



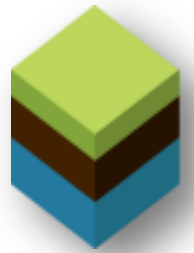
NICOLE BRASIL
Latin America Network for Soil and Water Management

O Futuro da Biorremediação no Brasil: Quais Segredos o Ambiente Tropical Guarda?

Profa. Dra. Alessandra Argolo Carvalho

Porto Alegre, 2015.

Agenda

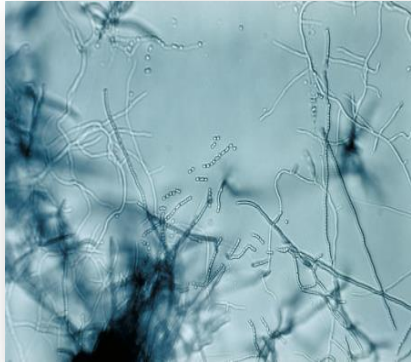


- Fundamentos
- Biorremediação nos ecossistemas tropicais – Porque os trópicos são especiais?
- Tendências recentes em Biorremediação
- Perspectivas
- Um modelo de cooperação
- Considerações finais

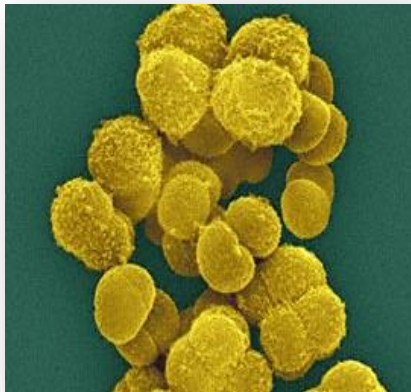
Fundamentos



*Phanerochaete
chrysosporium*



Streptomyces sp.



*Deinococcus
radiodurans*

Uso de organismos ou parte destes para transformar, degradar ou imobilizar contaminantes



Detoxificação do composto original e conversão em produtos não tóxicos para o ambiente e saúde humana



Degradação catabólica = Mineralização

Degradação cometabólica

Fundamentos



Quando tudo começou

- 1900 - Advento de processos biológicos para o tratamento de produtos orgânicos derivados de dejetos humanos ou animais (e as lamas produzidas)
- 1950 - Abordagens para alargar o tratamento de águas residuais de resíduos industriais
- 1960 - Investigações sobre a biorremediação de produtos químicos sintéticos em águas residuárias
- 1970 - Aplicação em contaminação por hidrocarbonetos, tais como derramamentos de óleo e petróleo nas águas subterrâneas
- 1980 - Investigações de aplicações de biorremediação para produtos orgânicos
- 1990 - Atenuação Natural
- 2000 - Biorremediação in situ; bioaumento

Fundamentos

Técnicas ou tipos de Biorremediação

In situ

- Bioventilação
- Bioestimulação
- Bioadição
- Biosparging
- Atenuação natural

Ex situ

- Landfarming
- Compostagem
- Biopilhas
- Bioreatores



Justificativas para o uso



Tabela 2. Custos comparativos para métodos de remediação de solos contaminados por compostos orgânicos (Zhu et al., 2010).

Tipo de tratamento	Faixa de custo (\$/ton¹ solo)	
remediação física	120-1500	
remediação química	80-440	
biorremediação <i>in situ</i>	50-150	Apud Colla, 2012

- Baixo custo
- Utiliza ocorrência natural de organismos
- Sustentável
 - Minimiza o manuseio e transporte de material contaminado
- Potencial para destruição completa dos contaminantes
- Enorme potencial inexplorado para aplicações



Viabilidade e eficácia



Relacionadas a:

- Microrganismos
- Fatores ambientais (fonte de energia, pH, temp., umidade, nutrientes, acceptor final de elétrons)
- Tipos e estado dos Contaminantes (biodisponibilidade), toxicidade



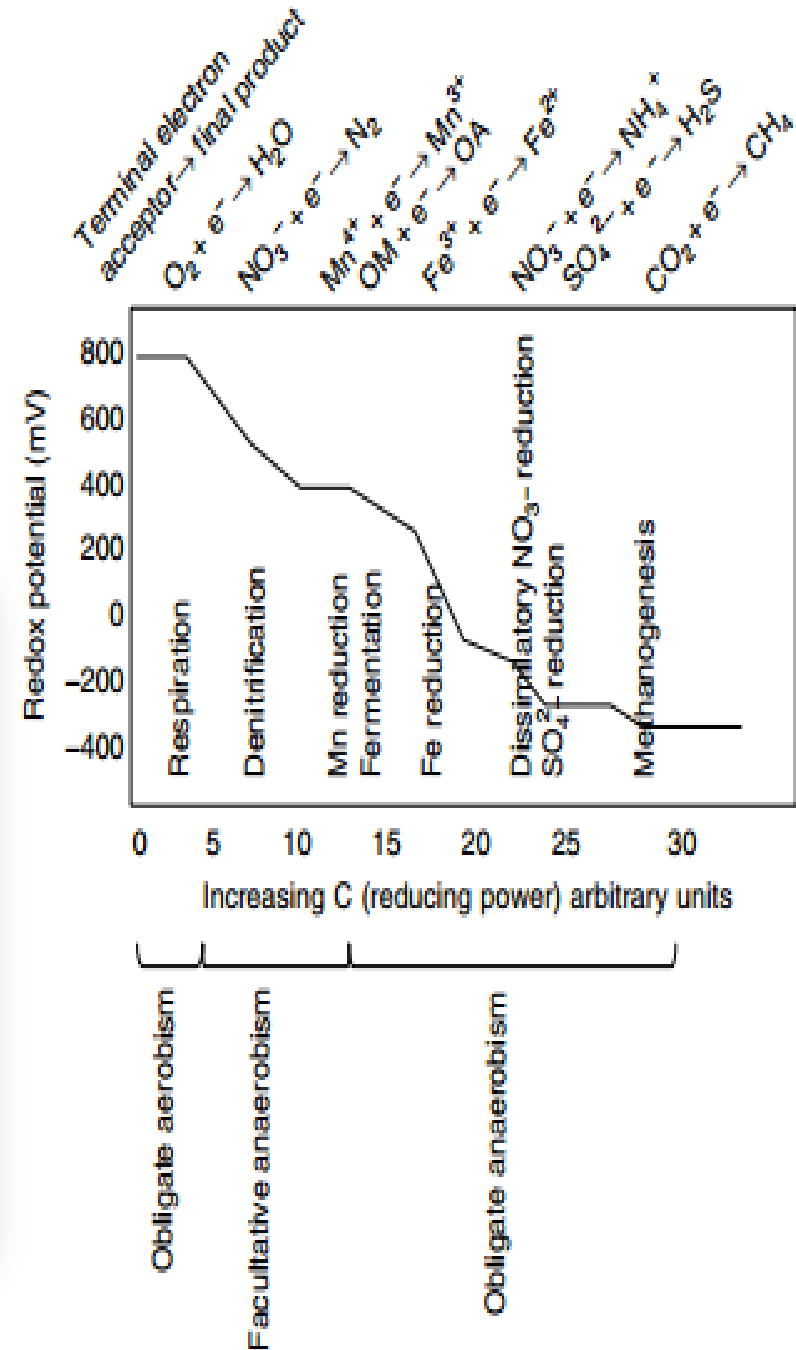
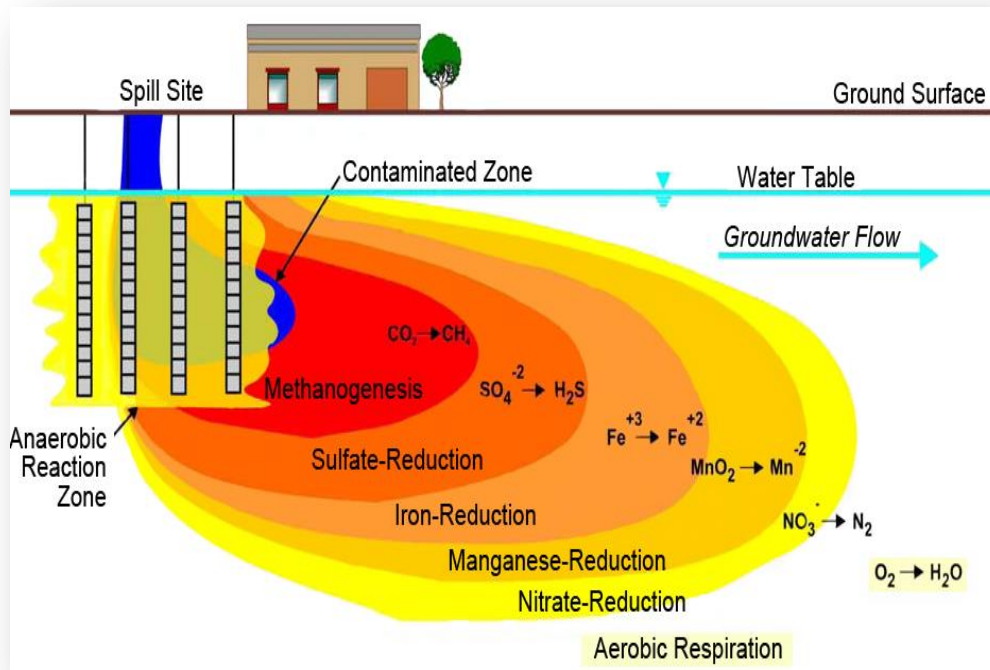
Viabilidade e eficácia

Tabela 3. Fatores que afetam a biorremediação de contaminantes orgânicos em meios naturais impactados (adaptado de Megharaj et al., 2011).

Fator	Efeito
Conteúdo de água	Transporte de poluentes e de produtos de degradação
Temperatura	Composição da comunidade e velocidade de degradação (poluentes persistem mais tempo no meio, sob baixas temperaturas)
pH	A atividade máxima de micro-organismos e de enzimas é pH-depende
Potencial redox	Concentração e proporção entre doadores e receptores de elétrons determina rota e eficiência de degradação
Solubilidade, volatilidade, tamanho da partícula	Biodisponibilidade do poluente
Matéria orgânica	Degradação e a sorção dos compostos
Nutrientes	Crescimento e reprodução dos micro-organismos
Co-substratos	Possibilitam a transformação co-metabólica dos contaminantes
Co-contaminantes	Influenciam a biodisponibilidade da fonte de carbono e aumentam/inibem a biodegradação
Comunidade microbiana	Membros com capacidade metabólica de degradação determinam a taxa de remediação



Biorremediação e metabolismo microbiano



O que torna o ambiente tropical especial?



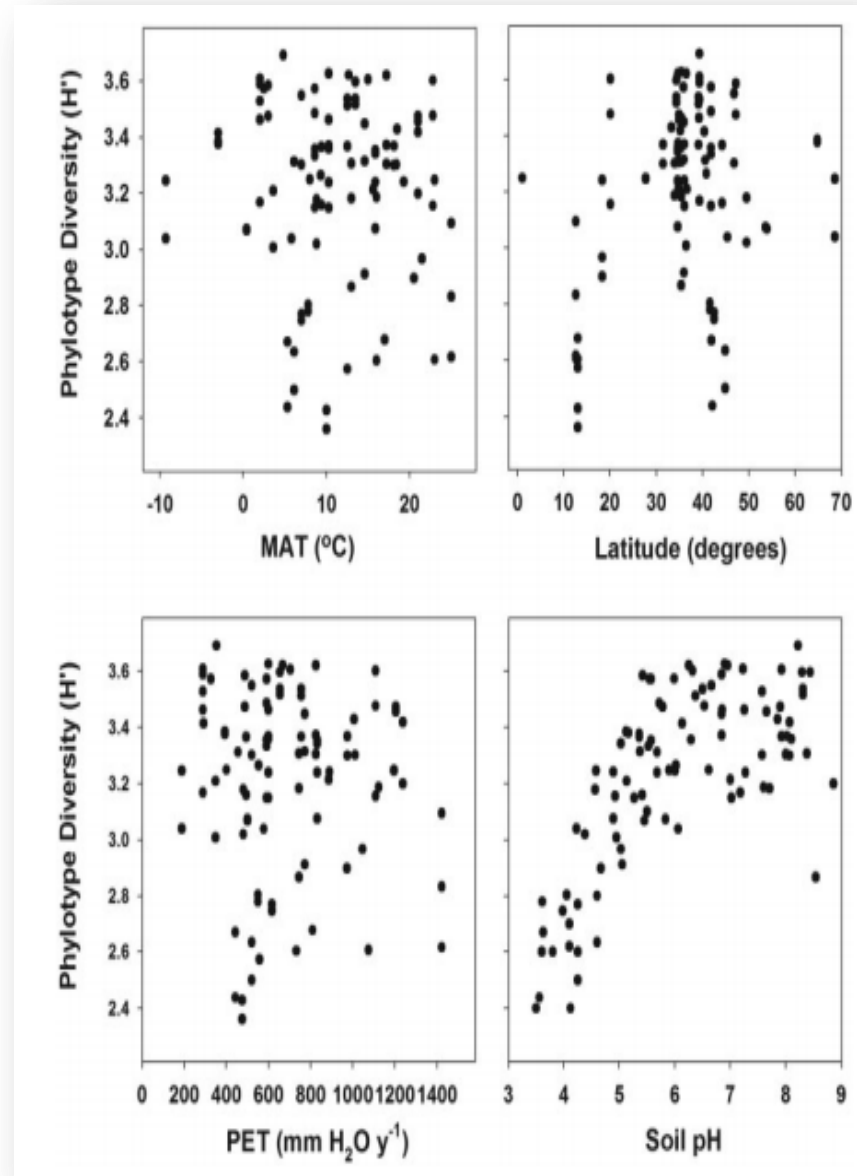
- Grande parte da biorremediação foi desenvolvida na América do Norte / sistemas temperados
- Sistemas tropicais são diferentes :
 - Maiores médias de temperaturas → taxas de reações mais rápidas
 - Menos nutrientes → alterações para suportar as populações microbianas
 - pH mais baixo →
 - Organismos adaptados
 - Taxas de reações menores
 - Controle de pH pode ser necessário
 - Quantidade elevada de metais (Al)



O que torna o ambiente tropical especial?

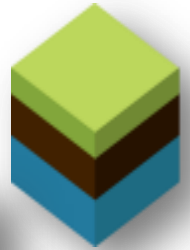


O pH do Solo é o maior determinante da diversidade

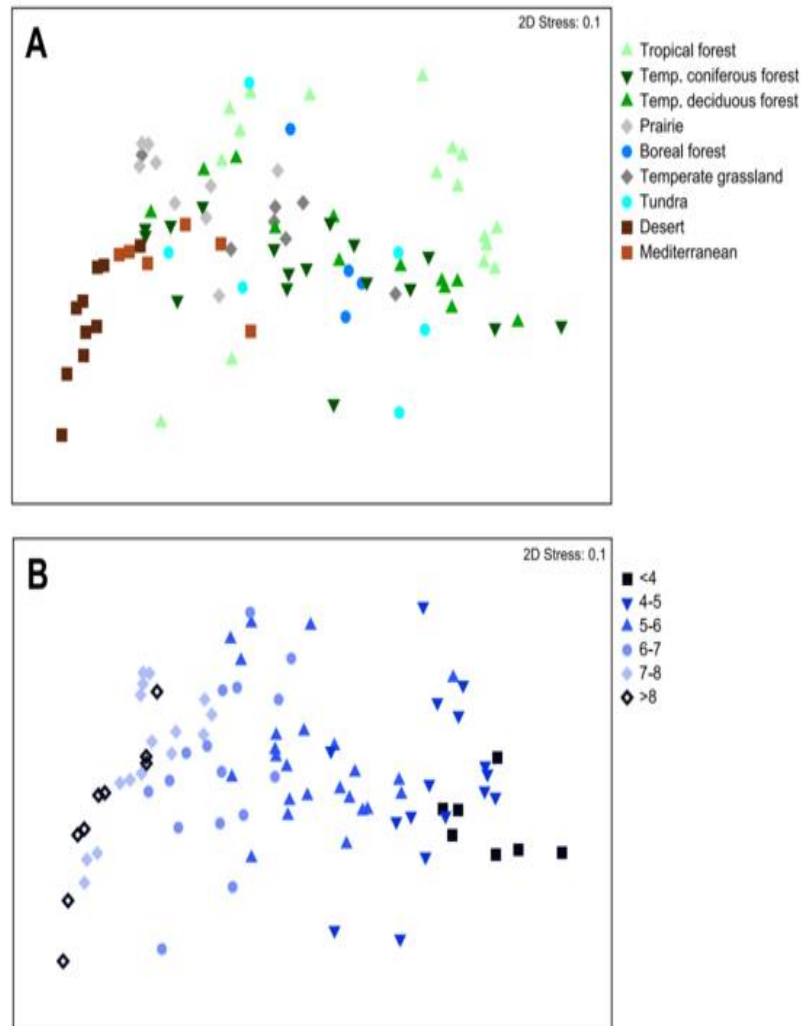


Fierer and Jackson (2006),
Lauber et al (2009)

O que torna o ambiente tropical especial?



- Elevada biodiversidade?

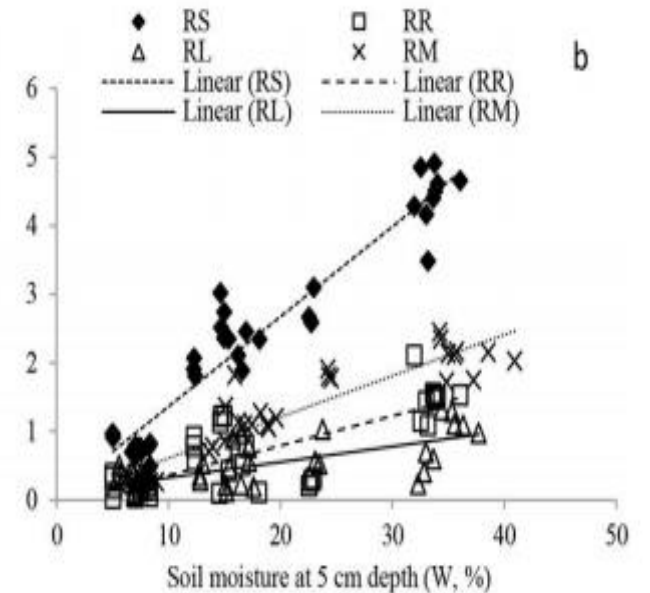
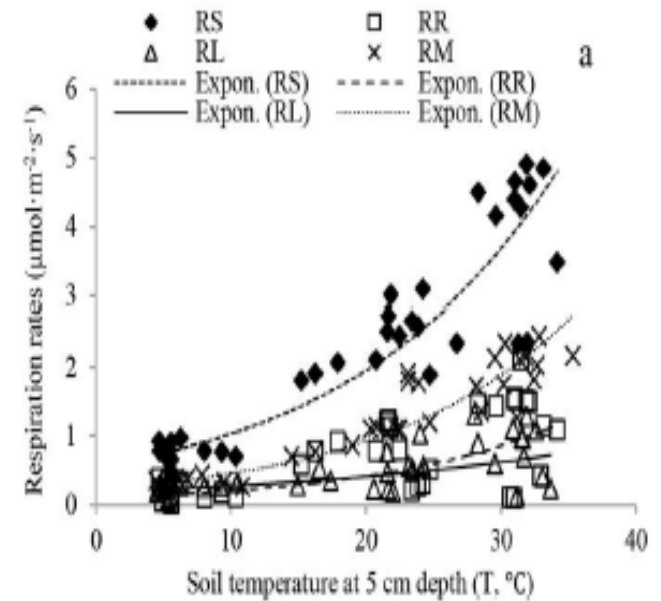
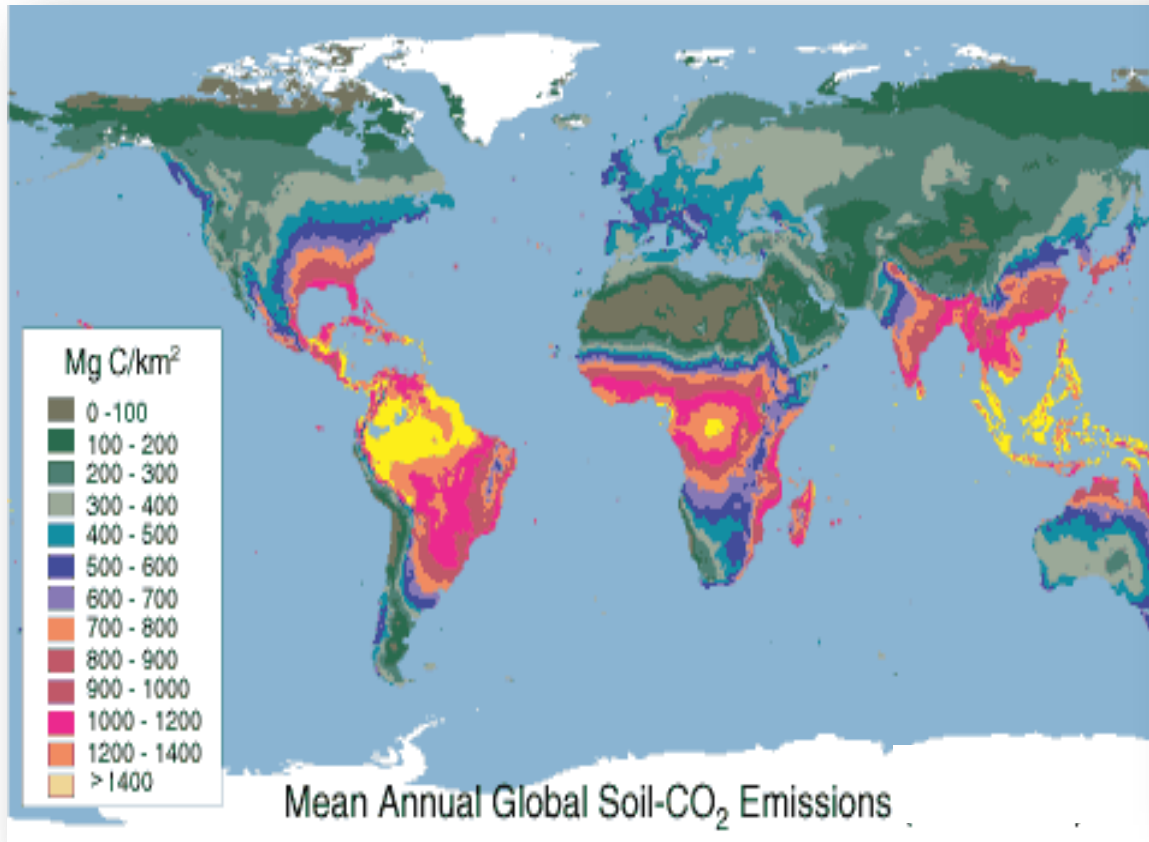


Christian L. Lauber, Micah Hamady, Rob Knight, and Noah Fierer (2009)
Noah Fierer*† and Robert B. Jackson*‡, (2006)

FIG. 4. Nonmetric multidimensional scaling plots derived from pairwise Unifrac distances between soils, with symbols coded by general ecosystem type (A) and pH category (B).

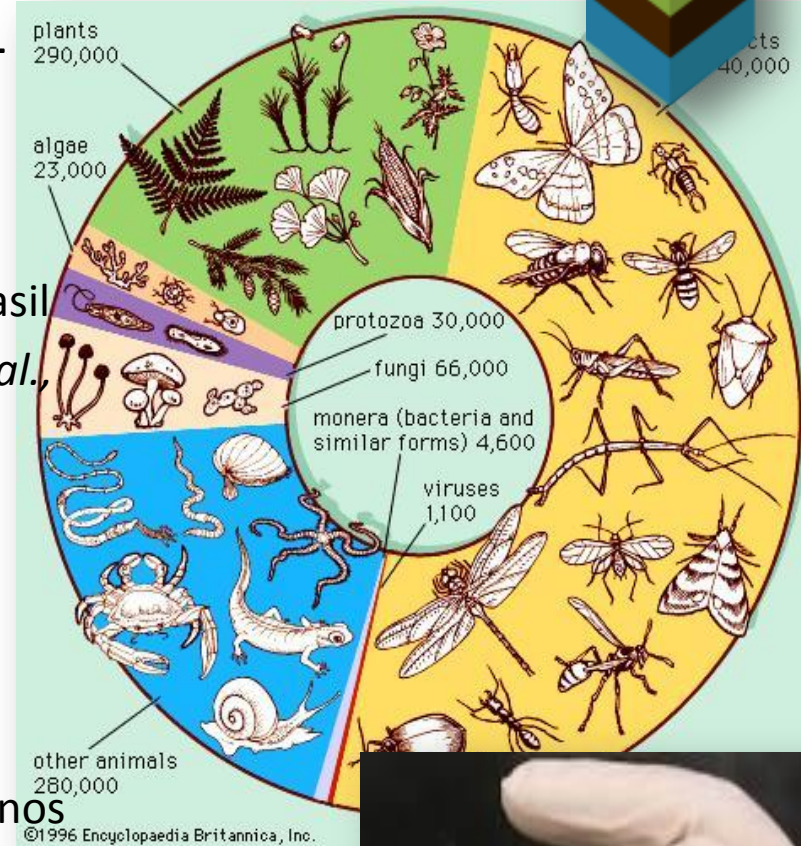
O que torna o ambiente tropical especial?

Elevada Atividade metabólica = velocidade em degradar contaminantes

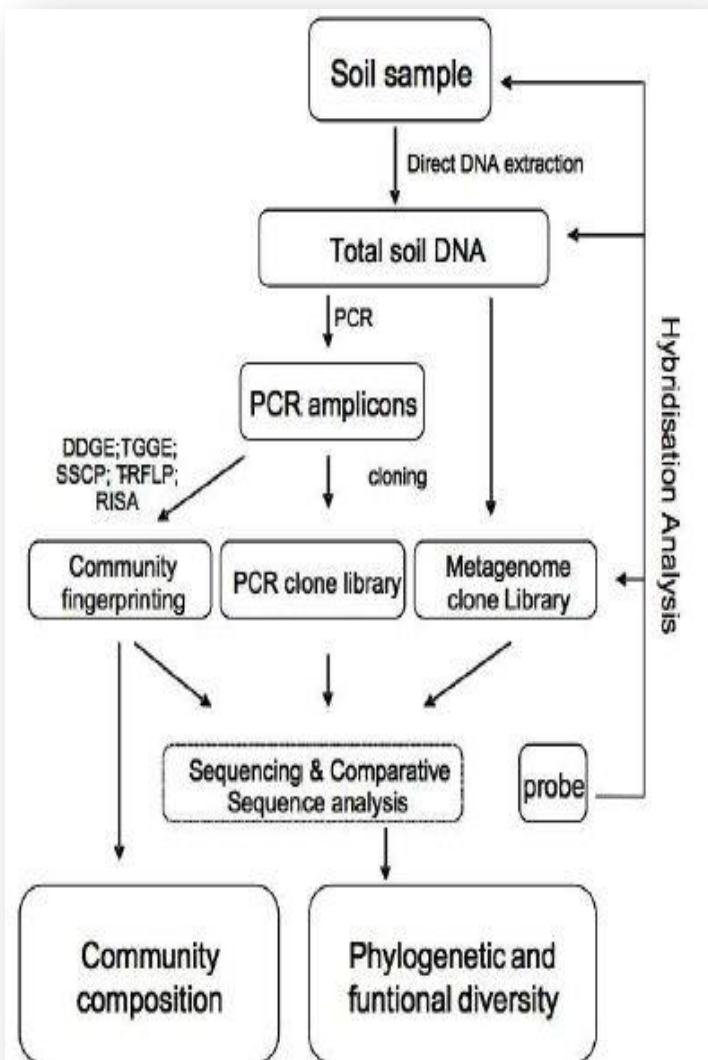


Nosso potencial biotecnológico é pouco explorado

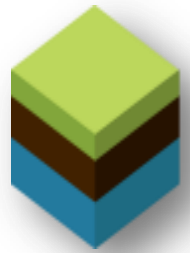
- A verdadeira diversidade microbiana em sistemas brasileiros é em grande parte desconhecida - **0.1-10% (Panizzon et al. 2015)**
 - É importante caracterizar os sistemas microbianos
 - Trabalho sobre diversidade microbiana no Brasil
 - Projeto Microbioma Brasileiro - (*Pylro et al., 2014*) *Microb.Ecol.* 67:237-241) <http://www.brmicrobiome.org/>
 - Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (www.sibbr.gov.br/)
- Novas técnicas de sequenciamento de moléculas nos dizem:
 - 90% das bactérias observadas não crescem em cultura
 - Diversas bactérias são conhecidas apenas pelo seu sequenciamento genético
 - Diversas bactérias não tem sua função ambiental conhecida



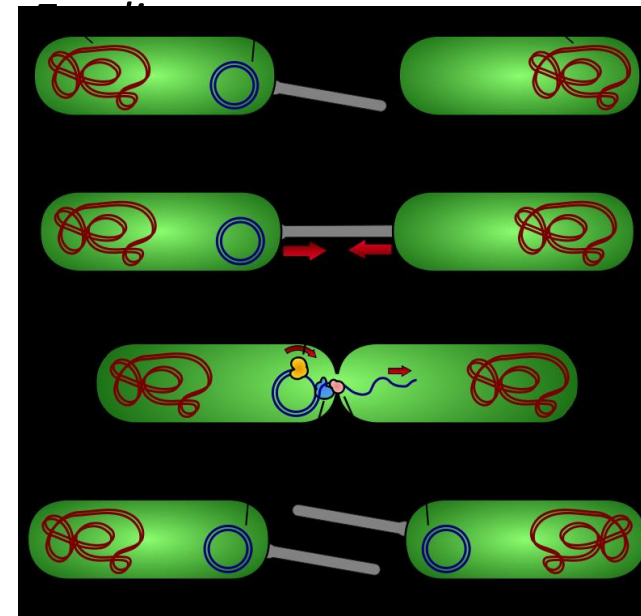
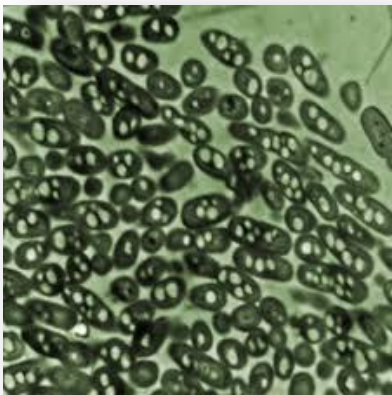
Tendências recentes em Biorremediação: a contribuição das técnicas moleculares



Tendências recentes em Biorremediação: a contribuição das técnicas moleculares



- Experimento de Newby et. al (2000) – gene pJP4 – degradação do ácido diclorofenóxiacético (2,4 - D)
- Uso dos doadores – *R. eutropha* JMP134 e *Escherichia coli* D11
- Avaliou a transferência do plasmídeo para micros autóctones
- Dados iniciais demonstravam melhor desempenho da *R. eutropha*.
- Posteriormente destaque para *Burkholderia* e *Ralstonia* - elevada conjugação



Tendências recentes em Biorremediação: Surfactantes



- Utilização de surfactantes

Aumentando da solubilidade e dispersão de compostos orgânicos em água

Alterando a afinidade entre as células e os hidrocarbonetos –

Seu uso reduz a hidrofobicidade de compostos orgânicos tornando-os biodisponíveis.

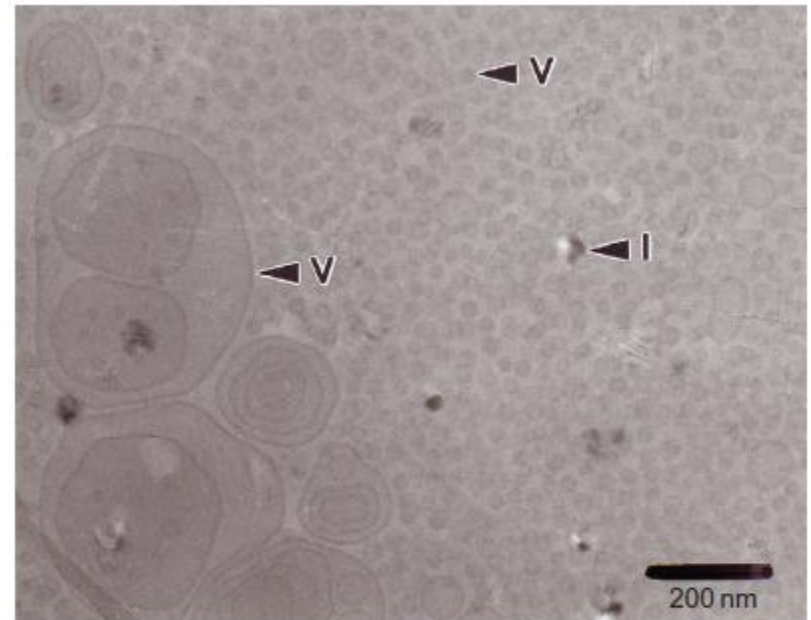


FIGURE 9.19 A cryo-TEM micrograph of the morphology of a rhamnolipid biosurfactant produced by *Pseudomonas aeruginosa* at pH 6.5. This micrograph shows bilayer surfactant vesicles (V) which range in size from 30 nm to several hundred nm. The size bar = 200 nm. Image courtesy J.T. Champion.

A.A. Juwarkar (*) • R.R. Misra
• J.K. Sharma, 2014

Tendências recentes em Biorremediação: Surfactantes



Type of contaminant	Initial concentration	TPH	Microorganisms and nutrients added	Source of Microorganisms	Duration of research	TPH reduction (%)	Comment	References
TPH from diesel oil	Not stated		A consortia isolated from previously contaminated soil and (NH ₄) ₂ SO ₄ and K ₂ HPO ₄	Previously contaminated soil	84 days	45% and 72.7% for biostimulation and bioaugmentation respectively	Bioaugmentation using microbial load from a pre-contaminated soil enhanced the autochthonous strain and overall degradation as opposed to biostimulation as stated by the authors	Bento <i>et al</i> , 2004
TPH from motor oil	40,000mg/kg		<i>Bacillus Sp.</i> , <i>Pseudomonas Sp.</i> and <i>Proteus</i> , NPK fertilizer	Isolated from automobile workshops	42 days	65% reduction	Nutrient addition improved the rate of remediation as control option amended with water only returned 42% reduction	Abdusalam <i>et al</i> , 2009
TPH from crude artificially spiked	50,000ppm		Halotolerant actinobacterial strains and sodium chloride. <i>Rhodococcus Sp.</i> , <i>Gordonia rubripectincta</i> , <i>Rhodococcus Sp.</i> , <i>G. Alcantivorans</i> , <i>R. equi</i> , and	Previously contaminated soil	Not stated	Up to 36.2% degradation for first soil sample and 51% of second soil sample	This research indicated a higher degradation for n-alkanes than total petroleum hydrocarbons; 67.7% 77.3% for sample A and B as against 36.2%, 51% respectively	Alvarez <i>et al</i> , 2011

Rhodococcus Sp. EH 831 and Tween 80 surfactant	Isolated from previously contaminated soil	46 days	>50% reduction	The addition of surfactant seemed to enhance the availability of the diesel for microbes subsequently improving TPH degradation	Eun Hee <i>et al</i>, 2011
---	---	----------------	--------------------------	--	-----------------------------------

TPH from spent motor oil	14,100mg/kg		<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Bacillus subtilis</i> and fertilizer; NPK 20:10:10	Stock culture obtained from a research institute	70 days	75% reduction	Nutrient availability was optimum for the entire duration of the research as observed in the Nitrogen, Phosphorus and Potassium content measured throughout the research	Abdusalam <i>et al</i> , 2011
--------------------------	-------------	--	---	--	---------	---------------	--	-------------------------------

Tendências recentes em Biorremediação: a contribuição das técnicas moleculares



Desenvolvendo Sistemas de Biorremediação: Combinando Plantas e Bactérias

- Biodegradação pode ser rápida na interface entre o nível d'água e a zona vadosa
- Plantas podem ser usadas na biodegradação de sistemas para criar zonas de biodegradação aprimorada:
 - Controle da hidrologia
 - Produção de nutrientes/fonte de energia para bactérias
 - Absorção de contaminantes

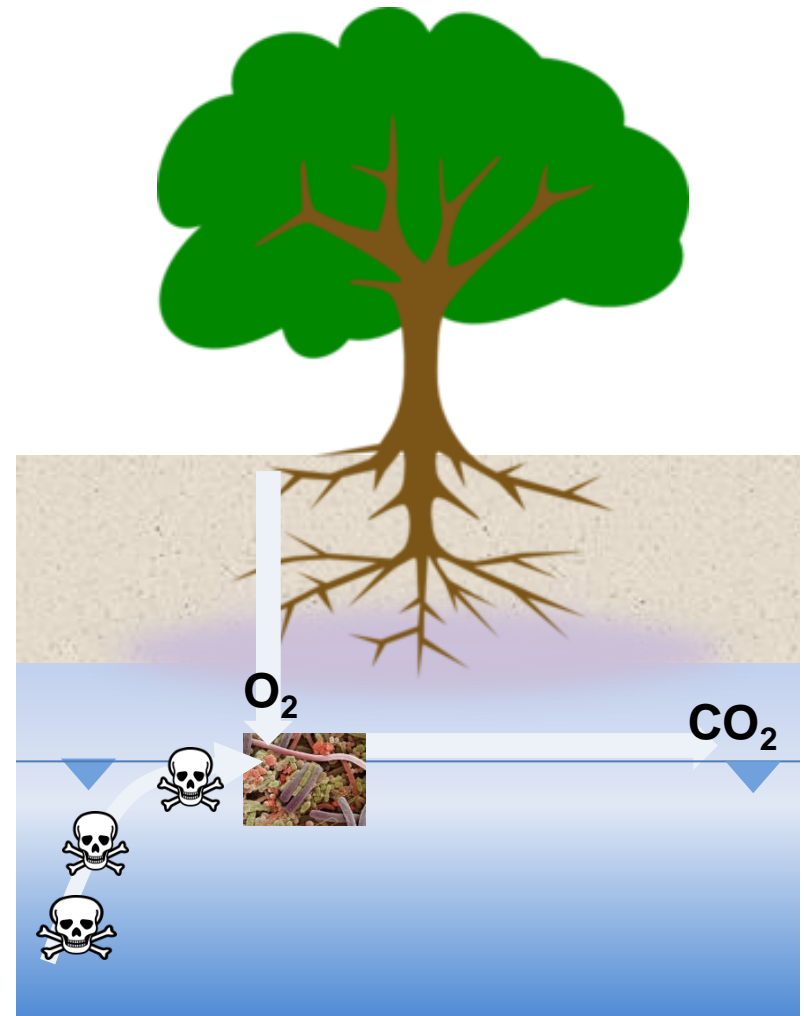




Table 5.3 Recent trends in bioremediation

Outline of findings	References
Biosurfactants	
Bioremediation of diesel	Tribelli et al. (2012)
Bacterial bio surfactant for hydrocarbon remediation	Eddouaouda et al. (2011)
Lipid biosurfactant	Franzetti et al. (2010)
Application of biosurfactant in phenanthrene biodegradation	Reddy et al. (2010)
Bio surfactant enhancing the biodegradation of hydrocarbon in soil	Kang et al. (2010)
Biosurfactant in heavy metal study	Asçi et al. (2010)
Multimetal contaminant bioremediation	Juwarkar et al. (2008)
Oxygen releasing compounds	
Soil contaminated with kerosene	Agarry et al. (2012)
Hydrocarbon bioremediation	Odencrantz et al. (1996)
Microbes assisted phytoremediation	
Microbial consortium for pulp mill effluent bioremediation	Kumar et al. (2012)
Soil bacteria to facilitate phytoremediation	Glick (2010)
Microbes assisted phytoremediation for copper remediation	Chen et al. (2006)
Microbes assisted phytoremediation for chromium remediation	Singh et al. (2010)
Microbes assisted phytoremediation for zinc remediation	Juwarkar and Singh (2010)
Molecular biology	
Genomics approach for bioremediation	Lovely (2003)
Microbial community analysis at heavy metal-contaminated groundwater using metagenomics approach	Hemme et al. (2010)
Use of gene probes in aerobic in situ bioremediation of TCE	Hazen et al. (2009)
DNA-based stable isotope probing and pyrosequencing for analysis of microbial community of petroleum-contaminated arctic soils	Bell et al. (2011)
Proteogenomic analysis of the citrate synthase protein during bioremediation of U(VI)	Wilkins et al. (2011)

Asha A. Juwarkar, Rashmi R. Misra, and Jitendra K. Sharma In: N. Parmar and A. Singh (eds.), *Geomicrobiology and Biogeochemistry, Soil Biology* 39, DOI 10.1007/978-3-642-41837-2_5, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014

Perspectivas



BRASIL Acesso à informação

Instituto Nacional da Propriedade Industrial
Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

Consulta à Base de Dados de Patentes

» Consultar por: Base Patentes | Finalizar Sessão

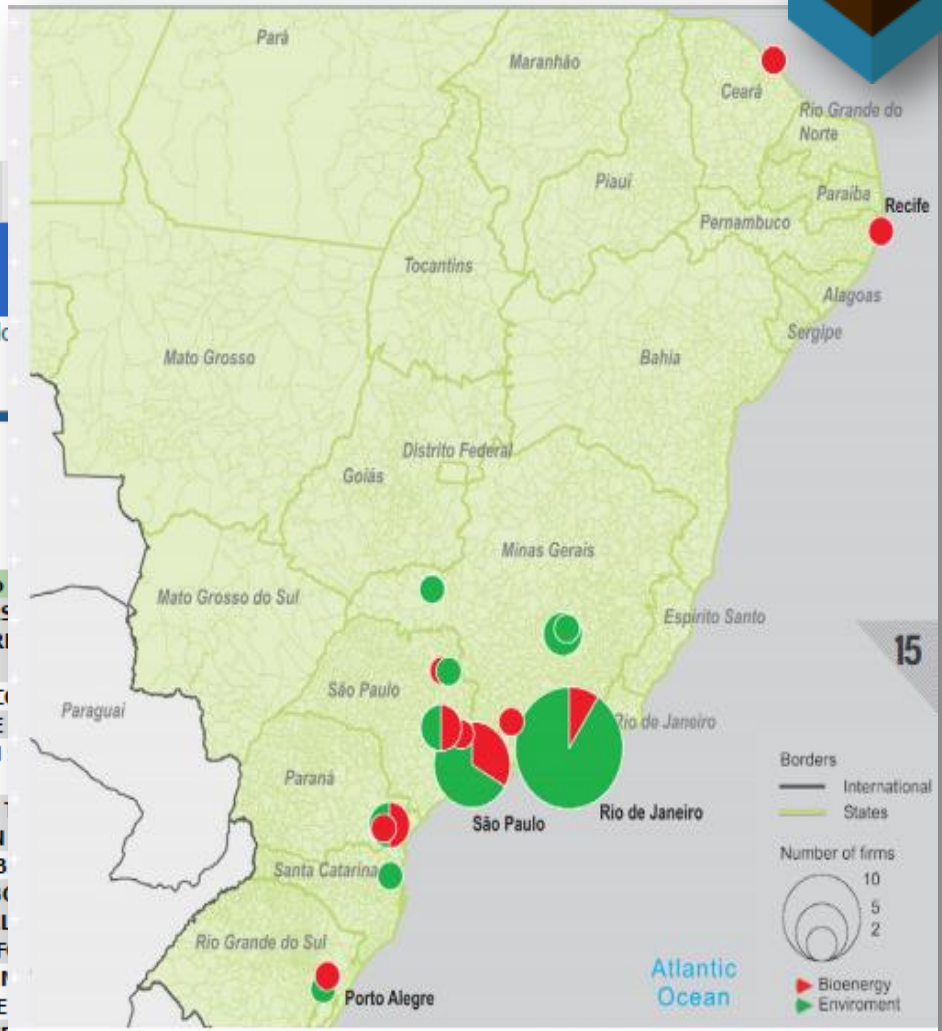
RESULTADO DA PESQUISA (11/11/2015 às 19:00:42)

Pesquisa por:

Todas as palavras: 'BIORREMEDIÇÃO no Resumo' \

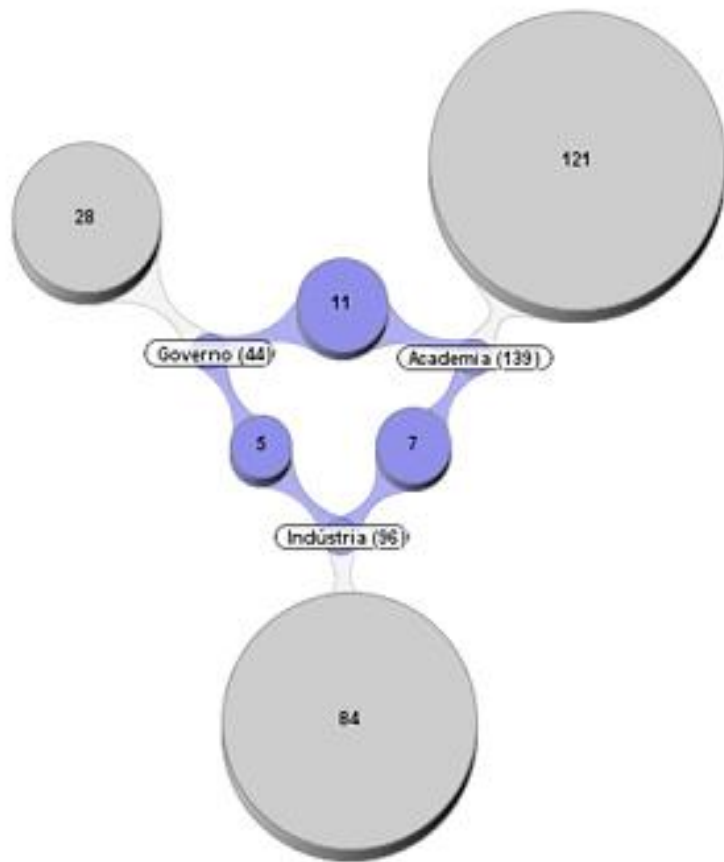
Foram encontrados **22** processos que satisfazem à pesquisa. Mostrando página **1** de **1**.

Pedido	Depósito	Título	
BR 10 2014 019072 4	05/06/2014	PROCESSO PARA OBTENÇÃO DE NANOPARTÍCULAS E TRICHODERMA KONINGIOPSIS, USO DE HYPOCRISINAS E NANOPARTÍCULAS DE COBRE	
BR 10 2013 028947 7	11/11/2013	PROCESSO PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CROMIATO E NÍQUEL	
BR 10 2012 033516 6	28/12/2012	ESTAÇÃO DE SIMULAÇÃO DE PROCEDIMENTOS DE BIORREMEDIÇÃO	
BR 10 2012 033518 2	28/12/2012	APARATO PARA SIMULAÇÃO DE REMEDIAÇÃO EM CONTAMINADOS POR PETRÓLEO.	
BR 20 2012 030497 5	30/11/2012	UNIDADE INDUSTRIAL DE PEQUENO PORTE PARA OBTENÇÃO DE OXIDANTES E REDUTORES PARA REMEDIAÇÃO IN SITU	
PI 1105934-6	21/10/2011	PROCESSO PARA OBTENÇÃO E BIOSSENSORES E BÍOSENSORES PARA DETECÇÃO DE METAIS	
PI 1103025-9	29/06/2011	MÉTODO DE RECUPERAÇÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO A PARTIR DE RESÍDUOS DE BIORREMEDIÇÃO	
PI 1102193-4	23/05/2011	DECOMPOSIÇÃO TÉRMICA DE MATERIAL MINERAL RECUPERADOS E USO DOS MICRO-ORGANISMOS FERROFILAS	
PI 1101557-8	29/04/2011	BURKHOLDERIA KURURIENSIS GENETICAMENTE MODIFICADA PARA PRODUÇÃO DE BIOSURFACTANTES DO TIPO RAMINOLÍPÍDEOS E GENE, CASSETE DE ANCORAGEM DO MER-R, CASSETE DE EXPRESSÃO DO GENE, PLASMÍDEO RECOMBINANTE, LINHAGEM TRANSGÊNICA BACTERIANA, USO DA DITA LINHAGEM EM PROCESSOS DE BIORREMEDIÇÃO AMBIENTAL	
PI 1002636-3	30/07/2010	SISTEMA DE REMEDIAÇÃO ELETROQUÍMICA	B09C 1/00
PI 1004444-2	03/03/2010	PROCESSO DE OBTENÇÃO DE PRODUTOS BIODEGRADÁVEL PARA APLICAÇÃO NA REMEDIAÇÃO DE SOLOS, ÁGUAS E AMBIENTES IMPACTADOS E MÉTODO DE FUNCIONAMENTO	B09C 1/10
C1 0601142-0	14/11/2008	ANÁLISES CROMATOGRAFICAS DE BTEX E PAHS E BIORREMEDIÇÃO ATRAVÉS DE COMPOSTO UTILIZANDO SUBSTRATO A PARTIR DE FENILALANINA E ÁCIDOS ORGÂNICOS	C02F 1/54

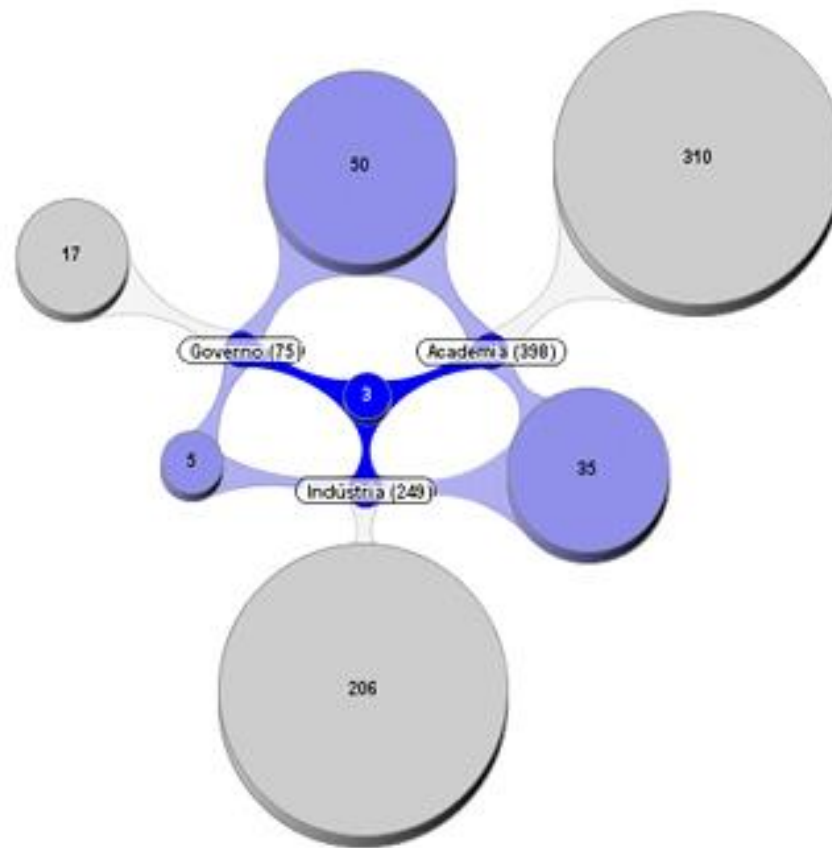


Source: BRBIOTEC Brasil / Cebrap, "Brazil Biotech Map 2011".

Modelo de cooperação



2001-2005



2006-2012

Modelo de cooperação



HISTÓRICO

1996

- NICOLE Europa – início das atividades

1999

- NICOLE Europa financieiramt e independente

2013

Iniciativa de criar NICOLE Brasil

2014

- Primeira reunião técnica para organização do grupo;
- Formalização do grupo
- Início do apoio financeiro

2015

- Participação no Workshop Internacional da NICOLE Europa
- Grupos de trabalho produzindo materiais
- Interação com universidades

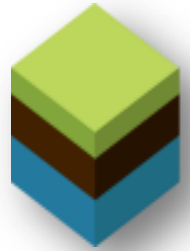
OBJETIVOS

Disseminar conhecimento

Estimular e coordenar pesquisas

Intermediar discussões entre membros

Considerações finais

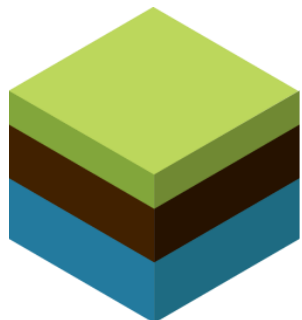


- Biorremediação é uma alternativa para remediação de áreas contaminadas
- Sistemas tropicais abrigam microrganismos que são adaptadas ao seu ambiente e podem ter novas e úteis fisiologias
- Sistemas tropicais são fisicamente diferentes dos sistemas da América do Norte e essas diferenças podem afetar o desenvolvimento dos sistemas de biorremediação
- Sistemas de biorremediação tropicais podem ser desenvolvidos para aproveitar ao máximo as condições locais
- Novas tecnologias com uso de microrganismos engenheirados pode otimizar o processo
- É um mercado ainda pouco explorado
- Um modelo de cooperação que integre diferentes atores dos sistema de inovação pode contribuir para avanços na área



Obrigada.

Alessandra Argolo
aleargolo@gmail.com



NICOLE BRASIL

Latin America Network for Soil and Water Management

Mais informações:
nicolebrasil@ekosbrasil.org