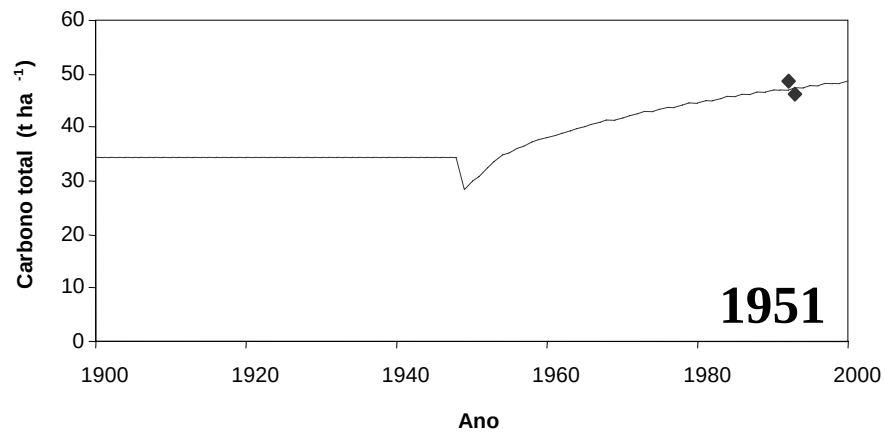
2) Utilizar o “inverse mode” do RothC (aceitação?!?)

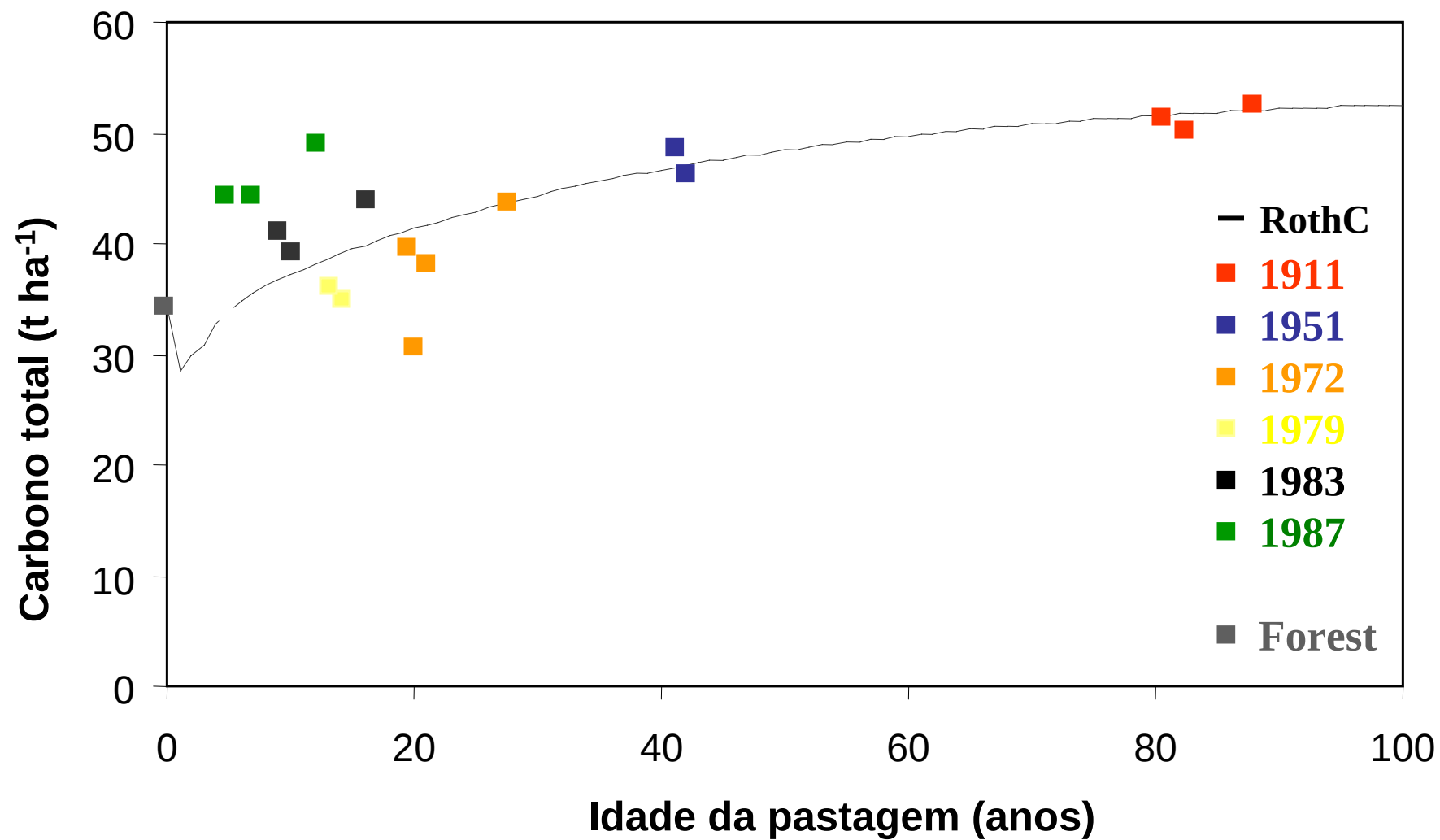
2.1) Pastagem criada 1951 $\Rightarrow$ usada como referência para a quantidade de C adicionado ao solo

2.2) A quantidade estimada pelo modelo para a pastagem criada em 951 $\Rightarrow$ utilizada para as 6 demais pastagens

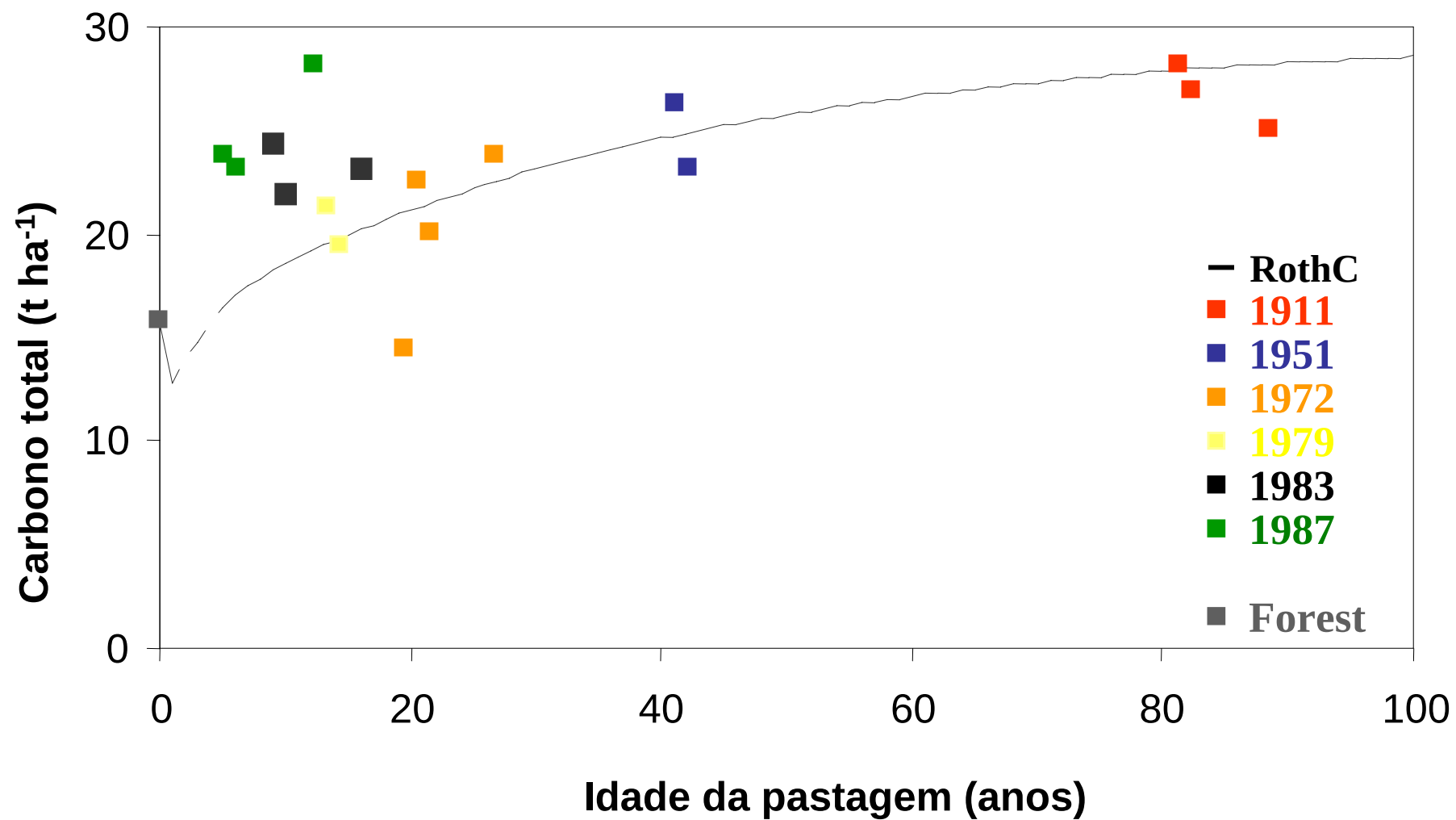
Parametrização: pastagem criada em 1951 (0-30cm)



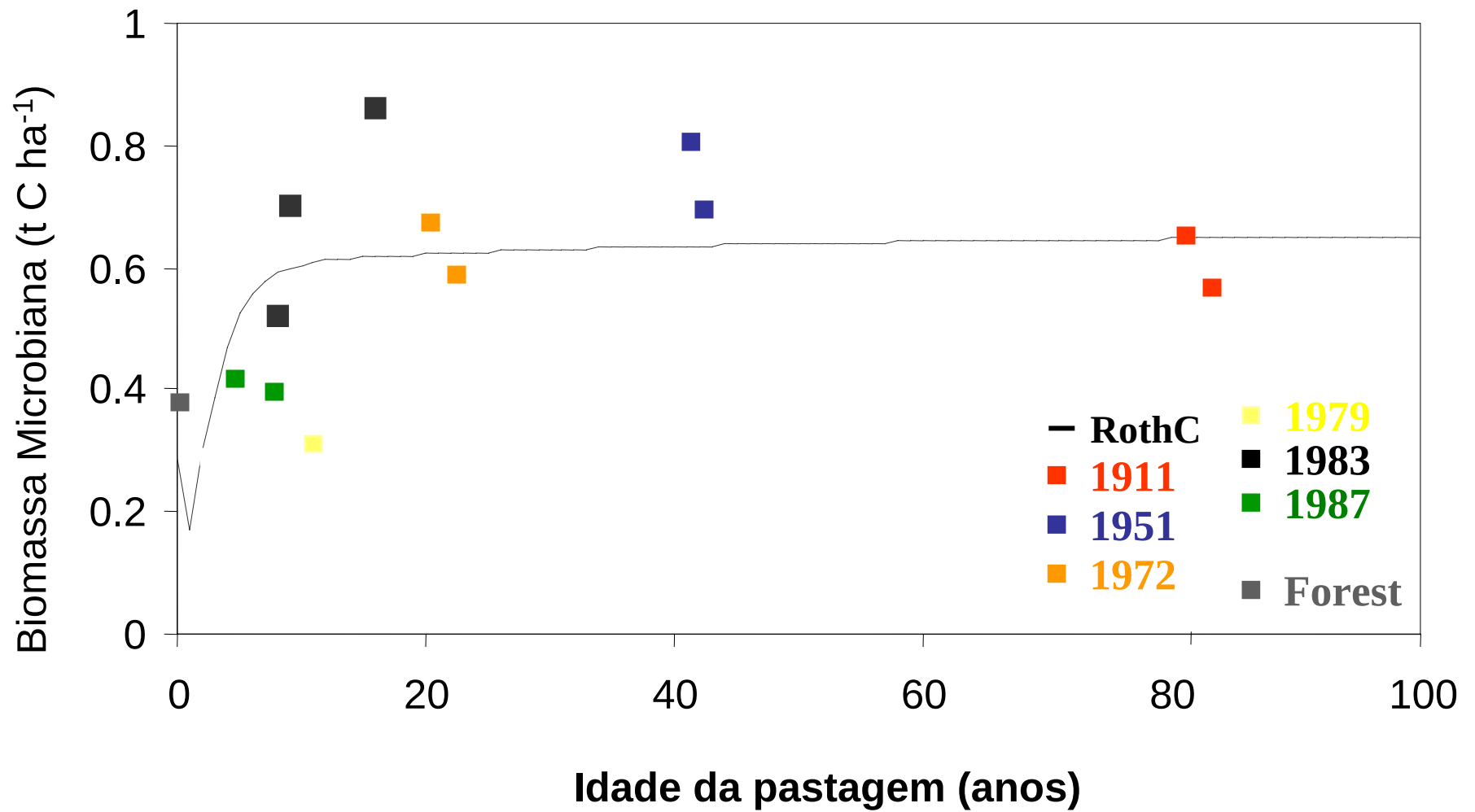




Carbono total solo na camada 0-30 cm



Carbono total solo na camada 0-10 cm



Biomassa Microbiana C na camada 0-10 cm