



BIORREMEDIAÇÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS E DEGRADADAS

Utilizações

Limitações

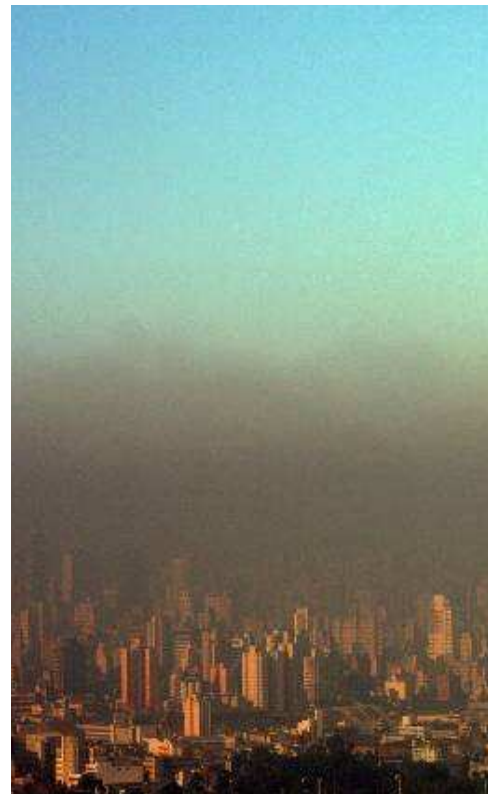
Avanços



Flávio A. O. Camargo : : Departamento de Solos : : UFRGS
(fcamargo@ufrgs.br)



CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL

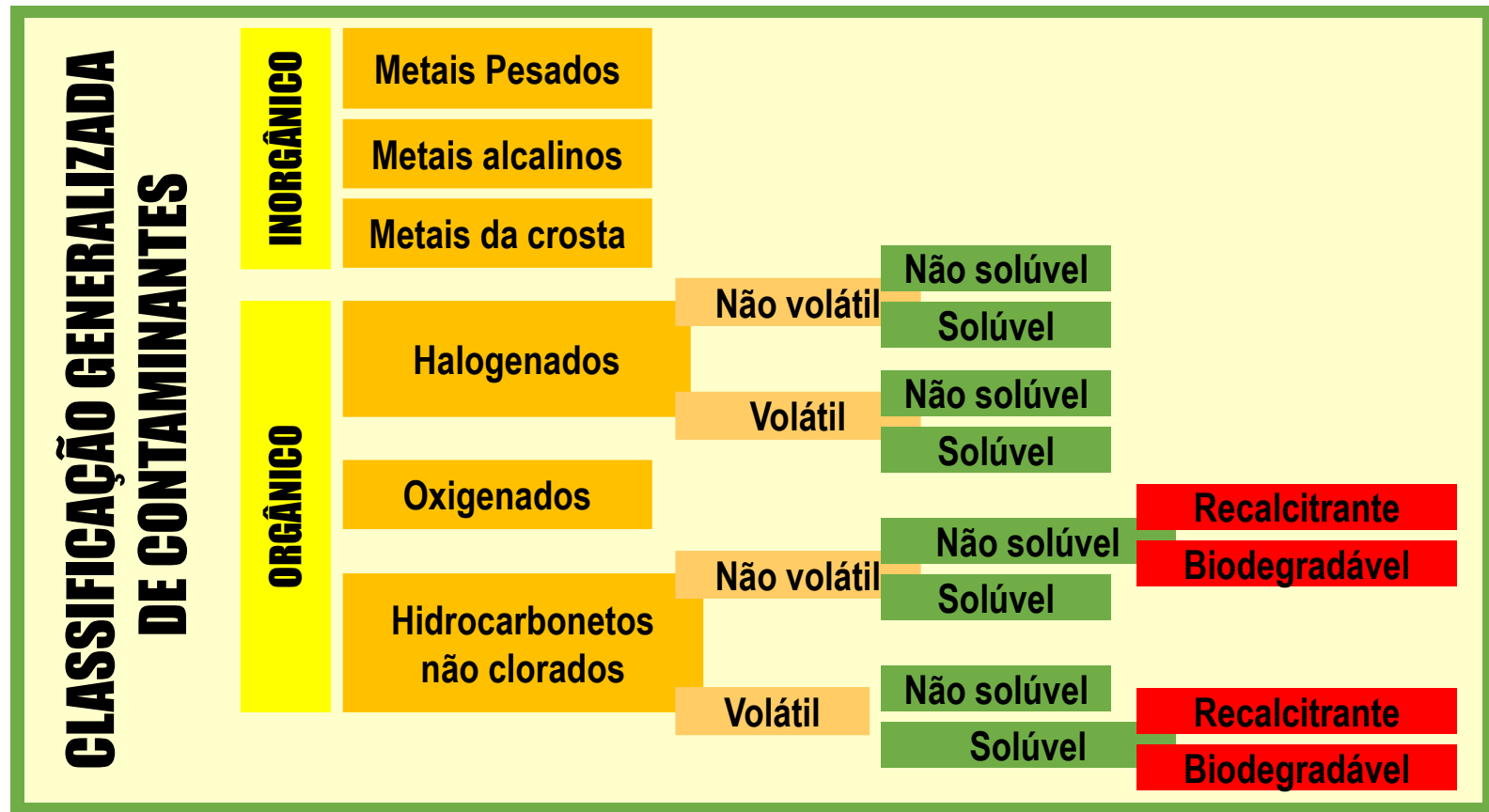


O preço do progresso



CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL

CONTAMINANTES

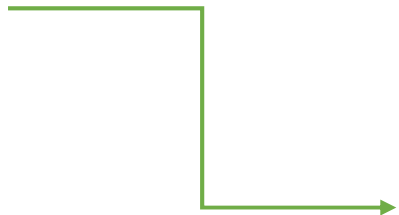


Camargo et al., (2013)



CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL

ÁREAS CONTAMINADAS



SISSOLO (5.995 áreas, 2011)

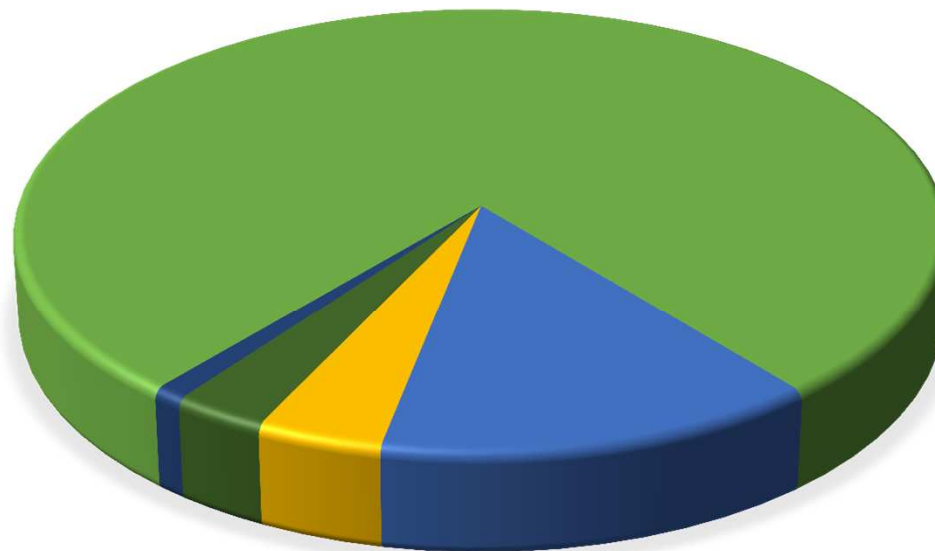
FEAM (MG) (490 áreas, 2011)

CETESB (4.131 áreas, 2012)



CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL

ÁREAS CONTAMINADAS EM SÃO PAULO



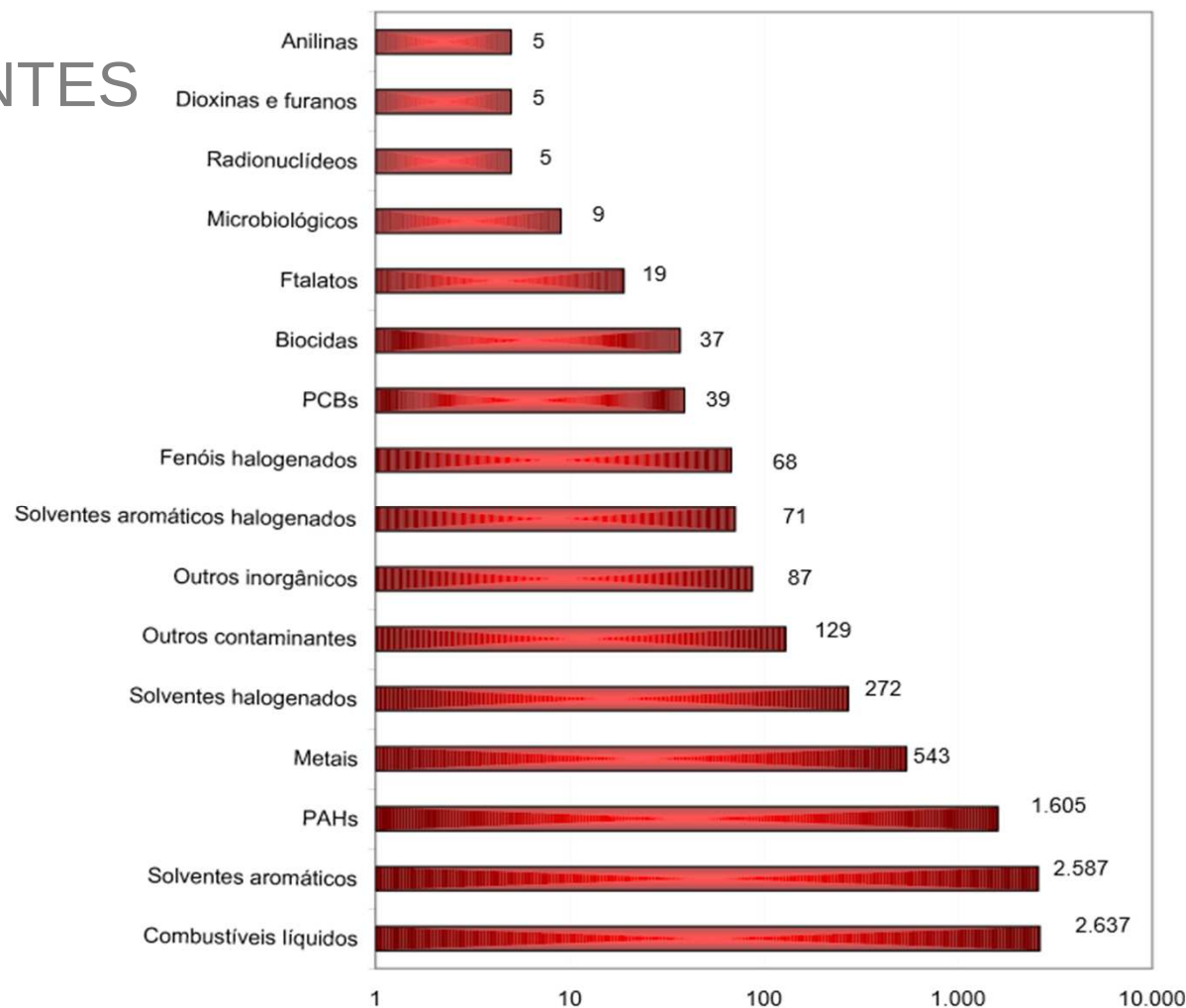
- Posto Combustível
- Indústria
- Comercial
- Resíduos
- Agricultura

CETESB (2012)



CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL

CONTAMINANTES



CETESB (2012)



UTILIZAÇÕES

LIMITAÇÕES

AVANÇOS

REMEDIACÃO



Química

Física

Físico-química

Térmica

Biológica



UTILIZAÇÕES

LIMITAÇÕES

AVANÇOS

BIORREMEDIAÇÃO

Disciplina que combina processos biotecnológicos com a engenharia ambiental, aplicada a solução e a atenuação de problemas causados pela contaminação ambiental.

In situ

Ex situ

On-site

Off-site



UTILIZAÇÕES

LIMITAÇÕES

AVANÇOS

BIORREMEDIAÇÃO : : Estratégias

→ Atenuação natural : : Passiva : : Intrínstica

Bioventilação : : bioaspersão

Bioaumentação

Bioestimulação

Ficorremediação

Micorremediação

Fitorremediação (fitoextração, fitodegradação, fitovolatilização, fitoestabilização, rizofiltração, rizoremediação)



UTILIZAÇÕES

LIMITAÇÕES

AVANÇOS

BIORREMEDIAÇÃO : : Tecnologias

Compostagem

Landfarming

Biopilhas : : biocélulas : : biomontes : : terraferm

Biofiltração : : Trickling : : Biostrips : : bioswales

Lagoas : : Aterros : : Barreiras reativas

Bioslurping

Bioreatores



UTILIZAÇÕES

LIMITAÇÕES

AVANÇOS

BIORREMEDIAÇÃO : : Resumo

BIORREMEDIAÇÃO

	Mecanismos	Estratégias	Tecnologias	Contaminantes
PLANTAS	Absorção extração concentração	Fitoextração Rizofiltração Fitovolatilização	Plantas hiperacumuladoras Hidroponia Plantas hiperacumuladoras	Metais, metalóides, radionuclídeos, BTEX Metais, nitrato, amônia, fosfato, patogênicos As, Tr, Se, Hg, Xileno, Cloro benzeno, TCE
	Degradação mineralização volatilização	Fitodegradação Rizodegradação Fitovolatilização	Cultivo de plantas resistentes Micorremediação, ficorremediação Plantas hiperacumuladoras	Solventes, atrazina, DDT, pesticidas, PCB, fenóis Hidrocarbonetos, BTEX, HAP, Pesticidas, PCB As, Tr, Se, Hg, Xileno, Cloro benzeno, TCE
	Adsorção retenção precipitação	Fitoestabilização Rizofiltração	Cordão de contorno, barreira hidráulica, cobertura vegetal Banhados artificiais, hidroponia	Metais, fenóis, solventes clorados Metais, nitrato, amônia, fosfato, patogênicos
MICRORGANISMOS	Absorção extração concentração	Bioestimulação Bioventilação Bioasperção	Biofiltros bioventilação Bioslurping	Metais, metalóides, radionuclídeos, BTEX Metais, nitrato, amônia, fosfato, patogênicos As, Tr, Se, Hg, Xileno, Cloro benzeno, TCE
	Degradação mineralização volatilização	Bioaugmentação Atenuação Bioestimulação	Compostagem, biopilhas, land farming, bioreactores, lagoas de estabilização	Solventes, atrazina, DDT, pesticidas, PCB, fenóis Hidrocarbonetos, BTEX, HAP, Pesticidas, PCB As, Tr, Se, Hg, Xileno, Cloro benzeno, TCE
	Adsorção retenção precipitação	Bioaugmentação Atenuação Bioestimulação	Biofiltros, bioreactores, barreiras reativas,	Metais, metalóides, compostos orgânicos, patogênicos

Jacques et al., (2010)

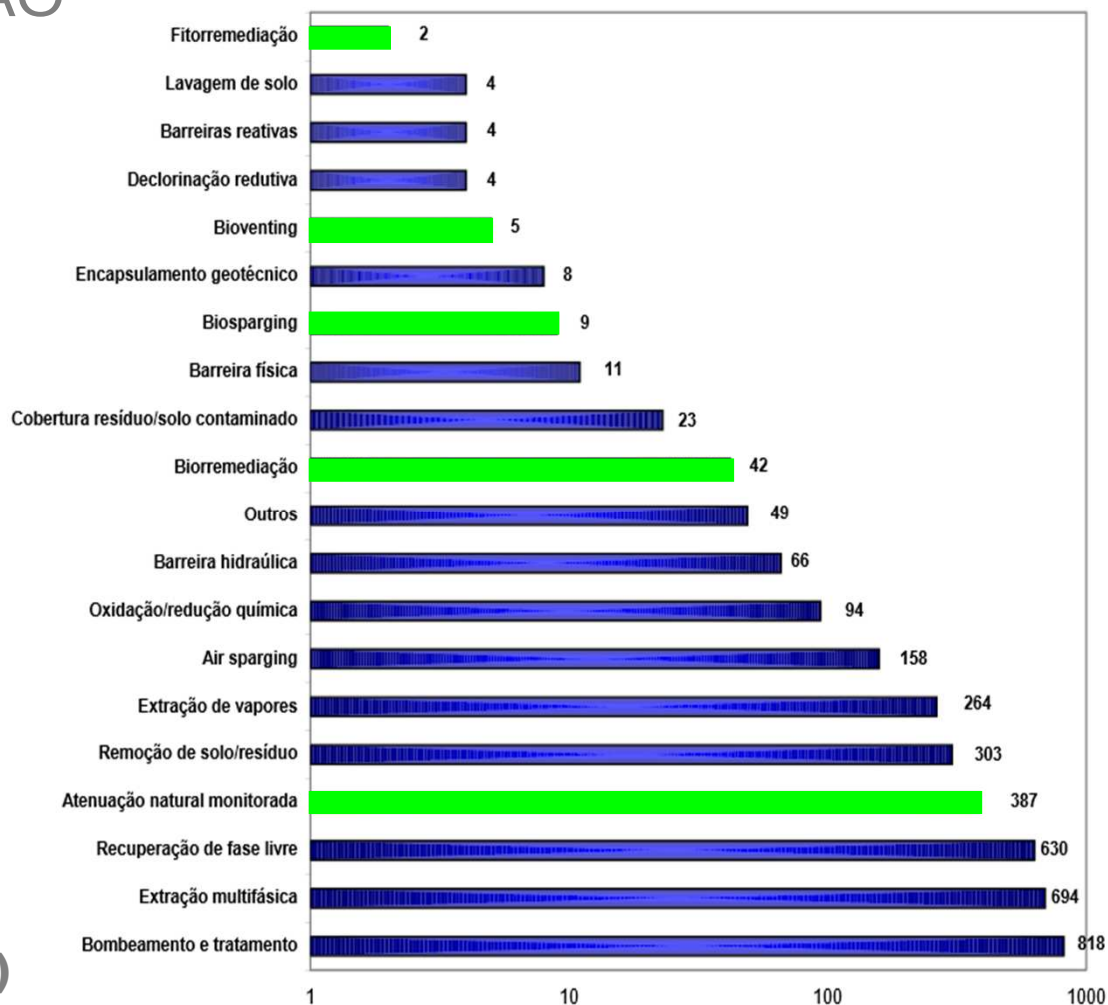


UTILIZAÇÕES

LIMITAÇÕES

AVANÇOS

REMEDIACÃO



CETESB (2012)



UTILIZAÇÕES

LIMITAÇÕES

AVANÇOS

GERAIS

→ **Compostos biodegradáveis**

Laboratório x larga escala

Misturas complexas

Toxidez by-products

Tempo maior

Controle de VOCs

In situ e ex-situ e legislação



UTILIZAÇÕES

LIMITAÇÕES

AVANÇOS

ESPECÍFICAS

→ **Microbianas** (cresc., mut., ind. enz., enriq., tox.)

Ambientais (substratos, nutrientes, inibidores)

Substratos (contaminantes)

Aeróbio x Anaeróbio (ox.red, e.acep., popul.)

Substrato x Co-metab. (contam., C, Mic Intera)

Disponibilidade (adsorção, complexos)

Transf. massa (difusão, solubilidade, miscibilidade)



UTILIZAÇÕES

LIMITAÇÕES

AVANÇOS

INSUMOS BIOTECNOLÓGICOS

→ Bioprospecção

Biodisponibilidade

Engenharia genética

Biorremediação preventiva

Bioinformática

Bioprocessos

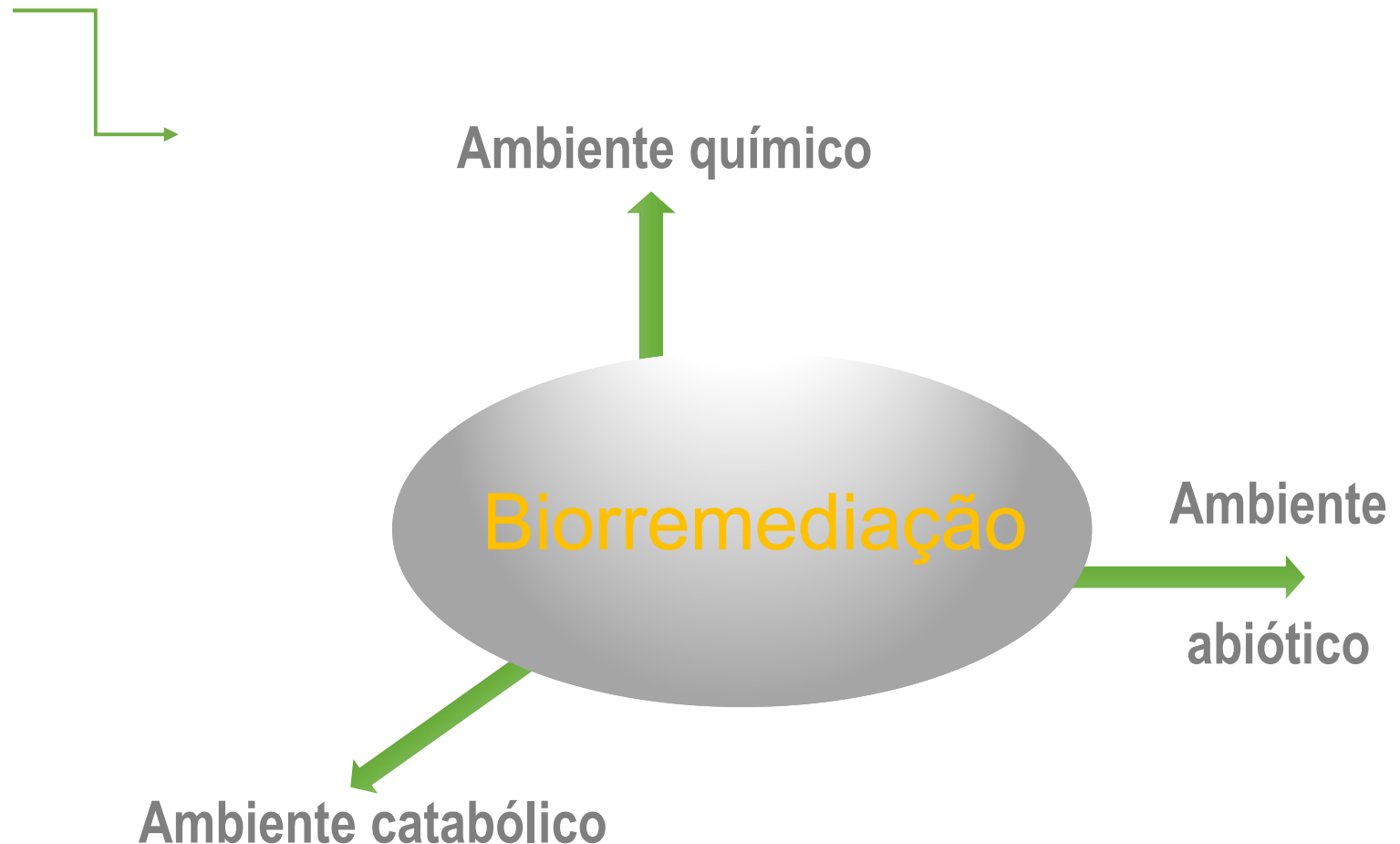


UTILIZAÇÕES

LIMITAÇÕES

AVANÇOS

SISTEMAS BIOLÓGICOS : : Biologia sintética



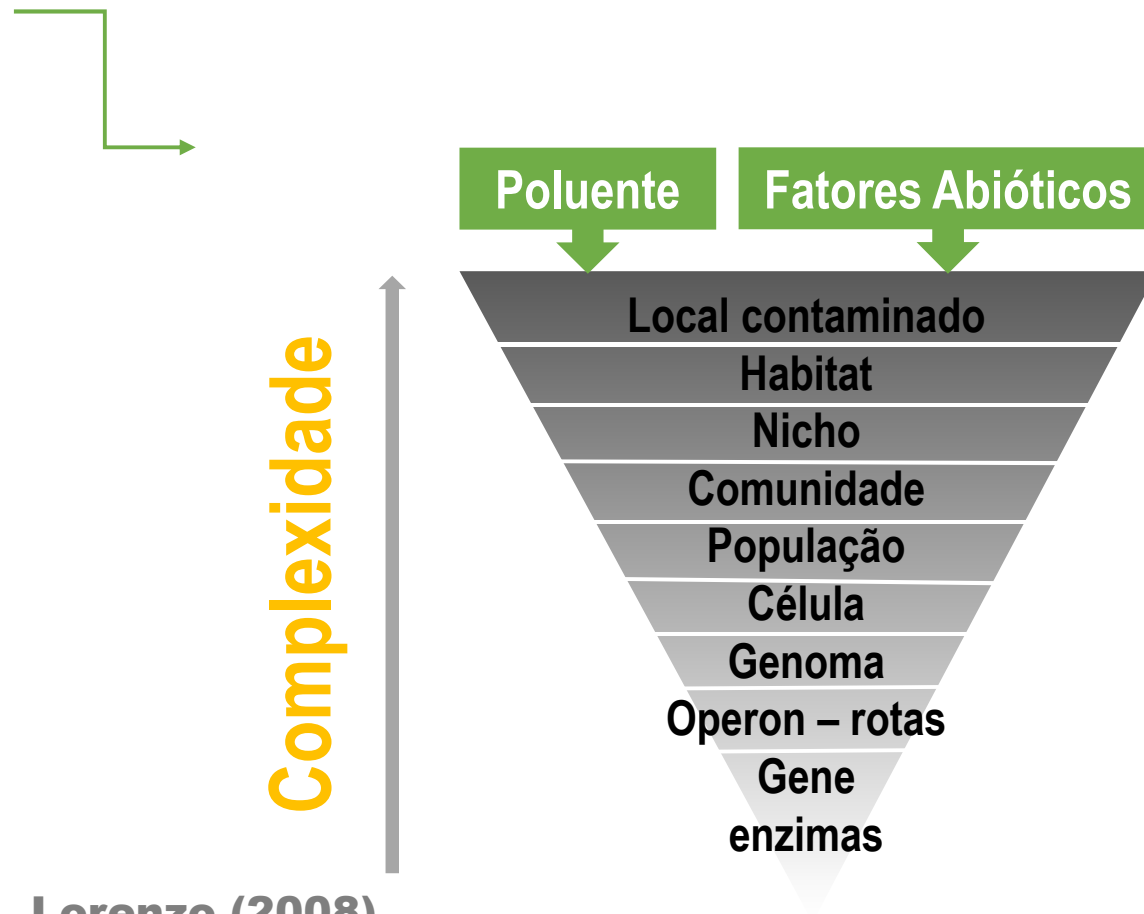


UTILIZAÇÕES

LIMITAÇÕES

AVANÇOS

SISTEMAS BIOLÓGICOS : : Biologia sintética



Lorenzo (2008)

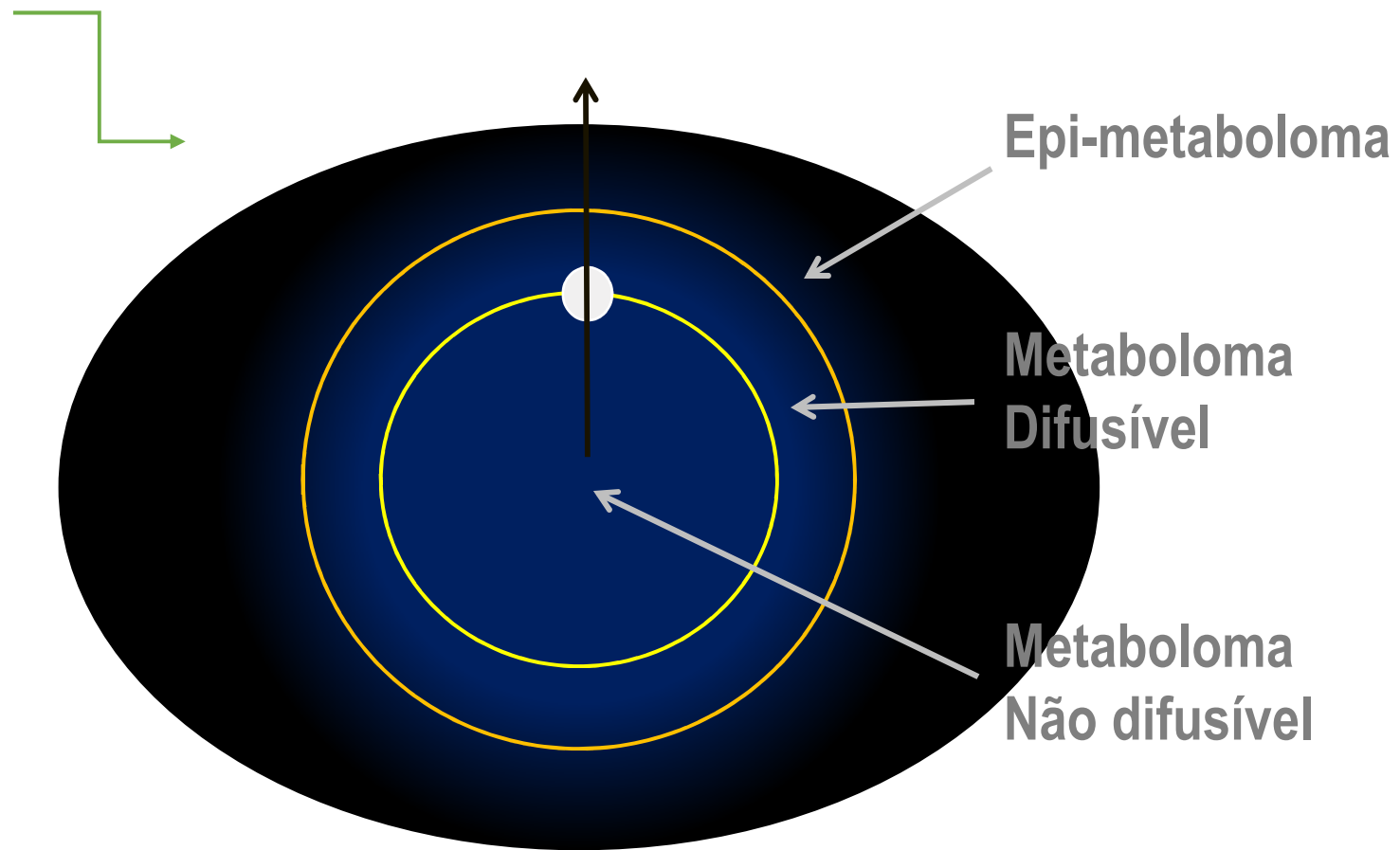


UTILIZAÇÕES

LIMITAÇÕES

AVANÇOS

SISTEMAS BIOLÓGICOS : : Biologia sintética



Lorenzo et al (2010)

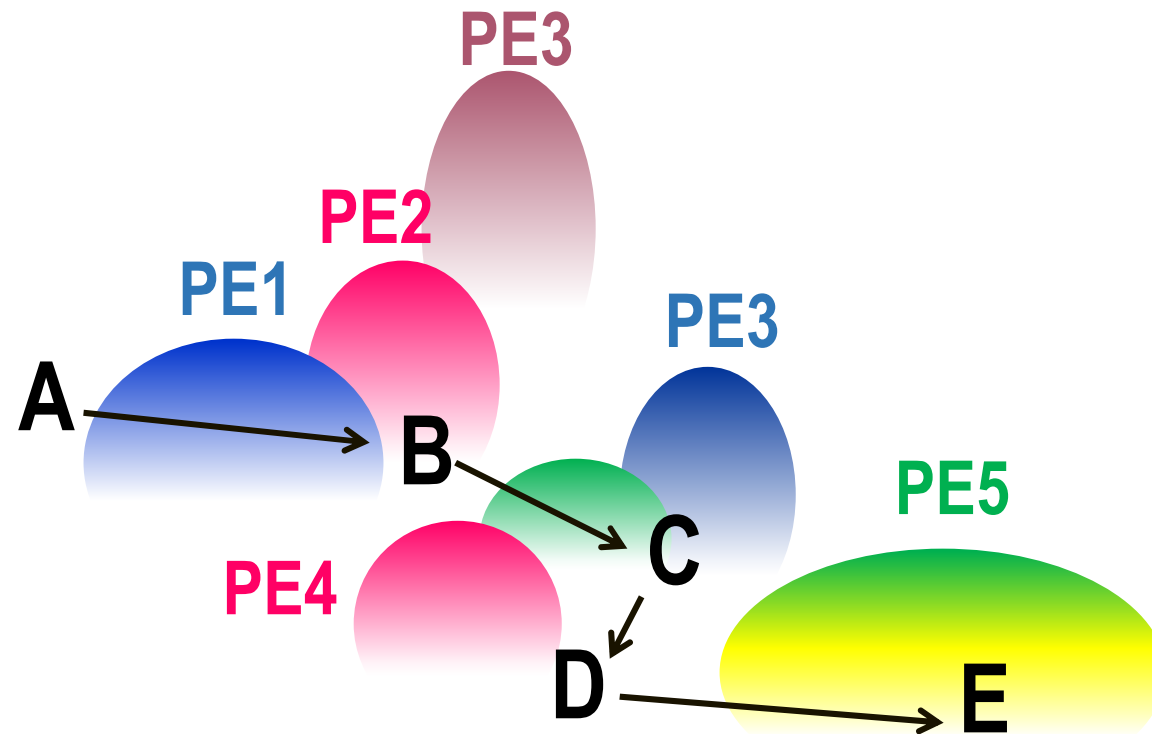


UTILIZAÇÕES

LIMITAÇÕES

AVANÇOS

SISTEMAS BIOLÓGICOS : : Biologia sintética



Forneris & Mattevi (2008)

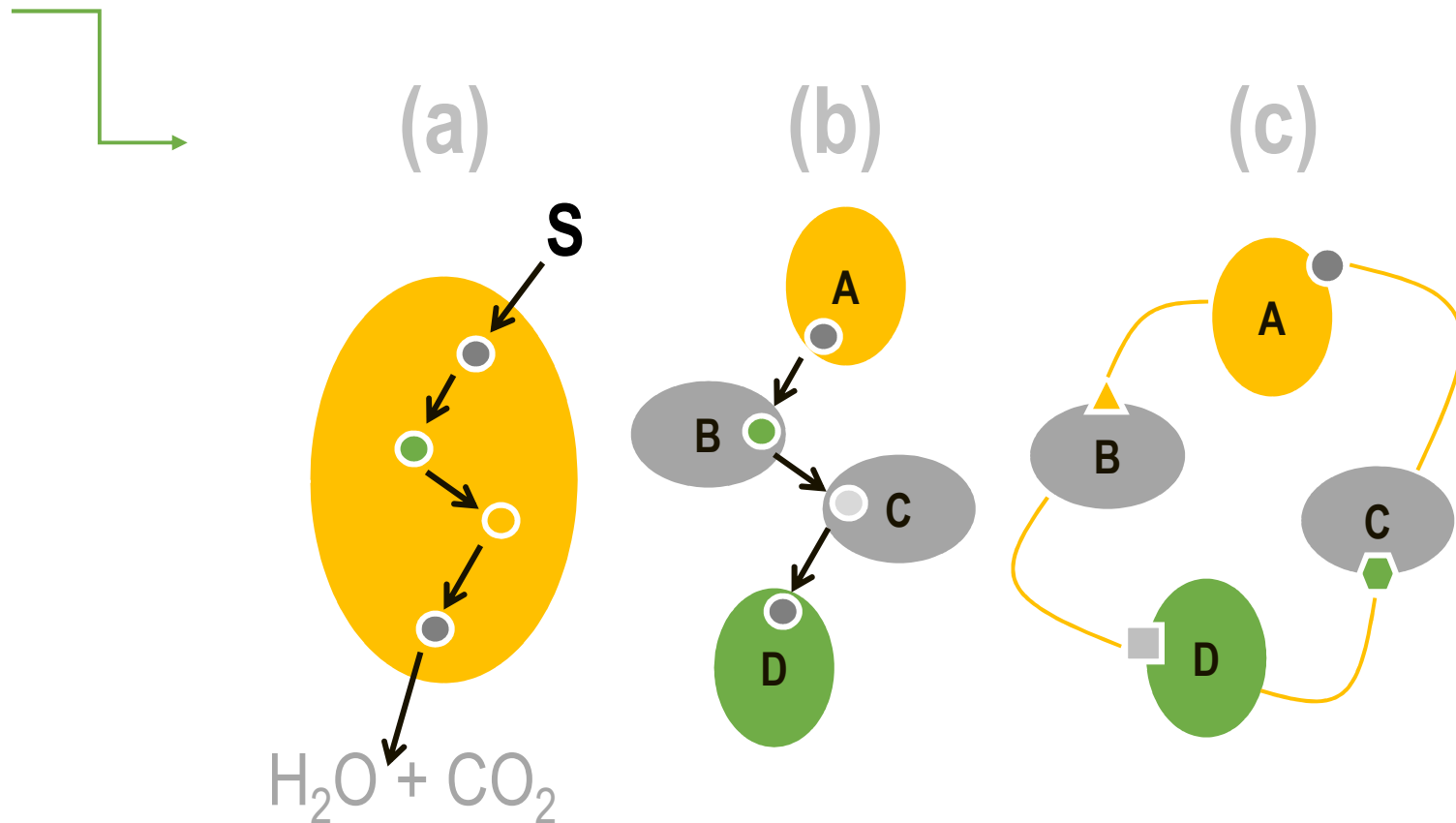


UTILIZAÇÕES

LIMITAÇÕES

AVANÇOS

SISTEMAS BIOLÓGICOS : : Biologia sintética



Lorenzo (2008)

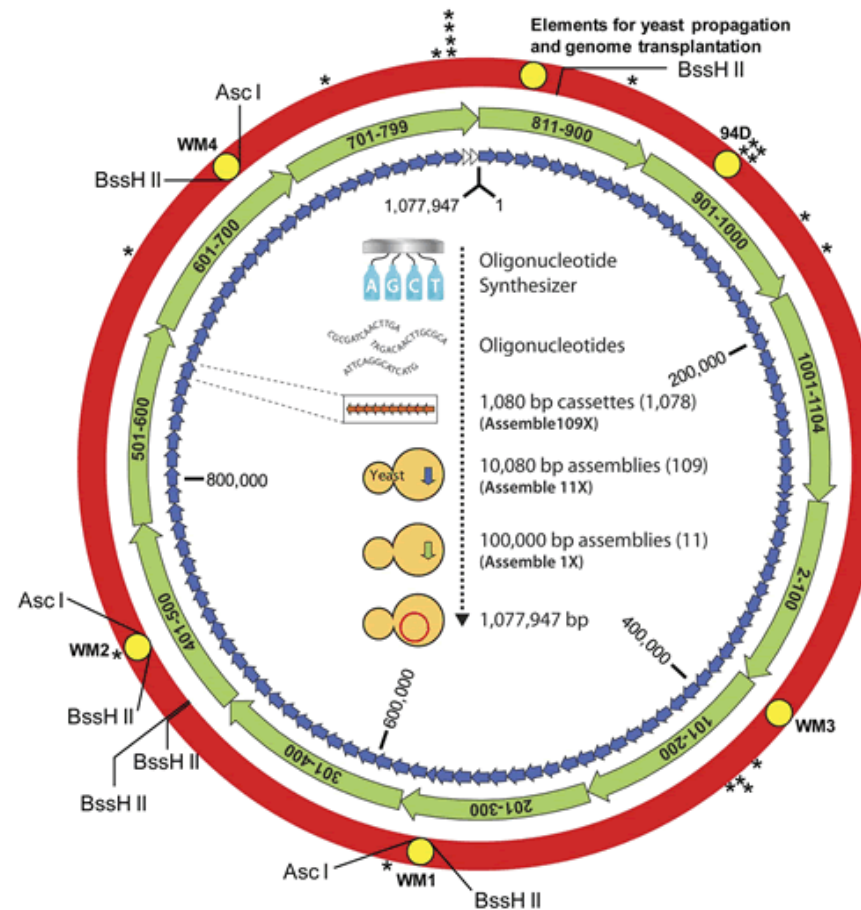


UTILIZAÇÕES

LIMITAÇÕES

AVANÇOS

SISTEMAS BIOLÓGICOS : : Biologia sintética



Gibson et al., (2010)

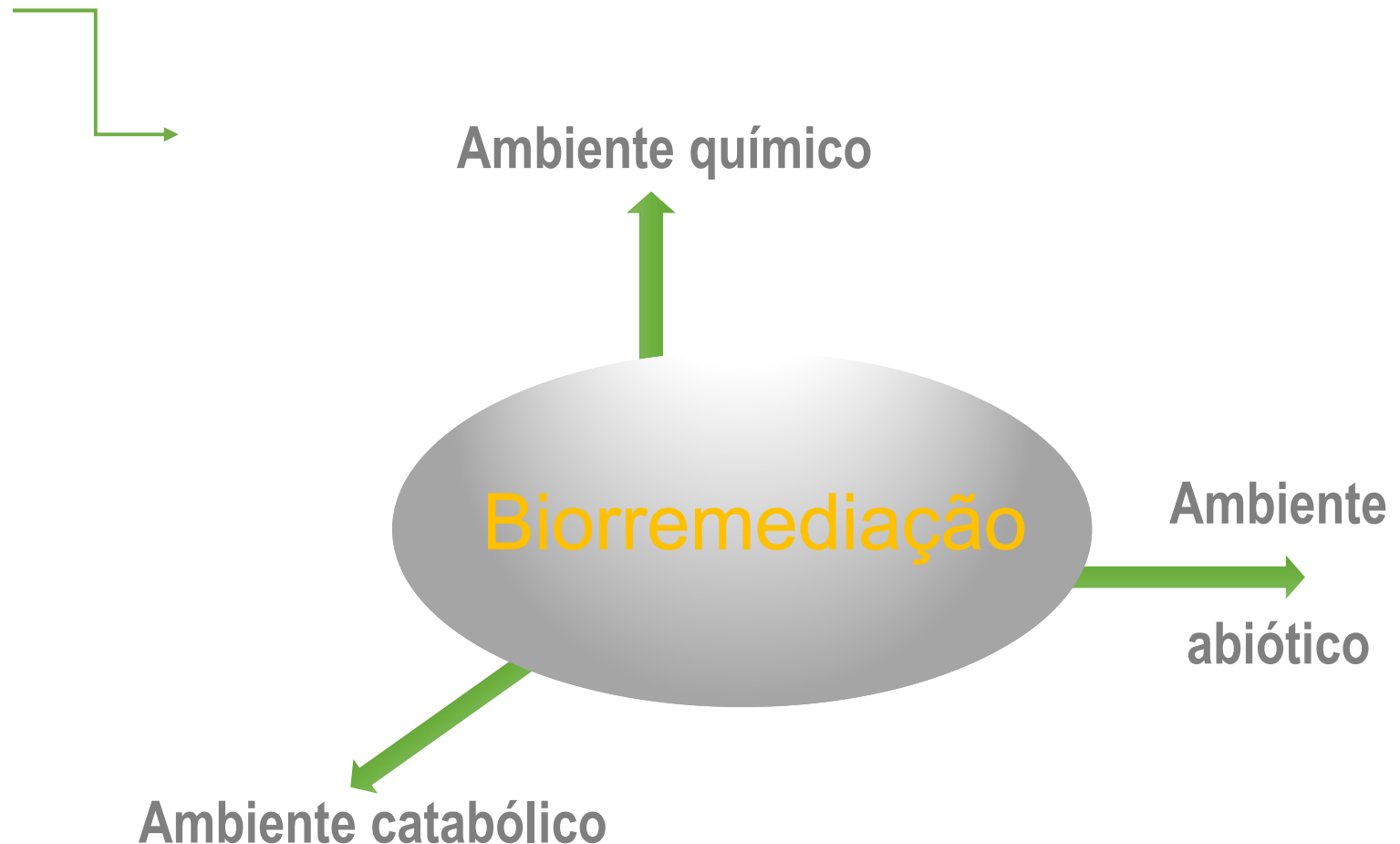


UTILIZAÇÕES

LIMITAÇÕES

AVANÇOS

SISTEMAS BIOLÓGICOS : : “Omics approach”



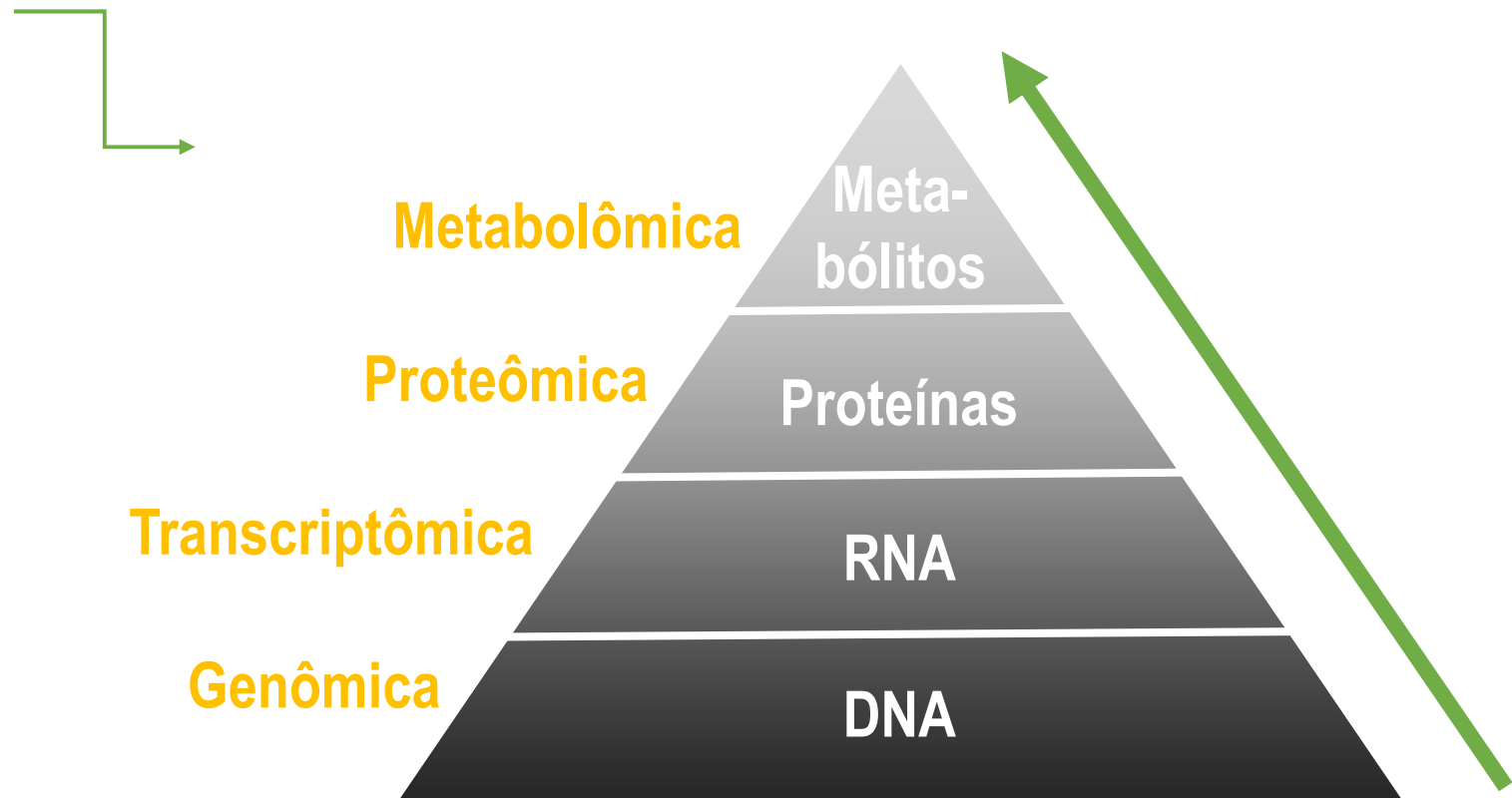


UTILIZAÇÕES

LIMITAÇÕES

AVANÇOS

SISTEMAS BIOLÓGICOS : : “Omics approach”



Chauhan & Jain (2010)



UTILIZAÇÕES

LIMITAÇÕES

AVANÇOS

SISTEMAS BIOLÓGICOS : : “Omics approach”

Complexidade



Lorenzo (2008)

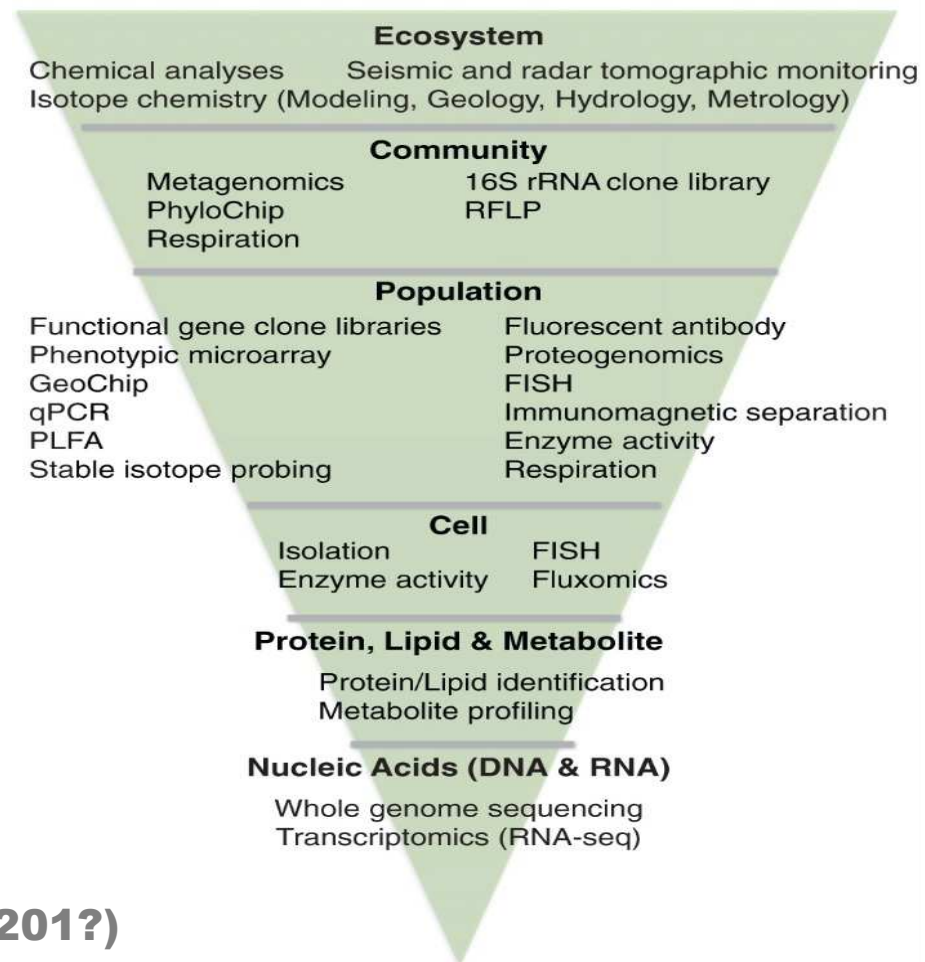


UTILIZAÇÕES

LIMITAÇÕES

AVANÇOS

SISTEMAS BIOLÓGICOS : : “Omics approach”



Chakraborty et al., (201?)



UTILIZAÇÕES

LIMITAÇÕES

AVANÇOS

SISTEMAS BIOLÓGICOS : : “Omics approach”

Golfo do México (óleo)

Contagem microbiana

(Thomas et al., 2009)

16S clone libraries

(Thomas et al., 2009)

PhiloChip

(Thomas et al., 2009)

Hidrocarbonetos

(Valentine et al., 2010)

Oxigênio dissolvido

(Camilli et al., 2010)

Atividade enzimática

(Edwards et al., 2011)

GeoChip

(Lu et al., 2011)

PLFA

(Edwards et al., 2011)

Análise isotópica

Kessler et al., 2011)



UTILIZAÇÕES

LIMITAÇÕES

AVANÇOS

SISTEMAS BIOLÓGICOS : : “Omics approach”

Área teste norte, Idaho (TCE)

Contagem de células microbiana, PLFA, microarray

Fenotípico, DGGE (Conrad et al., 2010)

qPCR, RFLP (Rahm et al., 2006)

Genética funcional (Ritalahti et al., 2006)

PhyloChip (Conrad et al., 2010)

Análise isotópica (Song et al., 2002)



PERSPECTIVAS



Contaminação
Consolidação
Conscientização
Legislação
Instrumentação
Viabilização





Flávio A. O. Camargo : : Departamento de Solos : : UFRGS
(fcamargo@ufrgs.br)