

# **Reuso de efluentes tratados na olericultura: potencialidades e limitações**

**Carlos Eduardo Pacheco Lima**

**Eng. Ambiental, Dsc. em Solos e Nutrição de Plantas**

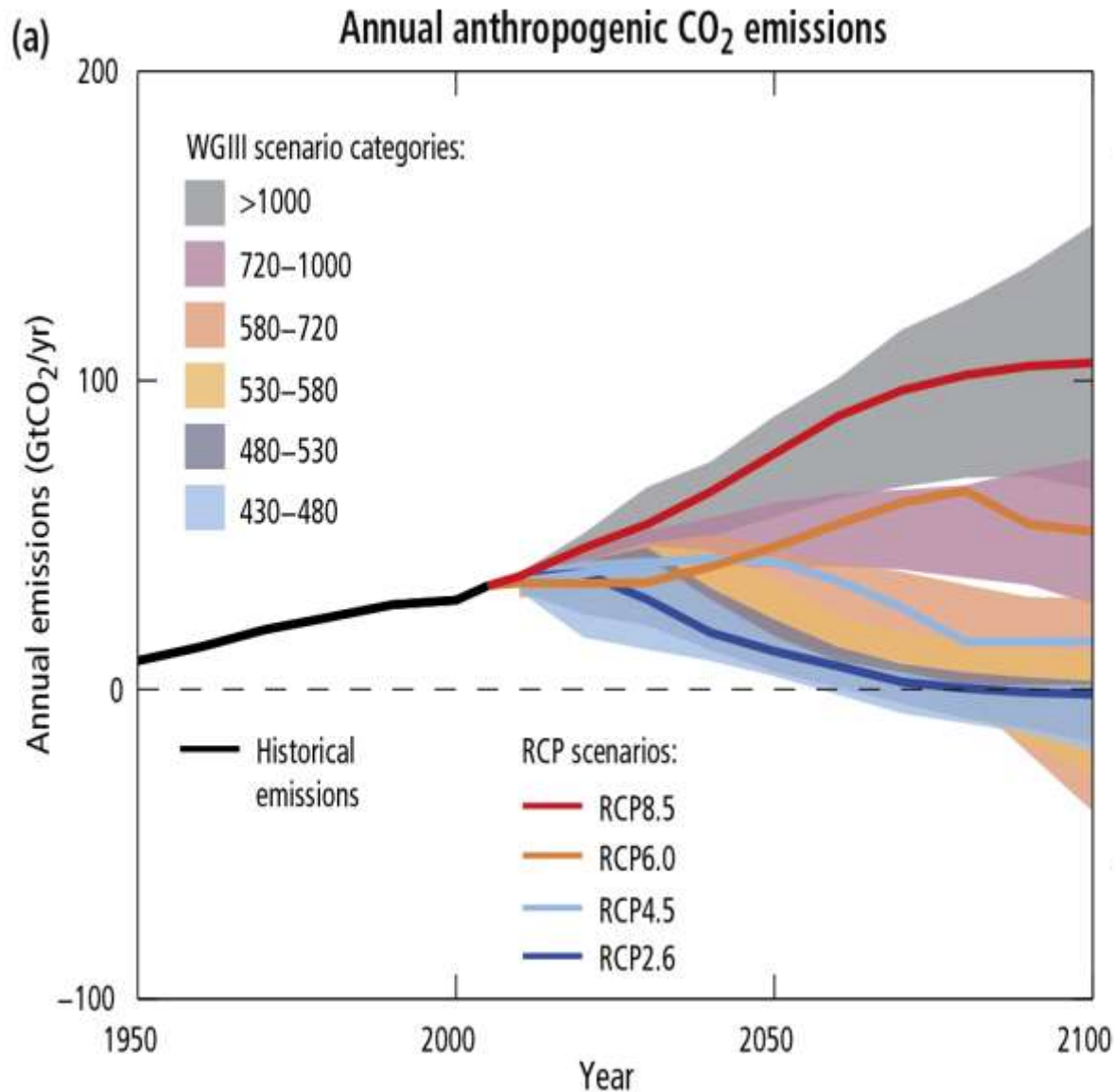
**Pesquisador em Mudanças Climáticas da Embrapa  
Hortaliças**



Embrapa Hortaliças

Image © 2017 DigitalGlobe  
© 2017 Google

Google Earth



Emissões anuais de CO<sub>2</sub>.  
 Fonte: IPCC AR 5 (2014)

Médias e faixas de incrementos da temperatura média global projetadas, para os períodos 2046-2065 e 2081-2100, e para os quatro RCPs avaliados, em relação àquela observada no período de referência (1986-2005).

Cenários	2046-2065		2081-2100	
	Média (°C)	Faixa de temperatura (°C)	Média (°C)	Faixa de temperatura (°C)
<b>RCP 2.6</b>	1,0	0,4 – 1,6	1,0	0,3 – 1,7
<b>RCP 4.5</b>	1,4	0,9 – 2,0	1,8	1,1 – 2,6
<b>RCP 6.0</b>	1,3	0,8 – 1,8	2,2	1,4 – 3,1
<b>RCP 8.5</b>	2,0	1,4 – 2,6	3,7	2,6 – 4,8

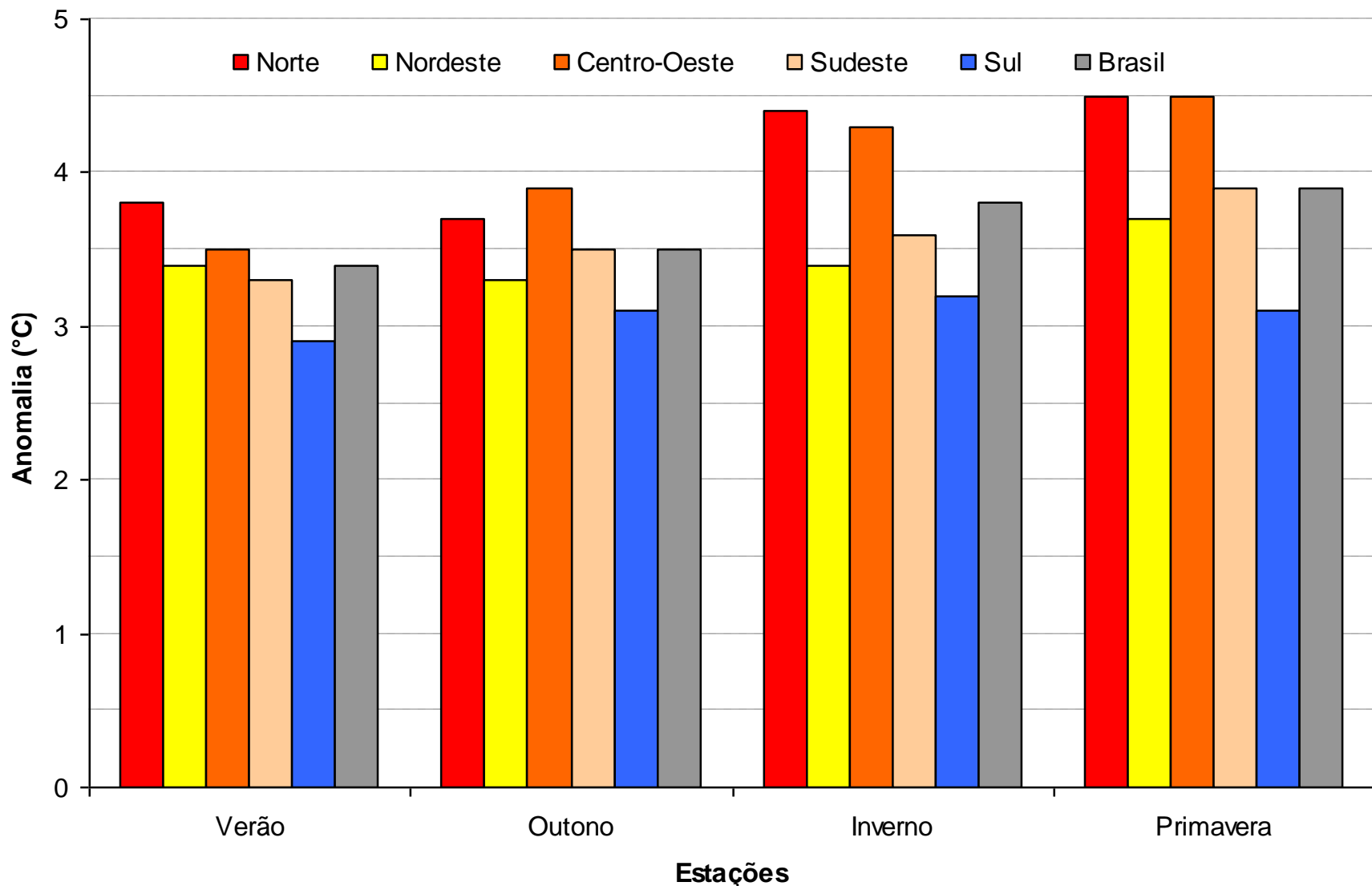
Fonte: Adaptado de IPCC (2013)



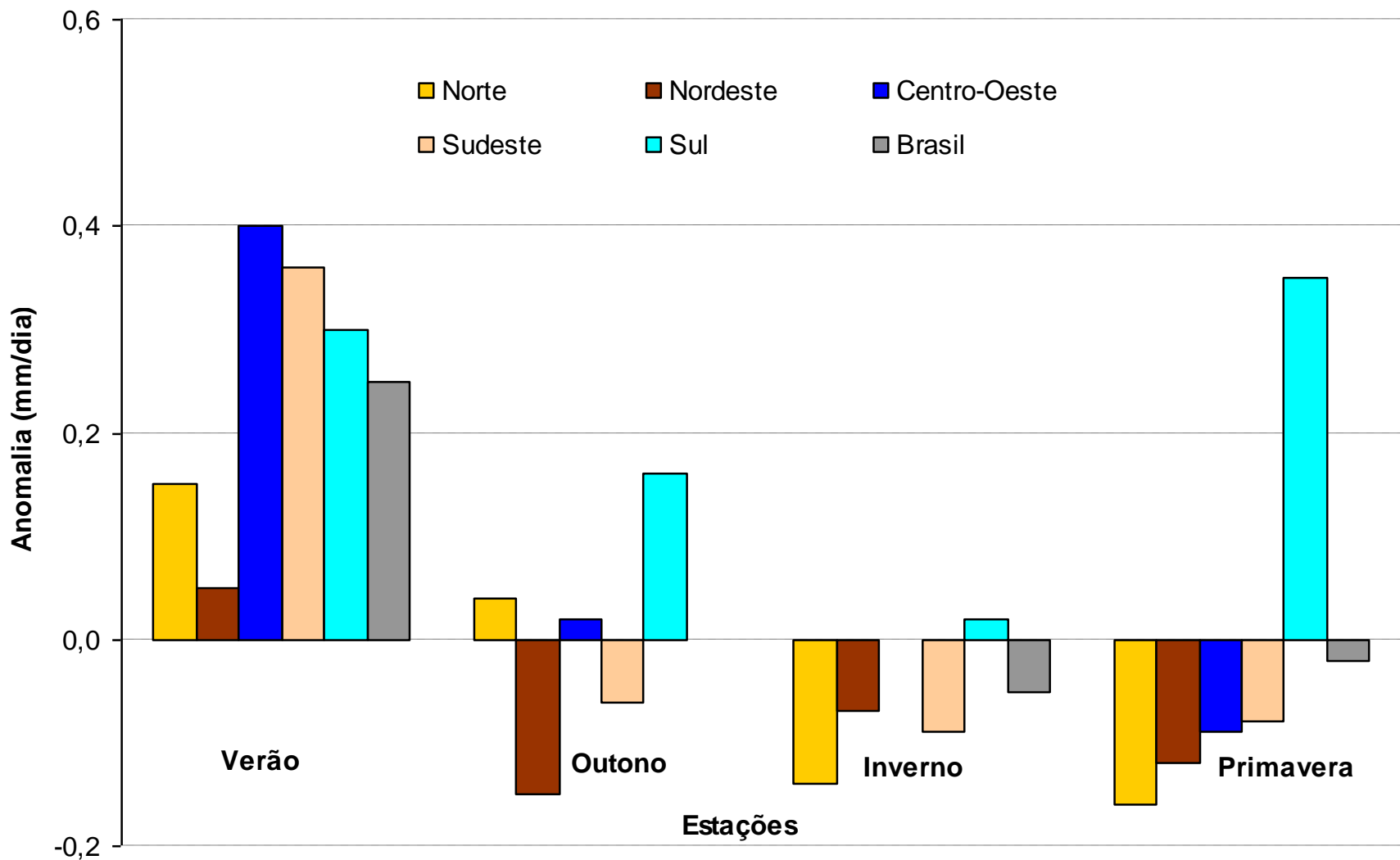
## Algumas mudanças do clima global projetadas para o início e para o final do século XXI.

Fenômenos	Início do século XXI (2016-2035)	Final do século XXI (2081-2100)
Aquecimento e/ou menor ocorrência de dias e noites frios	Provável	Virtual certeza
Aquecimento e/ou maior ocorrência de dias e noites quentes	Provável	Virtual certeza
Maior ocorrência e duração de ondas de calor	Não avaliado formalmente	Muito provável
Maior frequência, intensidade e quantidade de chuvas intensas	Provável	Muito provável
Aumento da intensidade e duração das secas	Baixa confiança	Provável

Fonte: Adaptado de IPCC (2013)



Anomalias de temperatura média do ar do período de 2071 a 2100, cenário A2, comparadas ao período de 1961 a 1990, para as estações do ano, nas regiões e no Brasil. Fonte: HAMADA et al. (2015).



Anomalias de precipitação pluviométrica do período de 2071 a 2100, cenário A2, comparadas ao período de 1961 a 1990, para as estações do ano, nas regiões e no Brasil. Fonte: HAMADA et al. (2015).

## Projeções de mudanças climáticas para o Brasil e possíveis impactos.

Região	Temperatura	Precipitação	Possíveis impactos
<b>Norte</b>	Altas emissões: 4-7 °C mais quente	Altas emissões: 20-30% de redução	-Perdas nos ecossistemas e biodiversidade na Amazônia -Mais eventos extremos de chuva e secas mais severas
	Médias emissões: 3-5°C mais quente	Médias emissões: 5-15% de redução	-Condições favoráveis para mais queimadas
<b>Centro-Oeste</b>	Altas emissões: 3-6 °C mais quente	Altas e médias Emissões: Aumento da chuva na forma de chuvas intensas e irregulares	-Impactos no Pantanal e Cerrado (maior risco de fogo) -Mais eventos extremos de chuva e secas
	Médias Emissões 2-4 °C mais quente		-Maior taxa de evaporação e veranicos com ondas de calor -Impactos na saúde, agricultura e geração de hidro-energia

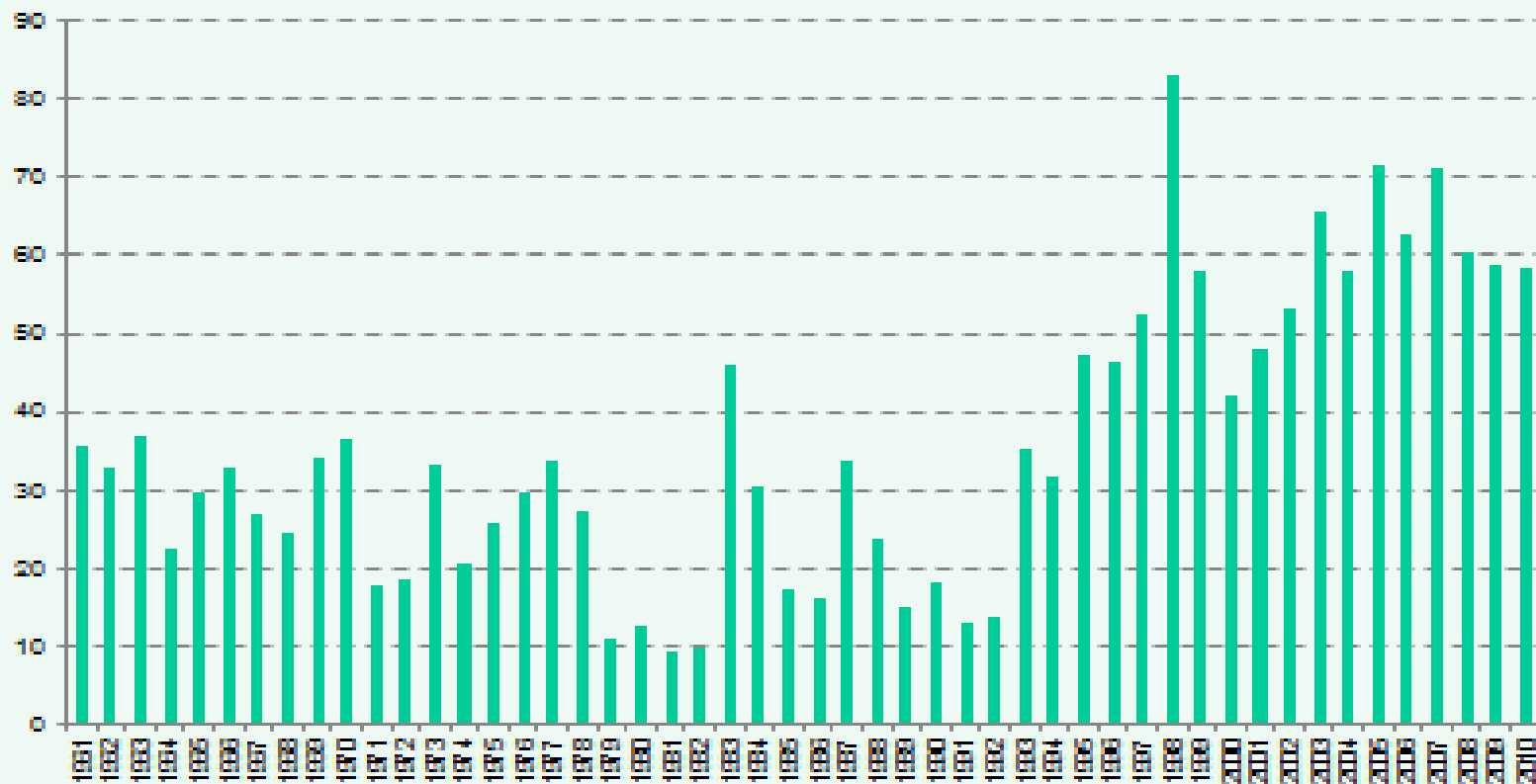
Fonte: Soares (2015)



## Projeções de mudanças climáticas para o Brasil e possíveis impactos.

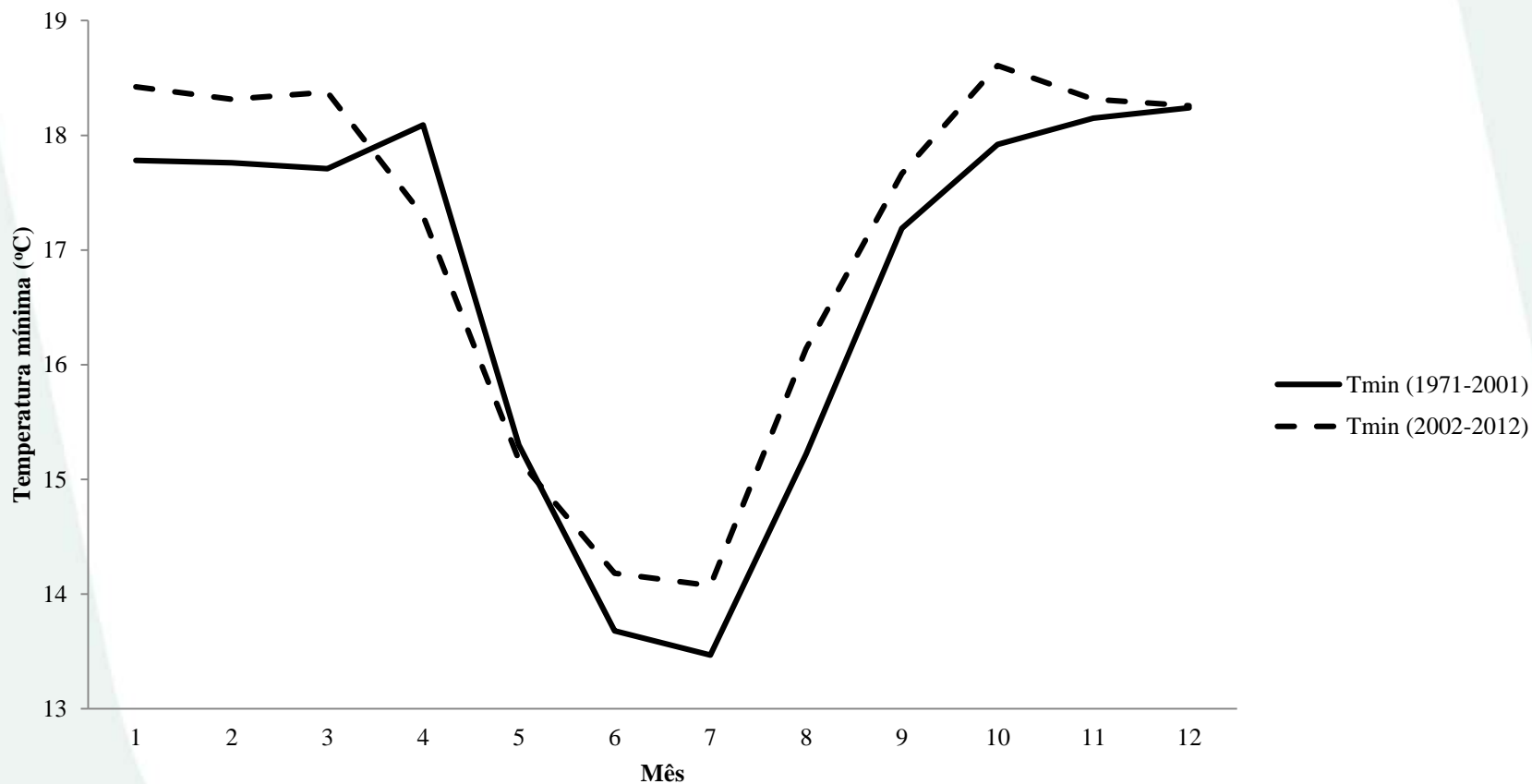
Região	Temperatura	Precipitação	Possíveis impactos
<b>Nordeste</b>	Altas emissões: 2-4 °C mais quente	Altas emissões: 20-30% redução de chuva	-Mais veranicos -Tendência de aridização -Alta taxa de evaporação afetando o nível dos açudes e agricultura de subsistência
	Médias emissões: 1-3 °C mais quente	Médias emissões: 10-15 % redução de chuva	-Maior escassez de água
<b>Sudeste</b>	Altas emissões: 3-6 °C mais quente	Altas e médias Emissões: Possível aumento da chuva na forma de chuvas intensas e irregulares	-Mais eventos extremos de chuva e períodos de secas - Ondas de calor -Impactos saúde, agricultura e geração de hidro-energia
	Médias emissões: 2-3 °C mais quente		-Possível elevação do Nível do Mar
<b>Sul</b>	Altas emissões: 2-4 °C mais quente,	Altas e Médias Emissões: Aumento de 20% até 40%	-Mais eventos intensos de chuva -Aumento na frequência de noites quentes
	Médias Emissões: 1-3 °C mais quente		-Altas temperaturas e variabilidade de chuvas afetando a agricultura

## Número de dias com temperatura máxima acima de 34°C média de 291 estações no Brasil

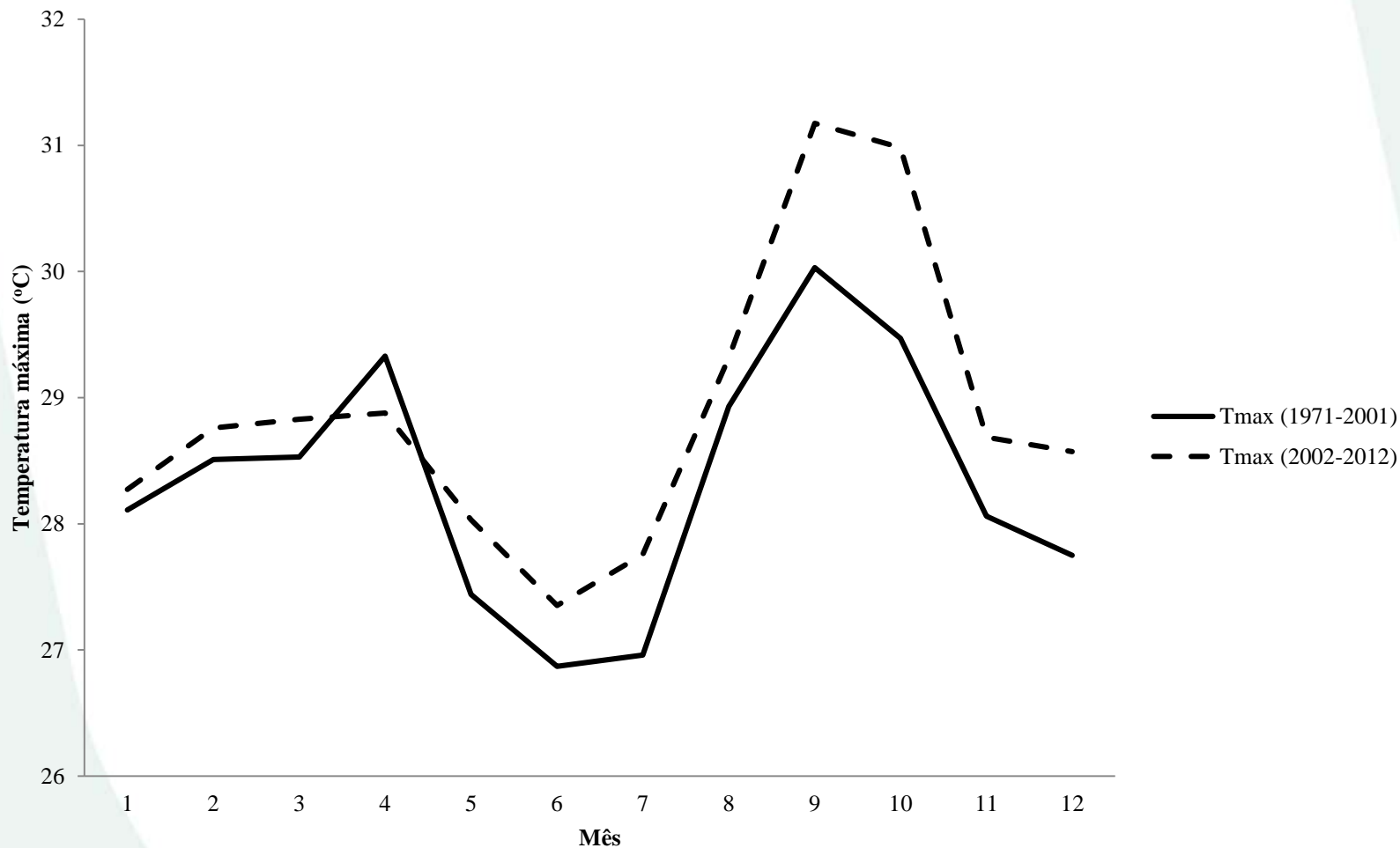


Fonte: Assad (2015)

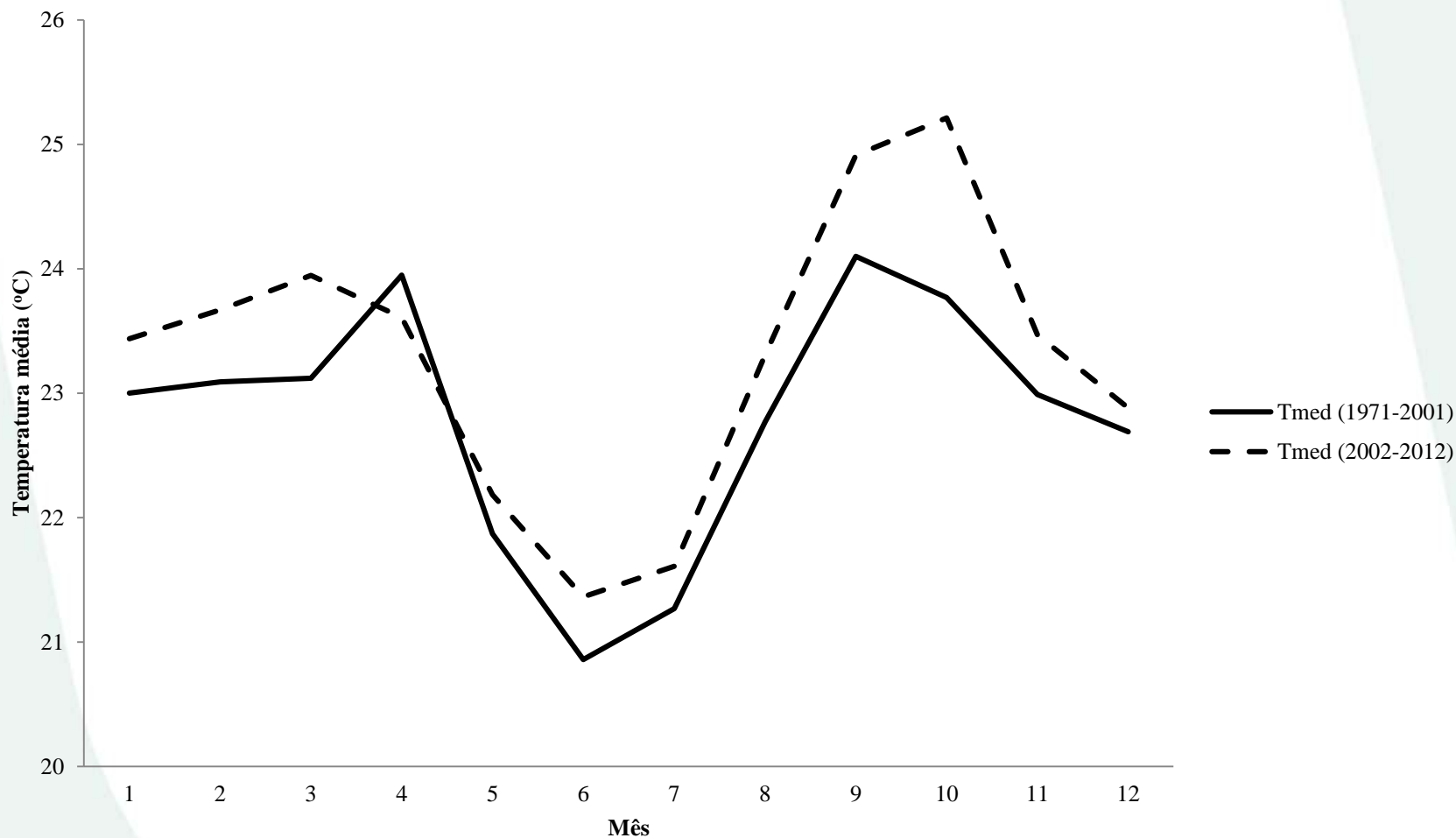
## Anomalias de temperatura mínima medidas na estação meteorológica da Embrapa Hortaliças.



## Anomalias de temperatura máxima medidas na estação meteorológica da Embrapa Hortaliças.



## Anomalias de temperatura média medidas na estação meteorológica da Embrapa Hortaliças.



Experiência internacional com reuso de efluentes domésticos na agricultura.

Fonte: Bastos (2003)

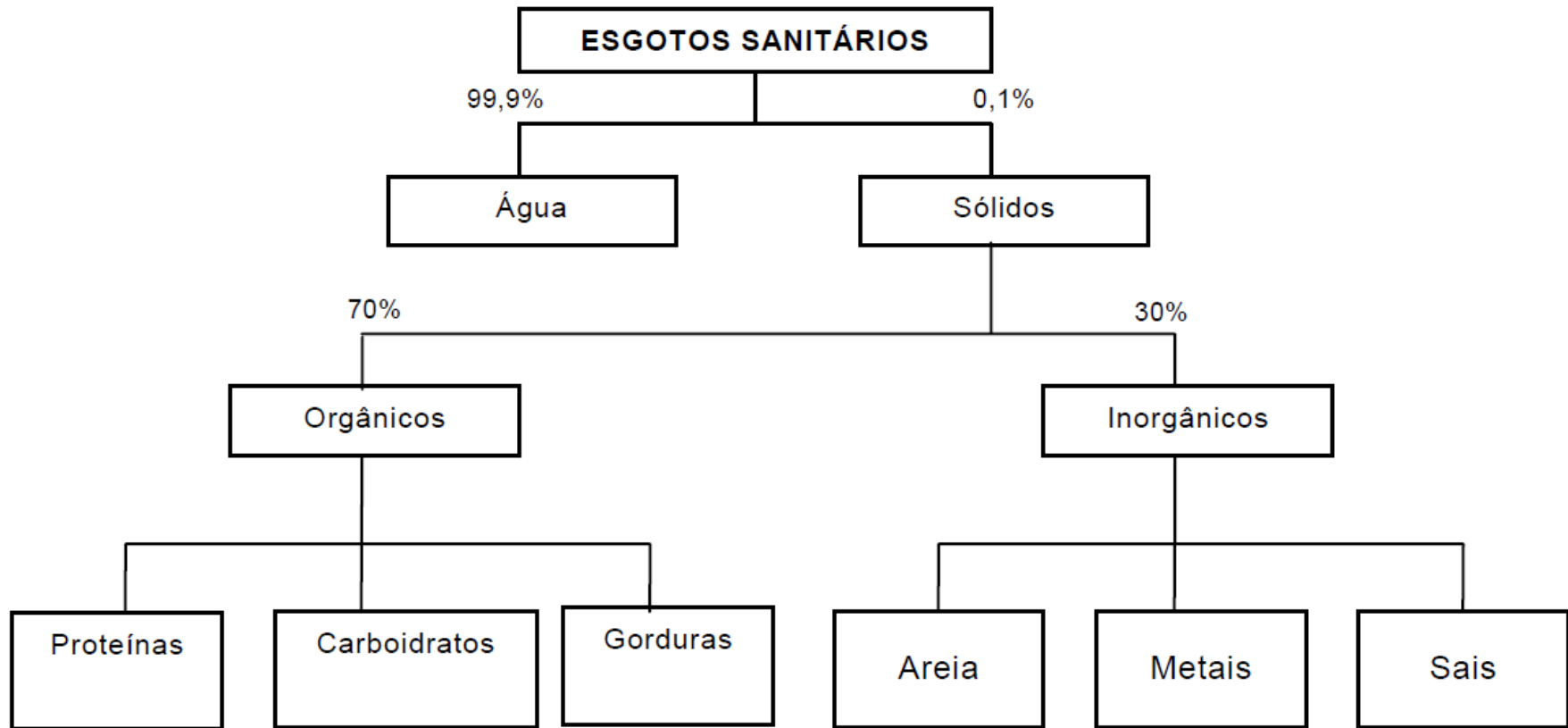
<b>País</b>	<b>Área irrigada (ha)</b>
Argentina	3.700
Austrália	10.000
Alemanha	28.000
África do Sul	1.800
Arábia Saudita	4.400
Chile	16.000
China	1.330.000
Estados Unidos	14.000
Índia	73.000
Israel	10.000
Kuwait	12.000
México	250.000
Peru	4.300
Sudão	2.800
Tunísia	7.350



Experiência do Peru com reuso de efluentes domésticos na agricultura. Fonte: Bastos (2003)

<b>Cultura</b>	<b>Produtividade (kg/ha)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Produção (t/ano)</b>	<b>Efluente</b>
Algodão	3.500	200	100	Tratado
Milho	10.500	600	3.700	Tratado/bruto
Cana-de-açúcar	18.000	260	4.700	Bruto
Alfafa	20.000	20	400	Tratado
Hortaliças	40.000	2.900	116.000	bruto

# Composição dos esgotos sanitários.



Fonte: Bastos (2003)

## Composição dos efluentes sanitários brutos e após tratamento secundário.

Parâmetro	Esgoto Bruto <sup>1</sup>	Efluente Primário <sup>2</sup>	Efluente Secundário (filtro biológico) <sup>2</sup>	Efluente Secundário <sup>3</sup>	Efluente Lagoa de Estabilização <sup>4</sup>
pH	7,0	6,80	6,6	7,0-7,2	8,2
SST (mg/L)	200-400	90,0	32,0	-	36,2
SDT (mg/L)	500-700	660,0	646,0	-	1.140,0
DBO (mg/L)	250-350	195,0	82,0	-	44,2
DQO (mg/L)	500-700	400,0	212,0	-	92,6
N-org. (mg/L)	15-30	28,2	16,8	-	13,4
N-NH <sub>4</sub> (mg/L)	20-40	18,7	16,0	13,0-49,0	17,9
N-NO <sub>2</sub> (mg/L)	≅ 0	-	-	-	0,6
N-NO <sub>3</sub> (mg/L)	≅ 0	0,5	2,10	0,2-1,3	1,3
N total (mg/L)	35-70	47,4	34,9	-	30,2
P-org. (mg/L)	2-8	-	-	-	3,5
P-inorg. (mg/L)	4-17	-	-	-	11,1
P-total	5-25	10,9	14,0	13,0-19,0	14,6
K (mg/L)	-	31,4	32,7	0,3-0,7*	36,8
Na (mg/L)	-	119,6	128,9	3,4-4,7*	142,5
Ca (mg/L)	-	54,6	55,6	1,3-2,3*	74,0
Mg (mg/L)	-	34,5	34,9	0,4-1,6*	32,2
RAS <sup>o</sup>	-	6,2	5,9	3,4-4,7*	3,2
Condutiv. (ds/m)	-	1,3	1,4	0,7-0,9	1,50
Álcal. (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	100-170	421,0	303,5	2,7-3,6*	372,0
Cl (mg/L)	20-50	155,0	155,0	2,0-3,3*	166,9
SO <sub>4</sub> (mg/L)	-	57,9	71,9	1,4-2,0*	103,0
Cd (µg/L)	-	< 2,0	< 2,0	< 1,0-6,0	< 5,0
Co (µg/L)	-	< 30,0	< 30,0	< 1,0-200,0	-
Cr ((µg/L)	-	< 20,0	< 20,0	< 1,0-3,0	< 5,0
Cu (µg/L)	-	< 10,0-100,0	< 10,0-100,0	13,0-150,0	30,0
Fe (µg/L)	-	60,0	< 20,0-70,0	5,0-210,0	85,0
Mn (µg/L)	-	-	-	-	13,2
Mo (µg/L)	-	< 2,0-3,1	< 2,0-2,70	< 10,0	-
Ni (µg/L)	-	170,0	190,0	< 10,0-40,0	< 5,0
Pb (µg/L)	-	35,5	24,3	< 5,0-50,0	30,0
Zn (µg/L)	-	20,0	30,0	< 10,0-60,0	60,0-570,0
As (µg/L)	-	3,0	4,4	3,0	-
B (mg/L)	-	1,1	1,20	-	1,50

Fonte: Bastos (2003)

# Necessidade de Água - Hortaliças

Hortaliça	Necessidade (mm/ciclo)	Hortaliça	Necessidade (mm/ciclo)
Alho	350 - 500	Melancia	450 - 650
Batata	450 - 650	Melão	450 - 650
Batata-doce	450 - 600	Pimentão	500 - 800
Beterraba	500 - 700	Repolho	350 - 500
Cebola	350 - 550	Tomate	350 - 600
Cenoura	300 - 500	Vagem	300 - 500
Ervilha	350 - 550	Folhosas	200 - 500

$P = 10.000$  habitantes;

$q = 120$  L/hab.dia; e

$Q = P \cdot q = 1.200$  m<sup>3</sup>/dia

Considerando um ciclo de cultivo de 100 dias e necessidade de água de 800 mm/ciclo para o pimentão, por exemplo, o esgoto gerado por essa cidade seria suficiente para irrigar **22,5 ha**.

Além disso, ainda poderíamos ter, aportes de nutrientes, considerando o uso de efluente após tratamento secundário, de:

$N = 33,20$  mg/L x 120.000.000 L (100 m<sup>3</sup>/dia x 1200 m<sup>3</sup>) = 3.984 kg de N ou **26,5 ha**

$P = 14,58$  mg/L x 120.000.000 L = 1.749,6 kg de P ou **13 ha**

$K = 36,8$  mg/L x 120.000.000 L = 4.416 kg de K ou **22 ha**

Produtividade de beterraba e utilizando efluentes secundários como fertirrigação.

ITN (mm)	Fertilização mineral/fertir-rigação (kg N/ha)	Produtividade			
		Beterraba (t/ha)	Açúcar (t/ha)	Conteúdo açúcar (%)	Absorção N (Kg/ha)
Água: 270 mm	96-224	84,7	14,2	16,9	269,8
Efluente secundário:					
270 mm	176	95,3	13,7	14,3	294,5
308 mm	200	102,0	13,7	13,5	320,1
335 mm	218	101,0	14,0	13,9	326,3
190 mm	123	79,1	12,4	15,5	295,6

Fonte: Bastos (2003)



Densidade de patógenos comumente encontradas em esgotos domésticos.

<b>Microrganismo</b>	<b>Densidade</b>
<i>Escherichia coli</i>	$10^6$ - $10^8$ /100 mL <sup>(1)</sup>
<i>Salmonellae</i> spp.	$10^2$ - $10^3$ /100 mL <sup>(1)</sup>
Cistos de <i>Giardia</i> sp.	$10^2$ - $10^4$ / L <sup>(2)</sup>
Oocistos de <i>Cryptosporidium</i> spp.	$10^1$ - $10^2$ / L <sup>(2)</sup>
Ovos de helmintos	$10^1$ - $10^3$ / L <sup>(3)</sup>
Vírus	$10^2$ - $10^5$ / L <sup>(3)</sup>

Fonte: Bastos (2003)

Categoria	Condição de uso	Grupo exposto	Helmintos (nº de ovos/L)	Coliformes termotolerantes (nº por 100 mL)
A	Irrigação de culturas em que os alimentos são consumidos crus, campos esportivos e parques públicos	Trabalhadores e consumidores	$\leq 1$	$\leq 1.000^a$
B	Irrigação de cereais, culturas industrial e forrageiras, pastagens e árvores <sup>b</sup>	Trabalhadores	$\leq 1$	Nenhum padrão recomendado
C	Irrigação localizada de culturas da categoria B quando não há exposição de trabalhadores e do público	Nenhum	Não aplicável	Não aplicável

<sup>a</sup> Deve-se adotar o critério de no máximo 200 coliformes termotolerantes por 100 mL no caso de gramados, parques e jardins onde há contato direto do público com as plantas durante ou logo após as irrigações.

<sup>b</sup> No caso de árvores frutíferas, a irrigação deve cessar duas semanas antes a colheita e os frutos não podem entrar em contato com o solo.

Diretrizes da OMS para qualidade microbiológica de águas utilizadas para irrigação.

Fonte: Braga et al. (2015)

Class	Water Quality Objectives	Treatment Process <sup>1</sup>	Acceptable Uses <sup>2</sup>
<b>A</b>	<p>&lt;10 <i>E coli</i> org/100mL</p> <p>pH 6-9</p> <p>7 – log virus reduction</p> <p>6 – log protozoa reduction</p>	Tertiary treatment & pathogen reduction with sufficient log reduction to achieve bacteriological parameters	<p>Raw human food crops exposed to the recycled water (eg. tomatoes, lettuce)</p> <p>Livestock drinking (excluding pigs)</p> <p>Dairy cattle grazing/fodder</p> <p>Cooked/processed human food or selected crops not directly exposed to the recycled water</p> <p>Grazing and fodder for cattle, sheep, horses, goats, alpacas etc (excluding pigs)</p> <p>Non-food crops eg. woodlots, turf, flowers</p> <p>Residential uses eg. toilet flushing, washing machine, gardens</p> <p>Unrestricted public access areas eg. sporting facilities, botanical gardens, water features, golf courses</p> <p>Open industrial systems eg. industrial laundry, carwashes</p> <p>Road construction</p>
<b>B</b>	<p>&lt;100 <i>E coli</i> org/100mL</p> <p>&lt;20mg/L BOD</p> <p>&lt;30mg/L suspended solids</p> <p>pH 6-9</p>	Secondary treatment & pathogen reduction	<p>Livestock drinking (excluding pigs)</p> <p>Dairy cattle grazing/fodder</p> <p>Cooked/processed human food or selected crops not directly exposed to the recycled water</p> <p>Grazing and fodder for cattle, sheep, horses, goats, alpacas etc (excluding pigs)</p> <p>Non food crops eg. woodlots, turf, flowers</p> <p>Restricted public access areas eg. sporting facilities, golf courses (4 hour drying period before public access)</p> <p>Closed industrial systems</p> <p>Road construction</p>
<b>C</b>	<p>&lt;1000 <i>E coli</i> org/100mL</p> <p>&lt;20mg/L BOD</p> <p>&lt;30mg/L suspended solids</p> <p>pH 6-9</p>	Secondary treatment & pathogen reduction	<p>Cooked/processed human food or selected crops not directly exposed to the recycled water</p> <p>Grazing and fodder for cattle, sheep, horses, goats, alpacas etc (excluding dairy cattle &amp; pigs)</p> <p>Non food crops eg. woodlots, turf, flowers</p> <p>Restricted public access areas eg. sporting facilities, golf courses (4 hour drying period before public access)</p> <p>Closed industrial systems</p> <p>Road construction</p>
<b>D</b>	<p>&lt;10000 <i>E coli</i> org/100mL</p> <p>&lt;20mg/L BOD</p> <p>&lt;30mg/L suspended solids</p> <p>pH 6-9</p>	Secondary treatment	Non food crops eg. woodlots, turf, flowers

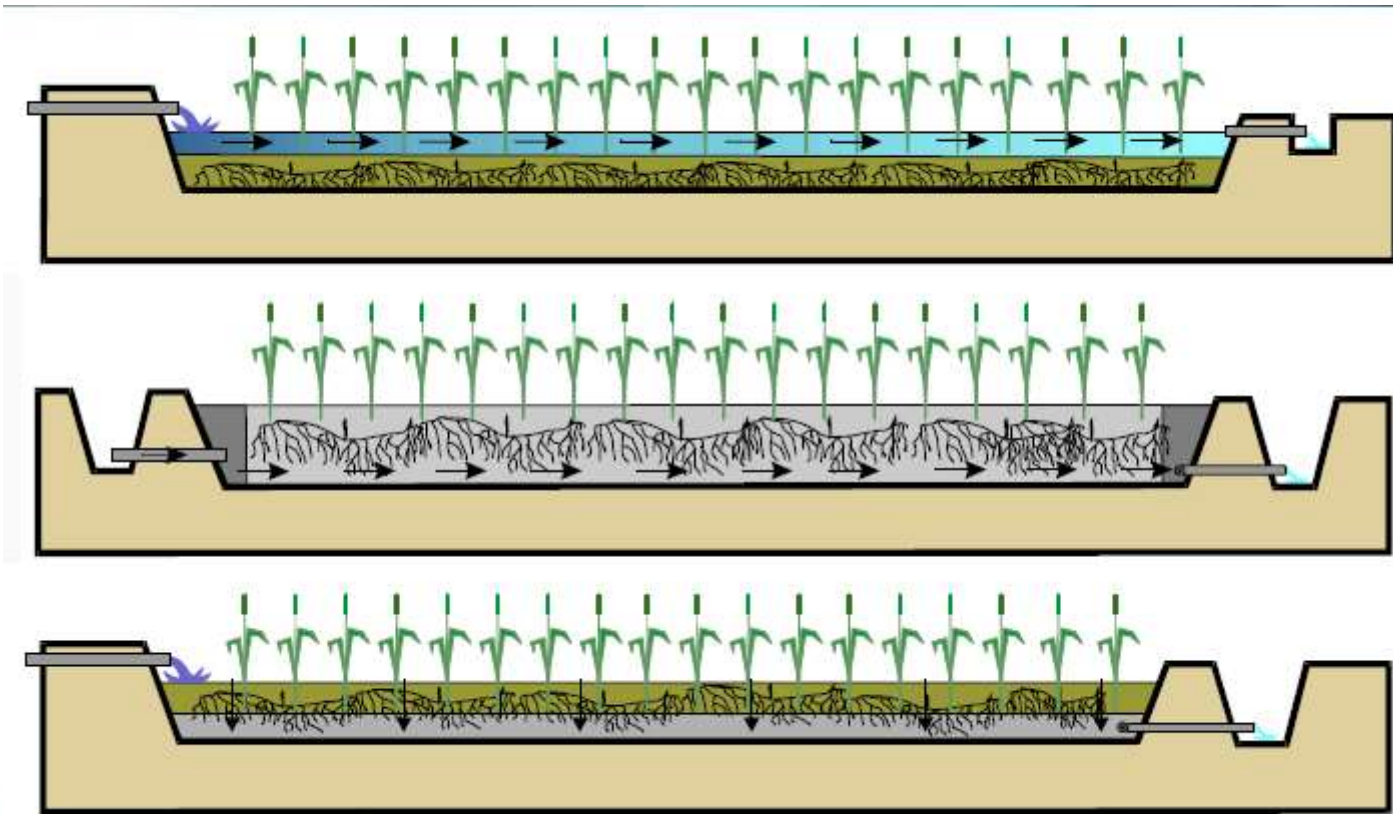
Diretrizes utilizadas na Austrália e nos Estados Unidos para qualidade microbiológica de águas utilizadas para irrigação.

Fonte: Water (2017)

## Critérios para reuso de efluentes sanitários da USEPA.

Tipo de Irrigação e Cultura	Processo de Tratamento	Qualidade do efluente
Culturas alimentícias não processadas comercialmente <sup>(1)</sup> Irrigação superficial ou por aspersão de qualquer cultura, incluindo culturas a serem consumidas cruas	Secundário + filtração + desinfecção	DB0 ≤ 10 mg/L Turbidez ≤ 2 UNT <sup>(2)</sup> Cloro residual ≥ 1mg/L <sup>(3)</sup> Coliformes fecais ND Organismos patogênicos ND
Culturas alimentícias processadas comercialmente <sup>(1)</sup> Irrigação superficial de pomares e vinhedos	Secundário + desinfecção <sup>(4)</sup>	DB0 ≤ 30 mg/L SS ≤ 30 mg/L Cloro residual ≥ 1mg/L <sup>(3)</sup> Coliformes fecais ≤ 200/100 mL <sup>(4)</sup>
Culturas não alimentícias Pastagens para rebanhos de leite <sup>(5)</sup> , forrageiras, cereais, fibras e grãos	Secundário + desinfecção	DB0 ≤ 30 mg/L SS ≤ 30 mg/L Cloro residual ≥ 1mg/L Coliformes fecais ≤ 200/100 mL
Irrigação, campos de esporte, parques, jardins e cemitérios	Secundário + filtração + desinfecção	DB0 ≤ 10 mg/L Turbidez ≤ 2 UNT <sup>(2)</sup> Cloro residual ≥ 1mg/L Coliformes fecais ND Organismos patogênicos ND

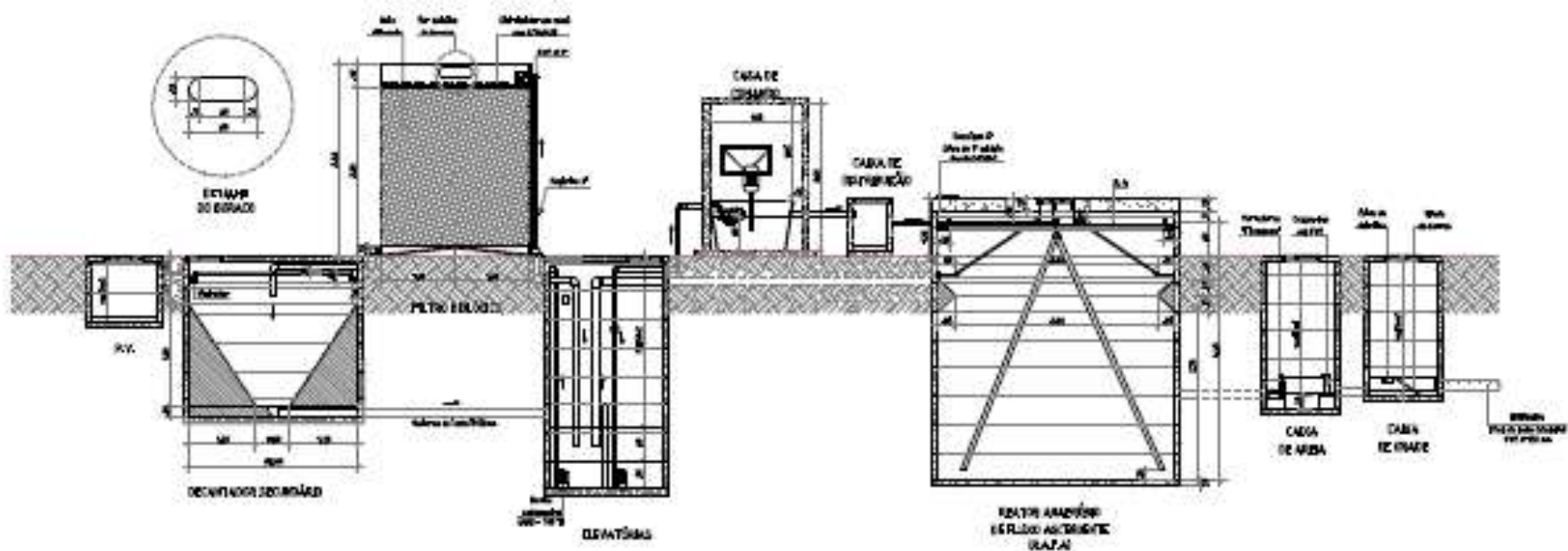
## Sistemas simplificados de tratamento de esgotos por wetlands.



Fonte: <https://ecoandoblog.wordpress.com/2016/05/27/sistema-de-saneamento-por-wetland-no-rio-de-janeiro/>



# Reuso de águas residuárias



Esquema representativo da ETE da Embrapa Hortaliças

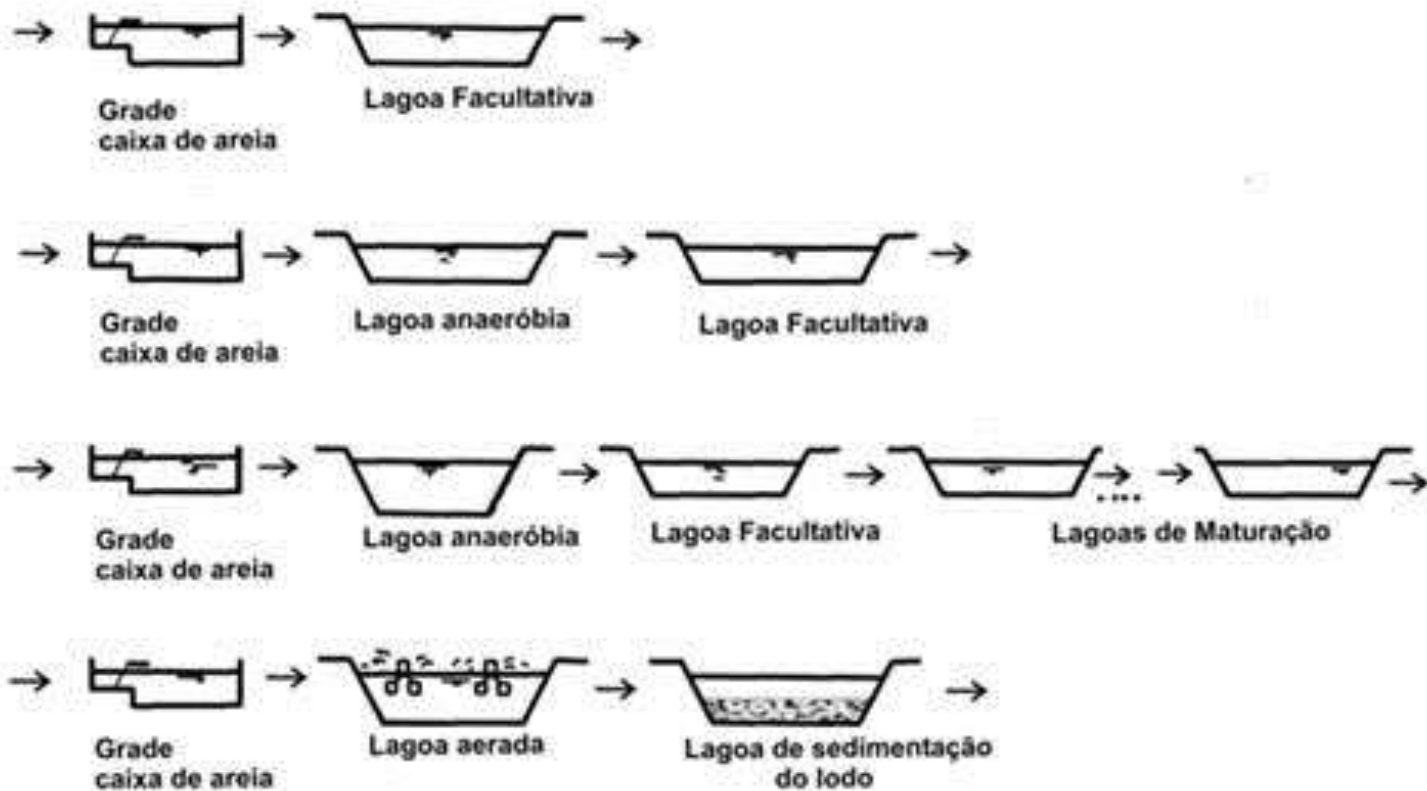


## Sistemas simplificados de tratamento de esgotos por filtros anaeróbicos.

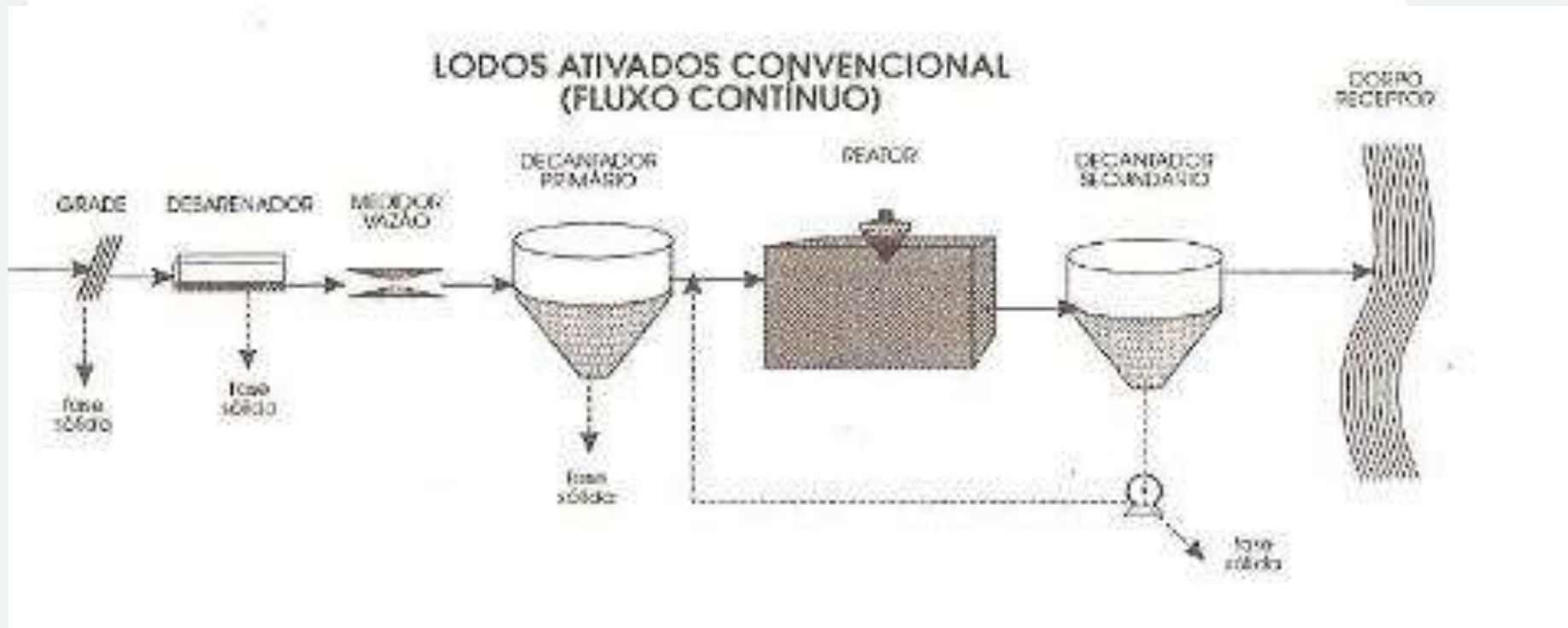


Fonte: <http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/43/sistema-compacto-para-tratamento-de-esgoto-processa-material-por-meio-327123-1.aspx/>

# Sistemas simplificados de tratamento de esgotos por lagoas de estabilização.



Sistemas simplificados de tratamento de esgotos por lodos ativados.



Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAALp4AL/apostila-esgotos?part=3>

## Sistemas simplificados de tratamento de esgotos por estações compactas.



Fonte: <http://ecoefficientes.com.br/guia-de-empresas/mizumo/>

Eficiência típica de remoção de patógenos em diferentes sistemas de tratamento de esgotos.

Processo de tratamento	Eficiência típica de remoção ( $\log_{10}$ )			
	Bactérias	Vírus	Protozoários	Helmintos
Processo secundários convencionais + decantação secundária	0-2	0-1	0-1	0-2
Precipitação química	1-2	0-1	0-1	1-3
Precipitação química + Filtração terciária	1-2	1-2	1-3	1-3
Biofiltros	0-2	0-1	0-1	0-2
Reatores anaeróbios	0-1	0-1	0-1	0-1
Lagoas de estabilização	1-6	1-4	1-4	1-3
Desinfecção	2-6	1-4	0-3	0-1
Precipitação química + Filtração terciária + desinfecção	2-6	1-4	1-4	1-3

Fonte: Bastos (2003)

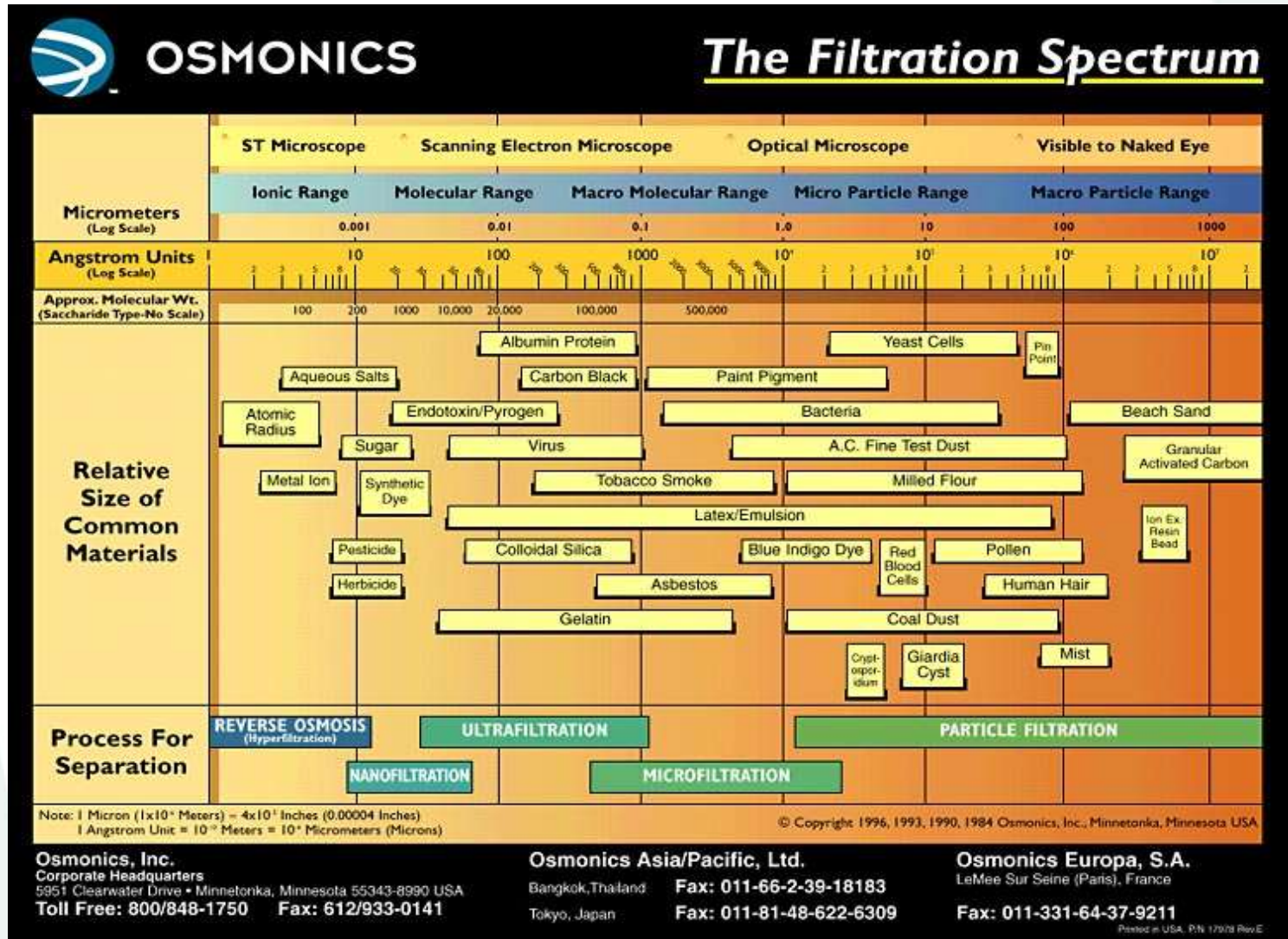


## Sistemas avançados de tratamento de esgotos por ultrafiltração por membranas.



Fonte: <http://www.meiofiltrante.com.br/internas.asp?id=13531&link=noticias>

Tamanho relativo entre moléculas e patógenos e filtros disponíveis no mercado.



Graus de exigência do tratamento para remoção de contaminantes.

<b>Contaminante</b>	<b>Membrana</b>	<b>Pré-Tratamento</b>
<b>Partículas, bactérias e protozoários</b>	<b>MF</b>	<b>Coagulação</b>
<b>Partículas, bactérias, protozoários e virus</b>	<b>UF</b>	<b>MF + Coagulação</b>
<b>Compostos orgânicos naturais</b>	<b>NF e OR</b>	<b>Coagulação ou CAP + MF ou UF</b>
<b>Compostos orgânicos sintéticos</b>	<b>NF e OR</b>	<b>Coagulação ou CAP + MF ou UF</b>
<b>Dureza e sais dissolvidos</b>	<b>NF e OR</b>	

Fonte: Ferreira Filho (2017)



Graus de exigência do tratamento para remoção de contaminantes.

<b>Processo de Membrana</b>	<b>Diâmetro dos Poros (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Peso molecular de corte (Daltons)</b>
<b>Osmose Reversa</b>	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 200</b>
<b>Nanofiltração</b>	<b>0,001</b>	<b>200 a 1.000</b>
<b>Ultrafiltração</b>	<b>0,01</b>	<b>1.000 a 500.000</b>
<b>Microfiltração</b>	<b>0,1 a 0,2</b>	<b>&gt; 500.000</b>

Fonte: Ferreira Filho (2017)

## Tempo de sobrevivência de patógenos nos solos.

Patógeno	Tempo de sobrevivência (dias)	
	Solo	Culturas agrícolas
Vírus		
Enterovírus*	< 20	< 15
Bactéria		
Coliformes fecais	< 20	< 15
Salmonella spp.	< 20	< 15
Shigella spp.	---	< 5
Vibrio cholerae	< 10	< 2
Protozoários		
Cistos de Entamoeba histolytica	< 10	<15
Helmintos		
Ovos de Ascaris lumbricoides	Muitos meses	Muitos meses

Fonte: Matos (2015)

## Tempo de sobrevivência de patógenos nos solos.

Patógeno	Tempo de sobrevivência (dias)	
	Solo	Culturas agrícolas
Vírus		
Enterovírus*	< 20	< 15
Bactéria		
Coliformes fecais	< 20	< 15
Salmonella spp.	< 20	< 15
Shigella spp.	---	< 5
Vibrio cholerae	< 10	< 2
Protozoários		
Cistos de Entamoeba histolytica	< 10	<15
Helmintos		
Ovos de Ascaris lumbricoides	Muitos meses	Muitos meses

Fonte: Matos (2015)

Produtividade do pimentão e alface com efluente de reuso tratado e níveis de E. Coli encontrados.

Tratamento	Cultura pimentão (T/ha)	Cultura da alface	Produtividade (t.ha <sup>-1</sup> ) E. Coli (NMP.g <sup>-1</sup> )
T1	15,27 b	17,04 b	3,6 x 10 <sup>0</sup>
T2	35,84 a b	23,86 ab	2,7 x 10 <sup>1</sup>
T3	12,09 b	23,56 ab	3,6 x 10 <sup>0</sup>
T4	26,89 a b	31,20 a	9,3 x 10 <sup>2</sup>

Em que

T1 - irrigação com água de poço artesiano;

T2 - irrigação com água de poço e solo adubado com fertilizantes minerais

T3 - fertirrigação com efluente de lagoas de estabilização

T4 - fertirrigação com efluente de reator UASB

Fonte: Matos (2015)

# Experimento – Alface Americana (2015)

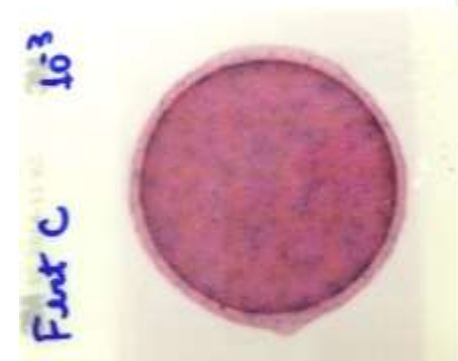
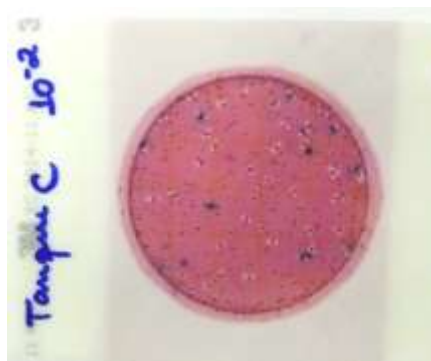




# Experimento – Alface Americana (2015)

Produtos	Microorganismos		
	Colif. total (NMP g <sup>-1</sup> )	<i>E. coli</i> (NMP g <sup>-1</sup> )	<i>Salmonella</i> (Presença/ausência em 25 g)
Fertilizante Mineral	1,2 x 10 <sup>1</sup> B	0	Ausência
Biofertilizante Comercial	1,1 x 10 <sup>1</sup> B	0	Ausência
Hortbio	5,2 x 10 <sup>5</sup> A	1,5 x 10 <sup>6</sup>	Presença
Tanque Fertilizante Mineral	1,4 x 10 <sup>1</sup> B	0	Ausência
Tanque Biofert. Comercial	1,5 x 10 <sup>1</sup> B	0	Ausência
Tanque Hortbio	7,8 x 10 <sup>3</sup> B	9,0 x 10 <sup>3</sup>	Presença
Água	1,6 x 10 <sup>1</sup> B	0	Ausência

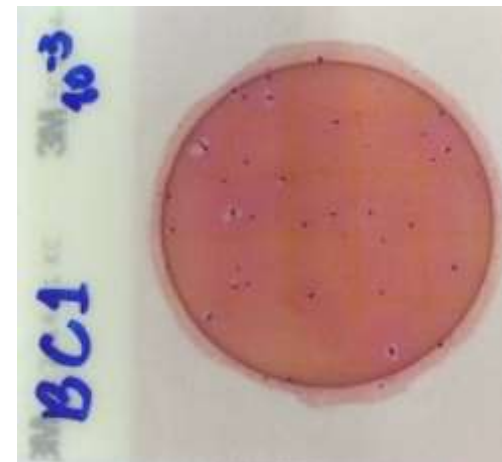
Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si. Os dados representam as medias de três repetições pelo teste de Tukey a 5%. Fonte: Pilon et al. (2015)



## ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DO SOLO

Solos	Microrganismos		
	Colif. total (NMP g <sup>-1</sup> )	<i>E. coli</i> (NMP g <sup>-1</sup> )	<i>Salmonella</i> (Presença/ausência em 25 g)
Fert. Mineral	9,7 x 10 <sup>3</sup> A	0	Ausência
Biofert. Comercial	4,6 x 10 <sup>4</sup> A	0	Ausência
Hortbio	2,0 x 10 <sup>3</sup> A	0	Ausência
Controle (Água)	3,2 x 10 <sup>4</sup> A	0	Ausência

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si. Os dados representam as medias de quatro repetições pelo teste de Tukey a 5%. Fonte: Pilon et al. (2015)



Alfaces	COLHEITA		
	Colif. total (NMP g <sup>-1</sup> )	<i>E. coli</i> (NMP g <sup>-1</sup> )	<i>Salmonella</i> (Presença/ausência em 25 g)
Fert. Mineral	1,5 x 10 <sup>3</sup> B	0	Ausência
Biofert. Comercial	1,2 x 10 <sup>5</sup> A	0	Ausência
<b>Hortbio</b>	<b>6,2 x 10<sup>4</sup> A</b>	<b>0</b>	<b>Ausência</b>
Controle (Água)	7,3 x 10 <sup>3</sup> B	0	Ausência

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si. Os dados representam as médias de quatro repetições pelo teste de Tukey a 5%. Fonte: Pilon et al. (2015)

## Conclusão:

- Apesar da contagem alta de coliformes totais, as alfaces de todos os tratamentos se encontraram em conformidade com a legislação (RDC nº 12/2001 – ANVISA).



# PERSPECTIVAS



Cultivo protegido em Israel



Cultivo protegido em Almeria - ES









**Laboratório de Agricultura em  
Ambientes Protegidos e  
Controlados (LAAPC)**

**Módulo de reuso de  
efluentes**

**Módulo de energia  
renováveis**

**Módulo de  
iluminação artificial**

**Módulo de controle  
ambiental**

**Módulo de estrutura**

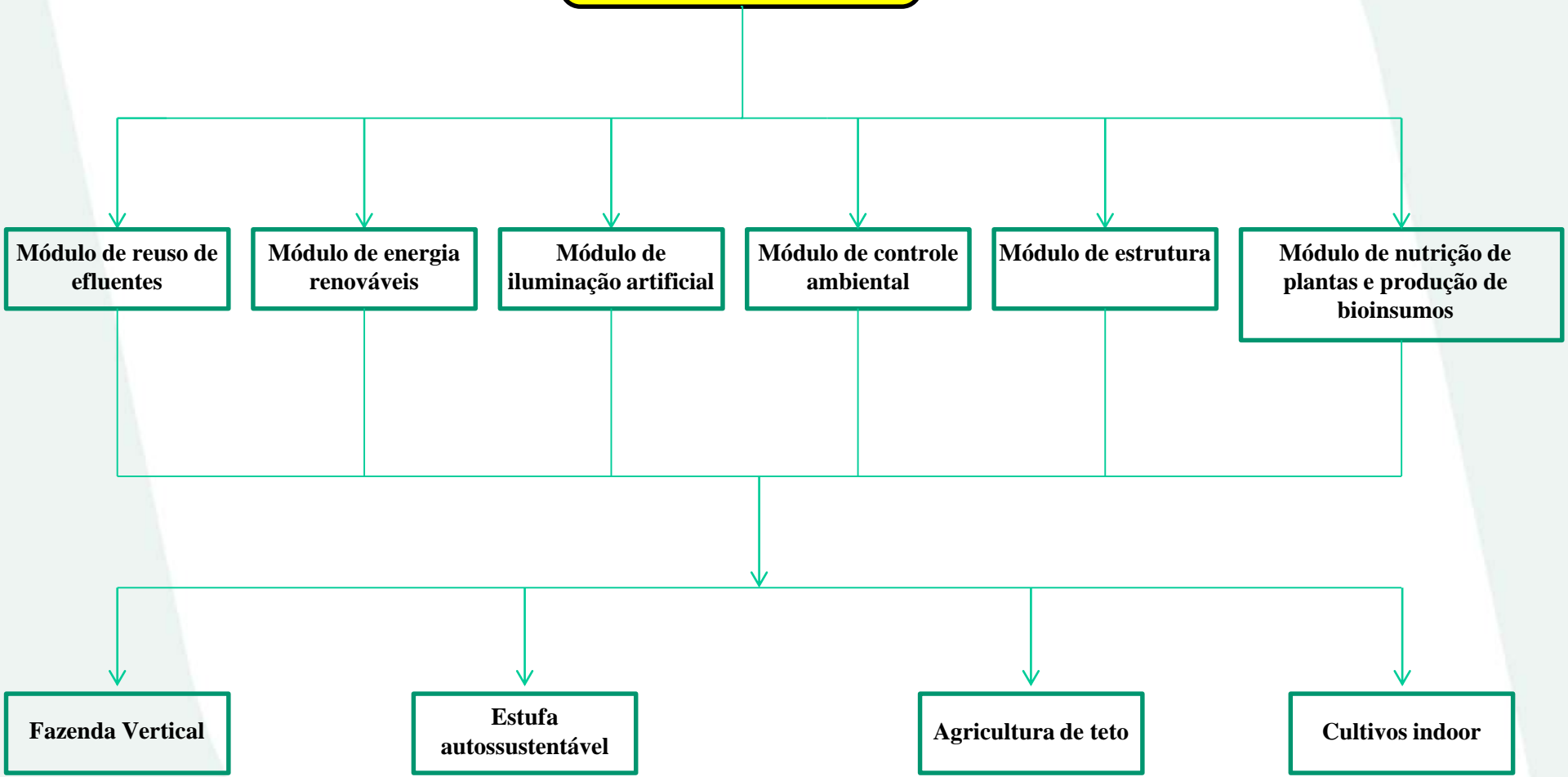
**Módulo de nutrição de  
plantas e produção de  
bioinsumos**

**Fazenda Vertical**

**Estufa  
autossustentável**

**Agricultura de teto**

**Cultivos indoor**



# Obrigado

[carlos.pacheco-lima@embrapa.br](mailto:carlos.pacheco-lima@embrapa.br)



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO

