



editora  
PLANTA

# Ecologia da Restauração

Efraim Rodrigues

**Efraim Rodrigues**

# **Ecologia da Restauração**

**primeira edição**

**editora  
PLANTA**



Efraim Rodrigues, Ph.D. (efraim@efraim.com.br)

é Doutor pela Universidade de Harvard, Professor Associado de Recursos Naturais da Universidade Estadual de Londrina, consultor do programa FODEPAL da FAO-ONU e de vários projetos de restauração, autor dos livros *Biologia da Conservação* e *Histórias Impublicáveis* sobre trabalhos acadêmicos e seus autores. Também ajuda escolas do Vale do Paraíba-SP, Brasília-DF, Curitiba e Londrina-PR a transformar lixo de cozinha em adubo orgânico e a coletar água da chuva.

É Professor Visitante das Universidades UFPR, PUC-PR, UNEB - Paulo Afonso e Duke - EUA

---

Copyright © Editora Planta

Capa e Consultoria de Arte: Visualitá

Dados de catalogação na Publicação (CIP) Internacional

---

Rodrigues, Efraim

Ecologia da Restauração : Editora Planta - Londrina

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-99144-06-0

1.Ecologia 2.Restauração 3.Ecologia de Ecossistemas 4.Áreas Degradadas

Citação sugerida: Rodrigues, E. 2013 *Ecologia da Restauração* 300 pg. Editora Planta, Londrina.

---

ISBN

Depósito legal na Biblioteca Nacional

Impresso no Brasil Printed in Brazil

2013

# *Agradecimentos*

Antes de agradecer às pessoas que ajudaram a conceber este livro, devo agradecer às duas pessoas que me conceberam, educaram, estimularam, consolaram, aconselharam, ajudaram e agora comemoram junto o término desta jornada de mais de uma década.

À meus pais, Esphaim e Lydia Rodrigues.

Minha irmã Joyce Altmann também conjugou os verbos acima, já que no princípio era muito mais velha. Agora é minha melhor amiga e tem até mais ou menos a mesma idade...

Um pouco da mesma forma, cresci e me criei na Universidade Estadual de Londrina onde trabalho há tanto tempo que já nem lembro mais. Se consegui algum resultado no esforço constante de coletar idéias mundo afora e simplificá-las para os alunos, devo a esta Universidade e ao Departamento de Agronomia, em especial ao amigo de tantas horas, anos e décadas Otávio Abi Saab.

Nestes anos de trabalho diário, tão parecidos com lavar roupa todo dia, tive também o auxílio luxuoso de meus alunos perguntando, adicionando e discordando, que influenciaram este livro de tantas maneiras que também nem saberia precisar.

Agradeço também a meu eterno orientador Professor Otto Solbrig da Universidade de Harvard, o mestre de tantas lições, entre elas que cada letra deve ter uma razão para estar em um texto. Muito do que vocês não verão neste livro deve-se a ele.

Também agradeço ao Pedrinho, pela disciplina imposta com sua chegada a este mundo, assim como ao meu escritório, quando o seu – Papai ! determinava o fim de um período de trabalho. Quase ouço seu argumento continuando depois da exclamação – Quero atenção, não faço parte de seu pacto faustiano com este livro. Foi oportuno terminar enquanto ele ainda aprende a falar.

Várias instituições investiram tempo valioso neste livro, me levando em visitas a seus trabalhos, mostrando suas realizações e dificuldades. Agradeço em ordem cronológica a generosidade da Emater de Alegrete, Don Williams-Alcoa, CESP (Companhia Elétrica de São Paulo), Duratex, Klabin e FWSS-Florida.

Quase ao término, o Laboratório de Stuart Pimm na Universidade de Duke me ofereceu um ambiente rico de idéias para concluir este livro.

Muitos projetos de restauração puderam ser ilustrados com as fotos de Fernando Fernandes, Klabin, Jim Lynch, Bruce G Marcot, Jean Noel, Chase Olivieri, Aloisio Rodrigues Pereira, Andrew Quilty, Adam Rigsby, Bob Riley, Albari Rosa, Álvaro dos Santos, Adam Switalski e Vale do Rio Doce. A simples citação de seus nomes não é suficiente para expressar minha gratidão pela contribuição destas imagens.

# Sumário



<b>Introdução</b>	1
A organização deste livro	3
	5
<b>O que é Ecologia da Restauração ?</b>	6
Floresta de termos	8
Histórico de definições e representações	10
<b>Críticas à Ecologia da Restauração</b>	14
<b>Maus Motivos para Restaurar</b>	16
<b>Bons Motivos para Restaurar</b>	20
<b>Erros e Acertos do Passado</b>	23
<b>Literatura Citada</b>	30



	33
<b>Infiltração, Fluxo e Compactação</b>	37
Reconstrução do relevo e drenagem	42
<b>Estabilidade do Substrato</b>	48
<b>Desertificação, Erosão e Salinização</b>	57
Restaurando a desertificação e salinização	60
<b>Fatores Abióticos e Sustentabilidade</b>	63
Fogo	69
<b>Reconstruindo Ambientes Aquáticos</b>	73
<b>Literatura Citada</b>	78



### 3 Restauração Química

	83
<b>Processos de Formação</b>	84
Fluxo de nutrientes terra-água	86
Áreas alagadiças	88
Acidez	93
CTC	98
Matéria orgânica (serapilheira e COD)	98
<b>Nutrição de Plantas</b>	102
Leguminosas fixadoras de Nitrogênio	109
Micorrizas	112
<b>Tecnologias Químicas</b>	113
Tecnologias <i>ex-situ</i>	114
Tecnologias <i>in-situ</i>	116
Biorremediação	119
Biorremediação com microorganismos	124
Remediação fitobial	125
<b>Contaminantes e sua Restauração</b>	127
Elementos-traço e radionuclídeos	127
Salinização	131
Petróleo e seus derivados (PD)	132
<b>Uso de Resíduos na Restauração</b>	133
<b>Literatura Citada</b>	142



<b>4 Restauração Biológica</b>	153
<b>Sucessão</b>	155
<b>Regras de Montagem</b>	159
<b>Teias Tróficas</b>	163
<b>Distúrbio</b>	164
<b>Diversidade</b>	168
<b>Resiliência</b>	171
<b>Limiares</b>	173
<b>Adaptação</b>	180
<b>Filtros</b>	188
<b>Engenheiros de Ecossistemas</b>	196
<b>Genética da Restauração</b>	197
<b>Ecótonos</b>	204
<b>Literatura Citada</b>	205



<b>5 Restauração e Sociedade</b>	215
<b>As Concepções de Restauração</b>	216
Ideais da Restauração	216
Objetivos da Restauração	222
Ambição do Restaurador	229
<b>A Gestão da Restauração</b>	229
Diagnose	229
Monitoramento	234
Parâmetros	236
Gestão Adaptativa	242
Sistema de Gestão Ambiental - SGA	244
Objetivos Ampliados	246
<b>Taxonomia de Projetos de Restauração</b>	247
<b>Custos e Benefícios da Restauração</b>	249
Capital natural e serviços ecológicos	252
Análise de equivalência de hábitat	256
<b>Legislação</b>	258
<b>Políticas Públicas</b>	263
<b>Restauração em Diferentes Escalas</b>	265
Ambiente Urbano	266
Paisagens	271
Restauração em escala global	278
Restauração e Sistemas Tradicionais	280
<b>Literatura Citada</b>	284
<b>Índice Remissivo</b>	291



Stratford-TX (Dust Bowl), 1934



de mudanças que vai da degradação mais sutil à mais severa. As imagens cinematográficas das tempestades de areia (Figura 2.17) podem ser impressionantes (e talvez ajudem a mobilizar a opinião pública), mas correspondem a uma pequena fração da área em desertificação.

Phoenix-AZ, 1972



*“O homem sonha monumentos  
E só ruínas semeia,  
Para pousada dos ventos;  
Como os palácios de areia  
Dos seus brincos infantis”*

*Paulo Eiró*

Setenta por cento das áreas áridas sofrem algum nível de degradação. Aproximadamente 1/4 das áreas irrigadas em regiões áridas está desertificada, assim como metade das áreas cultivadas não irrigadas e três quartos das pastagens

extensivas, o que soma 36 milhões de km<sup>2</sup> de regiões áridas, semiáridas e sub-úmidas já degradadas (Dregne e Chou 1992).

O evento conhecido como “Dust Bowl” ocorreu nos EUA a partir de 1934, quando a Turquia impediu o fornecimento do trigo russo e os estados norte-americanos de Kansas, Colorado, Nebraska, Oklahoma e Texas se lançaram maciçamente ao seu plantio. Seguindo a prática agrícola da época, os agricultores pulverizaram o solo por meio de sucessivas arações visando aumentar a retenção de água, sem prestar atenção que um solo sem estrutura estaria mais suscetível à erosão eólica. Em 1935, 130.000 km<sup>2</sup> de solos do Meio-Oeste americano estavam alimentando as tempestades de areia, repetindo o erro feito há milhares de anos tanto no solo Loess Chinês, como também ao redor do Mar Mediterrâneo. A desertificação naquela região só foi mitigada com um grande esforço

Al Asad-Iraque, 2005



de plantio de árvores e mudança de técnicas agrícolas motivado pelas tempestades de areia. O arboreto de Wisconsin, um trabalho seminal de restauração, foi parte do esforço de mitigação das tempestades de areia no meio oeste norte-americano.

Erosão eólica é geralmente associada a climas áridos e semi-áridos, como no Sudoeste da China, Deserto do Saara e Nordeste do Brasil, mas pode também afetar áreas degradadas em climas mais úmidos, onde a ausência de vegetação e intensa radiação solar ressecam o solo, desde que haja suficiente incidência de ventos e solos contendo mais que 60% de areia e grãos individuais entre 0,1 a 0,5 mm (EPA 1995).

O material levado pelo vento de áreas sujeitas a erosão eólica também pode soterrar áreas não degradadas próximas (Drees et al. 1993).

No planalto ocupado pelo solo Loess, no médio Rio Amarelo na China, ocorre uma situação irônica, possivelmente a única onde a erosão eólica traz algum benefício. As vertentes desta região sofrem intensa



Figura 2.17 - Tempestades de areia em diferentes momentos e continentes.

erosão hídrica, e o cultivo só tem podido se manter graças ao intenso aporte de solo trazido por erosão eólica que repõe os solos erodidos em tal intensidade que eles se tornam mais profundos a cada ano.

Além da erosão eólica, o aumento do teor de sais no solo é também uma causa de desertificação. Um solo pode ser rico em sais porque seu material de origem é também rico



S. J. Rio Preto-SP, 2011





Figura 5.16 - Terraceamento no distrito de Yunnan-China.

sistemas agroflorestais de manejo como o *Pekarangan* da Indonésia, onde cada área conta com uma diversidade maior de plantas que o manejo sucessional local, chamado de *kebun-talun* (Christianty et al. 1986). Os sistemas agroflorestais que envolvem a combinação de espécies vegetais são chamados genericamente de *Taungya* (Vieira et al. 2009) e fazem uso mais intenso da facilitação (veja seção no cap 4). Conseguimos resultados promissores plantando feijão guandu entre linhas de árvores em solos arenosos (Beltrame e Rodrigues 2007) (Figura 4.12), assim como a Empresa Votorantim Metais vem restaurando a produtividade agrícola de áreas degradadas com uma associação de eucalipto, gramíneas e grãos (Figura 5.17).

Por outro lado, a redução do tempo de pousio pode também levar ao colapso do sistema, como no caso da agricultura *milpa* durante período clássico dos Maias (Reina 1967).

No máximo do espectro de aporte de recursos, temos manejos que envolvem verdadeiras engenharias de ecossistemas, como o terraceamento dos Maias, Chineses, Balineses e Portugueses no Vale do Douro. Igualmente, a construção das terras-pretas-de-índio e solos *Plaggen* da Holanda e Irlanda, constituem alterações importantes no funcionamento de ecossistemas, levam várias décadas para se completarem e mudam o funcionamento de ecossistemas de maneira semi-permanente.



Figura 5.17 - Sistemas agroflorestais emulam características de manejos tradicionais e aliam restauração de solos com produção de alimentos e produtos madeireiros.

Da mesma forma que é ingênuo imaginar sistemas tradicionais implantados fora do contexto social, histórico e tecnológico que os geraram, seria igualmente ingênuo não aproveitar seu modo essencial de funcionamento para restaurar a degradação causada por tantos meios inadequados de produção dos quais dependemos. No entanto, para atingir esta meta precisamos de cientistas e gestores realmente focados nos recursos e não em suas próprias carreiras (Berkes et al. 1998), além de uma nova geração que transcenda a dicotomia produção-conservação, que espero que este livro ajude a formar.

## Índice Remissivo

### Instituições

Agência Nacional de Águas 255  
 ALCOA 28, 188, 245  
 Arboreto de Wisconsin 26, 248, 265  
 Atlantic and Gulf Coast Canal 74  
 CESP 28, 109, 178  
 CETESB 28  
 Chisso 83  
 Companhia Vale do Rio Doce 60  
 Corporação Civil para a Conservação 26  
 ESALQ 28  
 Instituto Ambiental do Paraná 260  
 IUCN 272  
*Okeechobee Land Company* 74  
 Organização Mundial de Comércio 262  
 Peace Corps of Engineers 29  
 Petrobrás 246  
 Refinaria de Araucária 113  
 South Florida Water Management District 29  
 Stora Enso 245  
 UEL 248  
 UFAL 248  
 Universidade de Duke 248  
 UFV 28  
 Votorantim 282  
*World Conservation Society* 271

### Locais

África 10, 68, 73, 217  
     do Sul 68, 91, 105, 217  
 Aymorés-MG 248  
 Alemanha 56  
 Amara 76  
 Amazônia 17, 24, 34, 69, 219, 247  
 América Central 271, 280  
 América Latina 20, 263  
 Arkansas 255  
 Ásia 24  
 Assis 102  
 Ataturk 76  
 Atibaia-SP 231  
 Austrália 34, 69, 88, 163  
 Bahia 93  
 Beijing 66  
 Betampona, Reserva Natural de 226  
 Betim-MG 54  
 Biterroot, montanhas de 193  
 Brasil 25, 158  
     , nordeste do 59  
     semiárido  
     nordestino, 131  
 Burkina Faso 215  
 Brasília 137  
 Califórnia 104  
 Campinas 100  
 Canadá 50, 277  
 Capivari 255  
 Caraguatatuba 55  
 Cataguazes-MG 141  
 Central Park 269  
 Cheonggyecheon 284  
 Chernobyl 130  
 China 255  
     , Noroeste da 34, 66  
     , Sudoeste da 59  
 Coimbra-MG 134  
 Colorado 58

Condado de Miami-Dade 29  
 Cornuália 97  
 Coronado, ilhas 167  
 Corredor Biológico da América Central 272, 283  
     Santa Maria 281  
 Cosmópolis 27, 194  
 Costa Rica 47, 158, 172, 227, 248, 249, 273  
 Cubatão 28  
 Curitiba 132, 251  
 Danúbio 73  
 Dartmoor 218  
 Descoberto-MG 83  
 Durham, Condado de 97  
 Eastern Yarra Ranges 72  
 Elba 73  
 Elwha 29, 73  
 Escócia 263  
 Espanha 68, 106  
 Estados Unidos 22, 57, 88, 93, 105, 263  
 Etiópia 67  
 Europa 27, 73, 88, 105  
 Everglades 247  
 Extrema-MG 255  
 Favea Paraguai 132  
 Fazenda Santa Cruz 253  
 Fernando de Noronha 265  
 Filipinas 45, 154  
 Floresta da Tijuca 167  
 Floresta Negra 280  
 Flórida 75, 90, 172, 201, 247  
 Fresh Kills 172  
 Fynbos 105  
 Gansu 66  
 Golfo de Chiriquí 2353  
 Golfo Pérsico 76  
 Guanacaste 227  
 Guarapiranga 251  
 Haiti 19  
 Al-Hawizeh 76  
 Himar 76

- Holanda 282  
Honduras 273  
Hong Kong 24, 39, 68  
Hyderabad 225, 271  
Ibiporã-PR 177  
Idaho-EUA 50  
Ilhas 166  
    de Ascensão 65, 153  
    del Caño 235  
    del Coco 235  
    de Marion 167  
    de Mokoli'i 167  
    de San Clemente 166  
Illinois 108  
Imbaú-PR 230  
Indonésia 280  
Inglaterra 129  
Índia 85, 280  
Iraque 131  
Irlanda 282  
Itu-SP 263  
Jundiá 255  
Kansas 58  
Khao Kho - Tailândia 272  
Kiso 24  
Londrina 136, 271  
Love Canal 27  
Madagascar 106, 234  
Manaus 101  
Mar Mediterrâneo 58  
Maryland 87  
Mata  
    Atlântica 106, 177,  
    247  
    da Tijuca 101  
    Santa Genebra 100  
Mato Grosso 252  
Mediterrâneo, semiárido  
    70  
Meio-Oeste americano 58  
Mesopotâmia 34  
México 172  
Minamata, Baía de 83  
Minas Gerais 93  
Mongólia 259  
    interior 66  
Montanhas Apalaches 93  
Minas Gerais 93  
Naluvadhpathi 35  
Nebraska 58  
Níger 39  
Ningxia 66  
Nova Friburgo-RJ 136  
Nova Guiné 159  
Nova York-EUA 172, 269  
Oklahoma 58  
Olho d'água das Flores-AL  
156  
Oregon 68  
Paducah-Kentucky-EUA  
117  
Pântanos do Iraque 76  
Pará 23, 93  
Paraibuna 38, 109  
Paraná 263  
Parque  
    Nacional de  
    Badlands 201  
    Nacional do Iguaçu  
    176, 277  
    Nacional de Kakadu  
    167  
    Nacional de Kibale  
    190  
    Nacional de  
    Redwood 50  
    da Pedra da Cebola  
    22  
    Trianon 271  
    Weatherwatch 225,  
    267  
    Yellowstone 163  
Pensilvânia 105  
Perth 46  
Piracicaba 92, 255  
Poços de Caldas 28  
Portland 257  
Porto de Tubarão 62  
Porto Rico 108  
Portugal 102  
Quanking Houses 97  
Quebec 67  
Qurnah 76  
Reserva  
    de Poço das Antas 22  
    Florestal do Morro  
    Grande 251  
    Florestal de  
    Ambohitantely 104  
Reservatório de Volta  
Grande 277  
Ribeirão  
    Pisca, 87  
    Cabras, 87  
Rio  
    Benevente 256  
    Cheonggyecheon  
    268  
    Claro 88  
    Elba 73  
    Guandu 256  
    an 268  
    Hudson 252  
    Iguaçu 132  
    Kissimmee 21, 74,  
    247  
    Lourens 91  
    Paraíba do Sul 141,  
    217  
    Piracicaba 92  
    Reno 73  
    Trinity 250  
    Volta 73  
Rio Grande do Sul 64, 93  
Rodovia Castelo Branco 73,  
170  
Roraima 70  
Saara 59, 215  
Sahel 215  
Sakar 159

Santa  
     Branca 87  
     Catarina 93  
     Terezinha do Itaipu 277  
 São José 256  
 São Paulo-SP 88, 251, 271  
 Seattle-EUA 225, 267  
 Sibéria 162  
 Síria 131  
 Sierra Madre 180  
 Sorocaba 88  
 South Dakota 201  
 Tamisa 21, 225  
 Tanzânia 65  
 Texas 58, 201  
 Tigre-Eufrates 73  
 Tijuca 25  
 Tolokiwa 159  
 Uganda 91, 190, 273  
 Utah-EUA 118  
 Vale  
     Applegate 264  
     Bow 277  
     Paraíba 87  
 Vicentina-MS 194  
 Vitória-ES 22, 60, 72, 251  
 Washington 29  
 Wheal Jane 97  
 Xinjiang 66  
 Yokohama 227

## Pessoas

Abreu, Kátia 252  
 Archer, Major Manuel Gomes 25  
 Balensiefer, Maurício 28  
 Burle-Marx, Roberto 271  
 Clements, Frederic Edward 222  
 Curtis, John 26  
 Darwin, Charles 65  
 Gleason, Henry 222

Griffith, James 28  
 Hooker, Joseph 65  
 Jane, Lezlie 225  
 Janzen, Dan 248  
 Kageyama, Paulo 28  
 Leopold, Aldo 26  
 Lutzemberger, José 89  
 Mattai, Wangari 248  
 Nogueira, José Carlos Bolinger 27, 194  
 Olmsted, Frederick Law 269  
 Payeng, Jadav 85  
 Pedro II, Dom 25  
 Puttemans, Arsênio 271  
 Salgado, Lélia 248  
 Smits, Willie 248  
 Williams, Don 28  
 Youde, Wang 66

## Taxa

*Abies lasiocarpa* 1938  
 acácia 68  
*Acácia auriculiformis* 110  
     *mangium* 130, 190  
     *saligna* 105  
*Acinonyx jubatus* 163  
*Acinonyx jubatus venaticus* 217  
*Acynonyx trumani* 217  
 águia-careca 22, 247  
*Albizia lebbek* 95  
 alces 163  
 alcuela-de-cassin 167  
*Alpinia zerumbet* 153  
*Anas*  
     *acuta* 75  
     *americana* 75  
     *chryseata* 75  
*Andropogon* 176  
*Antilocarpa americana* 218  
*Anthoxanthum odoratum* 204  
*Artemisia californica* 104  
*Artrópodes* 70  
*Ascaris* 136  
*Aspidosperma polyneuron* 106  
*Astronium urundeuva* 100  
*Atriplex* 132  
 aves 26, 74, 140, 144, 159, 166, 172, 189, 238, 269,  
*Aythya collaris* 75  
*Azteca* 23  
 baleia humpback 264  
 bambu 153  
 besouros rola-bosta 68  
*Brachiaria mutica* 167  
 Brassica 130  
*Bromus madritensis* 104  
*Bubulcus íbis* 74  
 cabras 167  
*Caesalpinia ferrea* 95, 106  
*Cajanus cajan* 67  
*Camelops herternus* 162  
*Camelus bactrianus* 162  
 capim 38, 66, 70, 101, 158, 178, 190, 232  
 capim-elefante 190  
 capim-gordura 38  
 caranguejos 162  
 casuarina 35  
*Cedrella fissilis* 106, 130  
 Cerambicídeo 294  
*Cheumatopsyche* 74  
*Chironomus* 91  
 choupos 163  
*Chrysophyllum pomiferum* 67  
*Coregonus lavaretus* 164  
*Cupressus lusitanica* 190  
 Curimbatás 277  
 cupins 85  
*Cyperus*  
     *papyrus* 88  
     *rotundus* 130  
*Dendrocygna bicolor* 75  
 dingos 163  
*Ehrharta calycina* 105

- Eichornia crassipes* 74, 88  
 embaúba 38  
*Empidonax trailii extimus*  
 167  
 esturjão 277  
*Eucaliptus*  
     *grandis* 95  
     *citriodora* 130  
     *grandis* 130  
     *saligna* 87  
     *toreliana* 130  
 faias 163  
*Falco peregrinus* 218  
 feijão guandu 67, 282  
*Festuca rubra* 123  
 formigas 85  
 gado 20, 24, 36, 57, 65, 67,  
     69, 70, 86, 90, 94, 100,  
     108, 128, 131, 155,  
     162, 172, 178, 195,  
     231, 234, 241, 296  
*Gallesia integrifolia* 106  
 gonfotérios 218  
 helmintos 130  
*Hirundo rústica* 133  
*Hymenaea courbaril* 130  
*Imperata* 176  
     *cylindrica* 154  
*Lacunaria jemmani* 162  
*Lepisosteus platyrhincus* 74  
*Lemna* 89  
 leucena 101  
 libélulas 227  
 lobos 163  
 mamute 218  
 mastodonte 218  
*Mellinis minutiflora* 177  
*Metrosideros* 177  
 Mico Leão Dourado 22,  
     198, 223, 247  
 micorriza 112, 126  
*Micropholis venulosa* 67  
*Micropterus salmoides* 74  
*Mimosa*  
     *caesalpinaefolia* 95  
     *scabrella* 95, 100  
 minhoca 85  
*Miracinonyx* 163  
*Myracrodruon urundeuva*  
     106  
*Myroxylum peruiferum* 130  
*Nasutermis* 23  
*Nectandra megapotaâmica* 100  
*Ocotea puberula* 100  
*Olea europaea* 102  
*Panicum*  
     *fauriei* 167  
     *hemitomom* 74  
*Panthera leo* 163  
     *atrox* 163  
 pardela-de-rabo-curto 167  
*Peltogyne gracilipes* 100  
*Peltophorum dubium* 95  
*Pennisetum* 176, 177  
     *purpureum* 190  
*Pfaffia* 130  
 pinheiro 20, 24, 36, 37, 38,  
     39, 40, 41, 57, 65, 67,  
     69, 70, 71, 72, 86, 87,  
     90, 94, 100, 108, 128,  
     131, 155, 162, 178,  
     195, 231, 234, 241,  
     ponderosa 68  
*Pinus* 40, 190  
     *albicaulis* 193  
     *caribaea* 190  
     *massoniana* 24  
     *monticula* 69  
     *pátula* 190  
*Piptadenia gonoacantha* 106,  
     130  
*Pisolithus tinctorius* 112  
*Pistacia lentiscus* 102  
*Pistia stratioides* 74  
*Polytrichum strictum* 67  
*Populus*  
     *alba* 124  
     *deltoides* 163  
     *tremula* 124  
     *tremuloides* 163  
 porco 166  
*Posidonia oceânica* 203  
*Pouteria caimito* 67  
*Pringleophaga marioni* 167  
*Psidium guajava* 153  
*Ptychorampus aleuticus* 167  
*Puma concolor coryi* 201  
 pumas 201  
*Quercus garryana* 102  
 ratos 166  
*Rhizobium* 109, 126  
*Rhizophora* 35  
*Rumex acetosella* 104  
*Salvinia auriculata* 88  
*Sapotaceae* 67  
*Schizolobium paralyba* 95  
*Senna*  
     *macranthera* 130  
     *multijuga* 95, 106  
 serra-pau 295  
*Sphagnum* 67  
*Spiridella* 89  
*Stenacron* 74  
*Stipa tenacíssima* 106  
*Sus scrofa* 166  
*Syagrus coronata* 156  
*Tabebuia impetiginosa* 130  
 tamarindo 167  
*Tamarix* 167  
 tartarugas 247  
*Tecoma stans* 153  
*Thiobacillus*  
     *ferrooxidans* 125  
     *thiooxidans* 125  
*Tibouchina granulosa* 106  
*Tipha*  
     *latifolia* 88  
     spp 92  
*Trichoderma harzianum* 126  
*Watersipora subtorquata* 159



**A**

abiótico 20, 24, 36, 57, 65, 67, 69, 86, 90, 94, 100, 108, 128, 131, 155, 162, 178, 195, 231, 234, 241, 296

acidez 109

ácidos 22, 63, 85, 93, 98, 109, 110, 111, 114, 125

adaptação local, baixa 203

adaptividade 182

adicionalidade 255

agregação 158

aléias 101

alelos raros 203

alterações climáticas locais 57

Ambientais, Pagamento por Serviços 255

Análise Multi-Criterial de Decisão 244

Andepts 39

ângulo de repouso 51

*Apêtê* 23, 280

área alagada construída integrada 88

Areais 64

áreas alagadiças 89

Áreas de Preservação Permanentes 260

Área Variável de Influência 40

areia 39, 51

arenito Botucatu 64

argila 39, 51

arginina 106

Arrimo 44

artrópode 20, 24, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 57, 65, 67, 69, 70, 71, 72, 86, 87, 90, 94, 100, 108, 128, 131, 155, 162, 178, 195, 231, 234, 241, 296

artrópodes 68

árvore 20, 24, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 57, 65, 67, 69, 70, 71, 72, 86, 87, 90, 94, 100, 108, 128, 131, 155, 162, 172, 178, 195, 231, 234, 241, 296

asparagina 106

assistida 154

atenuação natural monitorada 127

atributo 217

azinhos-metil 91

**B**

bacia hidrográfica 40

balanço de carbono 279

banco de mitigação 261

banco de raízes 70

bancos de mitigação 29, 256

barreira permeável 119

base genética 200

benzeno 231

biochar 20, 24, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 57, 65, 67, 69, 70, 71, 72, 86, 87, 90, 94, 100, 108, 128, 131, 155, 162, 178, 195, 231, 234, 241, 296

biomassa 20, 24, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 57, 65, 67, 69, 70, 71, 72, 86, 87, 90, 94, 100, 108, 128, 131, 155, 162, 178, 195, 231, 234, 241, 296

bioporos 39

biosorção 131

bioventilação 113

BOD 90

BTEX 121

**C**

C3, plantas 164

C4, plantas 164

cadeia trófica 162, 163

cádmio 96, 130

caixas 280

cal 136

calcário 96

capacidade de troca de cátions 98

capital cultivado 253

Capital de Nitrogênio Orgânico 109

capital manufaturado 253

capital natural 20, 24, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 57, 65, 67, 69, 70, 71, 72, 86, 87, 90, 94, 100, 108, 128, 131, 155, 162, 178, 195, 231, 234, 241, 253, 296

capital natural cultivado 253

capital natural estocável 253

capital natural renovável 252

carbono orgânico 98

cerrado 70, 101, 280

Césio 127

CESP 28, 109, 178

CETESB 28

chuva 40

ciclo hidrológico 40

*Clean Water Act* 258

clordane 120

clorose 130

C/N, relação 96

Cobre 130

CODcr 91

Código Florestal 259

Colapso 201

coleta 197, 200

competição 195

compostagem 119

composto 134 de lixo 96

*Comprehensive Everglades Restoration Plan* 29  
 concavidade 55  
 Conflitos 264  
 conjunto gênico 199  
 conservação de nutrientes 100  
 construída 154  
 controvérsia de Chicago 219  
 Convenção sobre Diversidade Biológica 262  
 convexa, forma 55  
 Corporação Civil para a Conservação 26  
 cortes de estrada 68  
 covas 42  
 crescimento relativo 102  
 criação 8  
 Cromo 128

## D

declividade 20, 24, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 53, 57, 65, 67, 69, 70, 71, 72, 86, 87, 90, 94, 100, 108, 128, 131, 155, 162, 178, 195, 231, 234, 241, 296  
 deficiência de cálcio 95  
 dehalogenação 120  
 delimitação do dano 230  
 demanda biológica de Oxigênio (BOD) 90  
 demanda química de Oxigênio (CODcr) 91  
 depressão alogâmica 201  
 deriva genética 200  
 deserto 20, 24, 36, 57, 65, 67, 69, 70, 86, 90, 94, 100, 108, 128, 131, 155, 162, 178, 195, 231, 234, 241, 254, 296

dessorção térmica 115  
 devara kadus 221  
 diagnose 216  
 diluição 201  
 diques 56  
 disciplinas, interação entre 6  
 distúrbio, Níveis intermediários de 164  
 diversidade 169  
 baixa 200  
 excesso 201  
 drenagem  
 ácida de mina 91, 93  
 rede de, 43  
*Dust Bowl* 26

## E

Ecosistemas 173  
 de referência 15, 220  
 efeitos de borda 275  
 elementos-traço 127, 134  
 EMAS 245  
 endogamia 197, 199, 200  
 engenheiro de ecossistema 197, 237  
 erosão 20, 24, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 57, 65, 67, 69, 70, 71, 72, 86, 87, 90, 94, 100, 108, 128, 131, 155, 162, 178, 195, 231, 234, 241, 296  
 eólica 57, 59  
 escadas de peixes 278  
 escórias siderúrgicas 140  
 espécie  
 chave 237  
 focal 237  
 indicadora 237  
 cultivadas 103  
 de sol 105  
 de sombra 105  
 exóticas 166

estabilização de encostas 37  
 esterco de aves 140  
 esterco de herbívoros 140  
 estética 224  
 estratificação 65  
 evapotranspiração 40  
 exóticas 20, 24, 36, 57, 65, 67, 69, 70, 86, 90, 94, 100, 108, 128, 131, 155, 162, 178, 195, 231, 234, 241, 296  
 Extração de vapor de solo 118

## F

F1 201  
 F2 201  
 faces  
 norte 68  
 sul 68  
 facilitação 20, 24, 36, 57, 65, 67, 69, 70, 86, 90, 94, 100, 108, 128, 131, 155, 162, 178, 193, 195, 231, 234, 241, 296  
 facilitação, modelo sucessional de 155  
 fertilização 106  
 fertilizantes sintéticos 103  
 filtros 34, 63, 88, 168, 186, 189, 195, 200,  
 fitness 182  
 fitoacumulação 122  
 fitoestabilização 131  
 fitoextração 122, 131  
 fitorremediação 122  
 fitotecnologias 131  
 fluxo  
 gênico 197, 201, 203  
 superficial 40  
 superficial de saturação 40

fogo 20, 24, 36, 57, 65, 67,  
69, 70, 86, 90, 94, 100,  
108, 128, 131, 155,  
162, 178, 195, 231,  
234, 241, 296

Fósforo 84, 90, 100, 105,  
107, 112, 124, 138, 280  
funil-e-portão 116

## G

Gatos asselvajados 166  
genética da restauração 199  
Gestão  
    adaptativa ativa 243  
    adaptativa passiva  
    243

## H

Haber-Bosch, processo 105  
habitats, fragmentação de  
    197  
herbicidas 177  
hibridação 201  
hibridação intraespecífica  
    201  
hidrosemeadura 47, 230  
hipóteses testáveis 15  
histerese 175, 272  
Holoceno 162  
Horton, modelo de 40

## I

ICMS 255  
imperativo moral ético 20  
incineração 114  
indicadores 216  
infiltração de água 69  
injeção de ar 118  
in situ 121  
integridade 222  
intemperismo 84, 86  
introdução de espécies 65  
ISO 14.001 245

## J

Jhum 280

## K

Kayapó 23, 221  
kebun-talun 282  
K, estrategistas 221  
Klallam 29

## L

Ladang 280  
*landfarming* 119  
lavagem de solo 115  
Legislação para Promoção  
    da Restauração da  
    Natureza 258  
Lei Costeira da Califórnia  
    263  
lençol freático 62, 129  
limiães 3  
listas de prioridades para  
    restauração 233  
local seguro 159, 172, 193  
lodo de esgoto 63

## M

Ma'dam 76  
Maias 282  
mangues 35, 65  
Manual de Recuperação de  
    Áreas Degradadas  
    28  
material particulado 60  
matéria orgânica 63, 105  
meandros 225  
Mecanismo de  
    Desenvolvimento  
    Limpo 255  
Medida Provisória 2166-67  
    de 2001 260  
mega-Fauna 162  
melhores técnicas de gestão  
    127

metais pesados 127, 231  
Miccosukee 29  
microclima 67  
*milpa* 280, 282  
minerais 84  
modelos agroflorestais 101  
monitoramento 216  
montagem de ecossistemas  
    159  
montículos 175  
mudanças climáticas 11  
muros 56  
    de arrimo 54

## N

*National Environment  
    Protection Measures  
    Act* 258  
neo-ecossistema 24, 157,  
    217, 221, 280, 297  
Níquel 96  
Nitrogênio III, 21, 86, 87,  
    90, 94, 99, 100, 101,  
    103, 104, 105, 106,  
    107, 108, 109, 112,  
    144, 149, 178, 191, 297  
nível trófico 170

## O

objetivo(s) 215  
    ampliados 246  
oxidação química 117

## P

PAH 121  
paisagens fragmentadas  
    274  
parâmetro 216  
    preditivo 238  
    estruturais 238  
    funcionais 238  
    retrospectivos 237

pastagem 17, 57, 67, 87,  
 104, 172, 175, 178,  
 191, 193, 219, 273, 297  
 PCB 114, 249  
 Pekarangan 282  
 Pensilvânia 105  
 Pentaclorofenol 112  
 perturbações 171  
 pH 36, 84, 93, 94, 95, 96, 97,  
 98, 103, 104, 110, 115,  
 125, 129, 134, 138,  
 139, 140, 141, 145,  
 146, 147, 297  
*plaggen* 282  
 planejamento 216  
 planta focal 193  
 plântulas 24, 33, 35, 54, 67,  
 101, 112, 154, 172,  
 176, 191, 193, 202,  
 231, 273,  
 Pleistoceno 162, 218  
 Plutônio 127  
 Pneus Inservíveis 55  
 poleiro 20, 24, 36, 37, 38, 39,  
 40, 41, 57, 65, 67, 69,  
 70, 71, 72, 86, 87, 90,  
 94, 100, 108, 128, 131,  
 155, 162, 172, 178,  
 195, 231, 234, 241  
 Poli Cloreto de Vinila 124  
 poluidor-pagador 258  
 populações pequenas 200  
 Potássio 132  
 precipitação efetiva 40  
 pré-Colombo 219  
 produtores primários 65  
 programas de  
 monitoramento 234

## Q

quebra-mar 56

## R

radiação solar 67, 98

raiz 38, 42, 46, 52, 60, 70, 85,  
 87, 90, 98, 105, 107,  
 122, 125, 130, 132,  
 163, 173, 186, 188  
 nua 25  
 raiz/parte aérea, razão 70  
 Ramsar 262  
 ravina 38, 55  
 reabilitação 8  
 recuperação 8  
 reintrodução 16, 162  
 da mega fauna 217  
 remediação 9  
 remediação verde 127  
 renaturação 218  
 do Pleistoceno 162  
 resíduos  
 animais 140  
 da indústria  
 papelreira 141  
 de origem animal 63  
 resiliência 11, 13, 35, 70,  
 96, 107, 127, 154, 158,  
 163, 171, 173, 107, 173  
 Resolução Conama 303 260  
 restauração  
 ativa 154  
 biocultural 227  
 espontânea 154  
 passiva 154  
 de espécies 223  
 de Paisagens  
 Florestais 11  
 de Praias 55  
 restos de culturas 63  
 retenção de água 58  
 retorno  
 à condição anterior  
 217  
 ao entorno 220  
*reutbergwirtschaft* 280  
 revegetação 9

rio urbano, síndrome do  
 108  
 rip-rap 44  
 risco moral 218  
 rizofiltragem 131

## S

salinização 57, 62  
 saturação de alumínio 95  
 saúde 107, 222  
 savanas 70  
 sedimentação 90  
 semeadura direta 25  
 semente 25, 28, 47, 67, 69,  
 106, 112, 154, 158,  
 172, 176, 179, 183,  
 186, 188, 193, 197,  
 200, 202, 229, 231,  
 273, 282  
 separação eletrocinética 116  
 serapilheira 98, 109, 134,  
 237, 240  
 serviços  
 de ecossistema 13,  
 224  
 ecológicos 20, 221,  
 251, 253  
 ambientais 88, 251  
 pagamento por 255  
 sistemas agro florestais 23  
 solo 3, 9, 13, 15, 17, 20, 25,  
 33, 36, 42, 44, 46, 50,  
 53, 57, 67, 76, 83, 90,  
 94, 96, 98, 107, 112,  
 115, 123, 125, 139,  
 153, 158, 167, 172,  
 176, 186, 189, 193,  
 220, 230, 237, 266,  
 269, 272, 278, 281  
 ,macrofauna do 109  
 agrícola 22  
 , compactação de 41  
*species-pool* 173  
 stress hídrico 112

subsolagem 45  
 sucessão 17, 23, 28, 53, 56,  
 70, 89, 99, 107, 155,  
 161, 164, 172, 190,  
 193, 195, 204, 227,  
 240, 280,  
 início de 70  
 trajetórias 176  
 sucesso da restauração 222  
 super-exploração 64  
 SVOCs 114  
*Swampbuster* 260

## T

*taungya* 282  
 TCE 117, 124  
 técnica 154  
 TEEB 250  
 tela de material orgânico 53  
 tempestades de areia 66  
 termo de adequação de  
 conduta 260  
*terraformation* 40, 65  
 terras-pretas-de-índio 20,  
 24, 36, 37, 38, 39, 40,  
 41, 57, 65, 67, 69, 70,  
 71, 72, 86, 87, 90, 94,  
 100, 108, 128, 131,  
 155, 162, 178, 195,  
 231, 234, 241  
 TNC 255  
 transplantio recíproco 180.  
 veja também clausen  
 tratamentos passivos 97  
 Tratamentos térmicos 118  
 turfeiras 67

## U

UEL 248  
 UFAL 248  
 Uganda 91, 190, 273  
 Universidade de Duke 248  
 Universidade Federal de  
 Viçosa 28

Urânio 127

## V

variabilidade 20, 24, 36,  
 37, 38, 39, 40, 41, 57,  
 65, 67, 69, 70, 71, 72,  
 75, 86, 87, 90, 94, 100,  
 108, 128, 131, 155,  
 162, 178, 195, 231,  
 234, 241, 296  
 variação genética 199  
 vento 20, 24, 36, 37, 38, 39,  
 40, 41, 42, 57, 65, 67,  
 69, 70, 71, 72, 86, 87,  
 90, 94, 100, 108, 128,  
 131, 155, 162, 178,  
 195, 231, 234, 241, 296

Vertisolos 39  
 VOCs 114  
 Votorantim 282

## W

Wallow 72  
*World Conservation Society*  
 271

## Z

zai 39, 44, 215, 298  
 Zinco 96, 129  
 zona reativa 119