



3rd
INTERNATIONAL WORKSHOP
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

UNIP
UNIVERSIDADE PAULISTA

“CLEANER PRODUCTION INITIATIVES AND CHALLENGES FOR A SUSTAINABLE WORLD”

APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM ATERRO SANITÁRIO

**Geslaine Frimaio da Silva , Cecilia M. Villas Bôas de
Almeida**



“CLEANER PRODUCTION INITIATIVES AND CHALLENGES FOR A SUSTAINABLE WORLD”

O aterro sanitário é a técnica de destinação final de resíduos mais empregada em países subdesenvolvidos

- ✓ Apresenta baixo custo;
- ✓ Utiliza técnicas apropriadas de engenharia, que minimizam impactos ao meio ambiente e à saúde pública;



3rd
INTERNATIONAL WORKSHOP
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

“CLEANER PRODUCTION INITIATIVES AND CHALLENGES FOR A SUSTAINABLE WORLD”



**ATERRO SANITÁRIO SÍTIO SÃO JOÃO
CAPITAL - SP**



3rd
INTERNATIONAL WORKSHOP
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

“CLEANER PRODUCTION INITIATIVES AND CHALLENGES FOR A SUSTAINABLE WORLD”

Projeto de Compensação Ambiental exigido pelo Consema



Produção de 70.000 mudas de árvores para reflorestamento de dois aterros sanitários desativados na capital paulista.



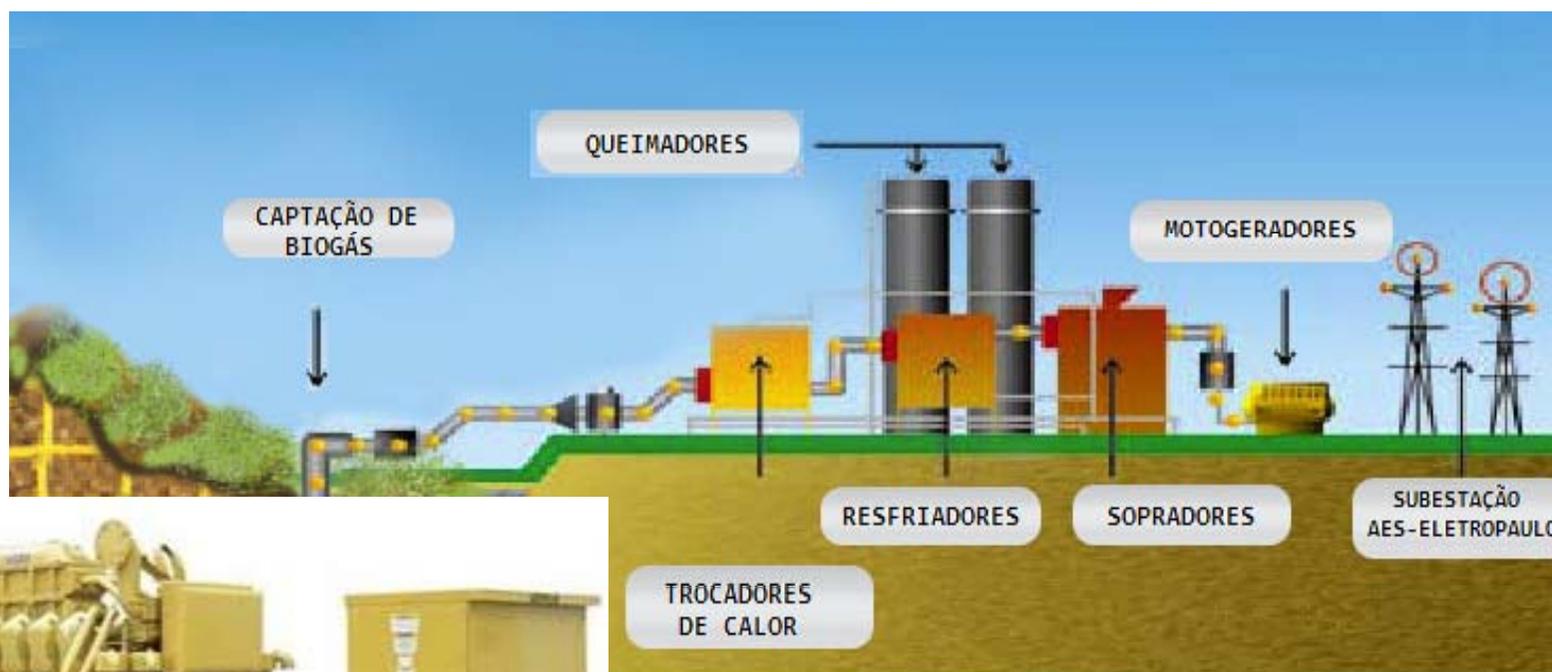
Produção de hortaliças



3rd INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

“CLEANER PRODUCTION INITIATIVES AND CHALLENGES FOR A SUSTAINABLE WORLD”

Produção de energia elétrica pela queima do biogás





“CLEANER PRODUCTION INITIATIVES AND CHALLENGES FOR A SUSTAINABLE WORLD”

Por que analisar custos ambientais para um sistema de aterro sanitário com produção de eletricidade?

- ✓ **Grande quantidade de resíduos gerados na cidade de São Paulo : 17 mil t/dia.**
- ✓ **Mesmo existindo a reciclagem, os aterros continuarão a existir;**
- ✓ **O aproveitamento do biogás torna o sistema mais amigável ao meio ambiente?**



3rd INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

“CLEANER PRODUCTION INITIATIVES AND CHALLENGES FOR A SUSTAINABLE WORLD”

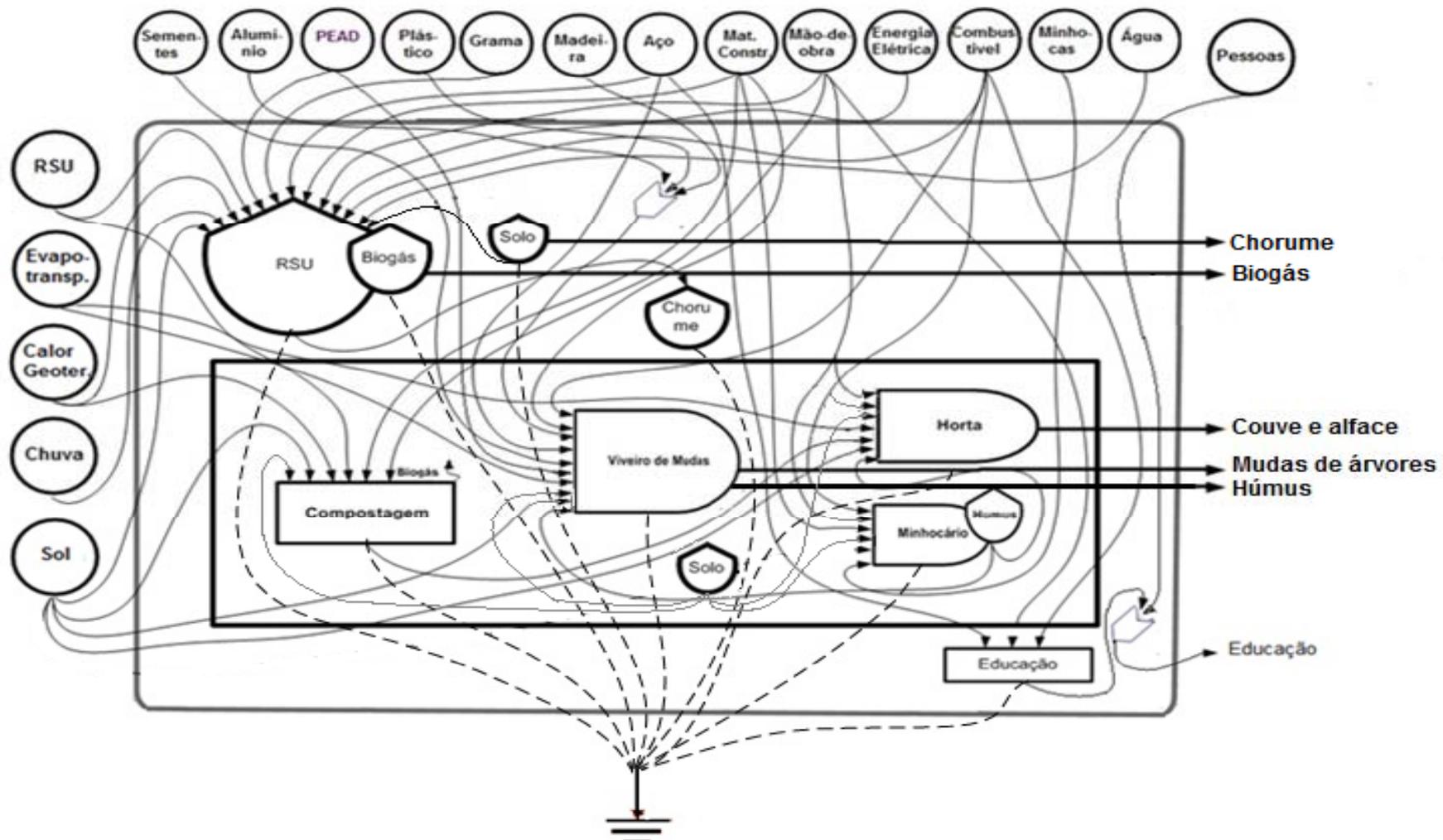


Diagrama de energia do aterro sanitário com projeto de compensação ambiental



“CLEANER PRODUCTION INITIATIVES AND CHALLENGES FOR A SUSTAINABLE WORLD”

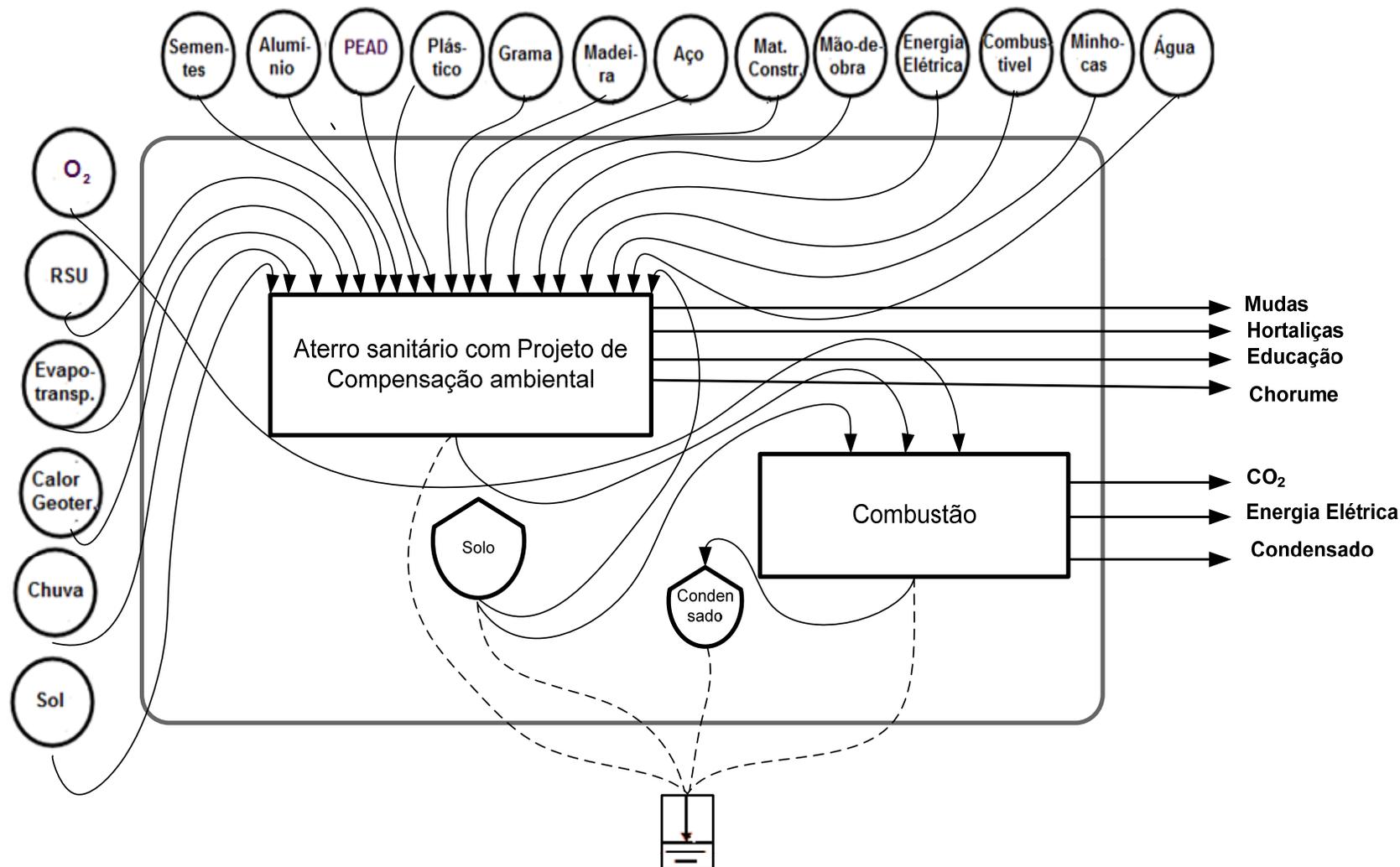


Diagrama de energia do aterro sanitário com projeto de compensação ambiental e produção de energia elétrica



“CLEANER PRODUCTION INITIATIVES AND CHALLENGES FOR A SUSTAINABLE WORLD”

INDICADORES

Indicadores da Síntese em energia	Aterro sanitário com projeto de compensação ambiental e produção de energia elétrica
EYR	1,54
EIR	1,86
ELR	1,95
ESI	0,79
%R	33,88%

Tabela de fluxos em emergia do aterro com geração de energia

Nota	Descrição	Classe		Valor	Energia	Correção	Energia*	%
				/(un/ano)	por unidade /(sej/un)		/(sej/ano)	/(sej/sej)
Implantação								
1	Solo	J	N	$6,28 \times 10^{13}$	$2,21 \times 10^4$	1,00	$1,39 \times 10^{18}$	1,14%
2	Concreto	g	F	$2,46 \times 10^9$	$1,54 \times 10^9$	1,68	$6,37 \times 10^{18}$	5,21%
3	Geom. PEAD	g	F	$1,68 \times 10^9$	$8,85 \times 10^9$	1,00	$1,49 \times 10^{19}$	12,18%
Operação								
4	RSU	g	F	$6,35 \times 10^{11}$	$1,33 \times 10^7$	1,00	$8,45 \cdot 10^{18}$	6,91%
5	Britas	g	F	$2,68 \times 10^{10}$	$1,00 \times 10^9$	1,68	$4,50 \times 10^{19}$	36,79%
6	O ₂ para queima	g	R	$8,03 \times 10^{11}$	$5,16 \times 10^7$	1,00	$4,14 \times 10^{19}$	33,84%
7	Mão-de-obra	J	F	$6,26 \times 10^{11}$	$4,30 \times 10^6$	1,00	$2,69 \times 10^{18}$	2,20%
Energia Total							$1,22 \times 10^{20}$	100%



3rd
INTERNATIONAL WORKSHOP
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION



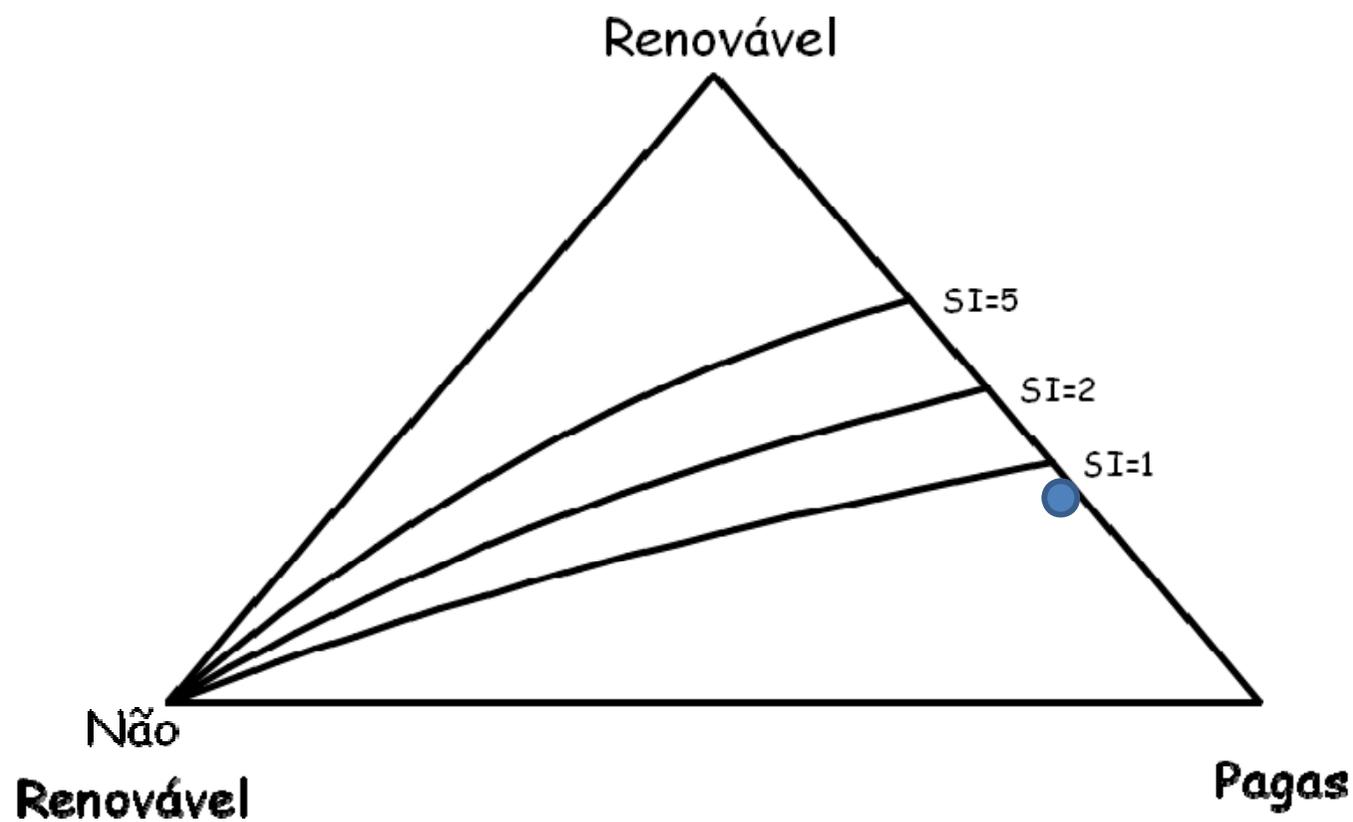
“CLEANER PRODUCTION INITIATIVES AND CHALLENGES FOR A SUSTAINABLE WORLD”

Transformidade da energia elétrica: $8,36 \times 10^{11}$ sej/J.



“CLEANER PRODUCTION INITIATIVES AND CHALLENGES FOR A SUSTAINABLE WORLD”

DIAGRAMA TERNÁRIO



Referências Bibliográficas

ALMEIDA, C.M.V.B.; BARRELLA, F.A.; GIANNETTI, B.F. (2005) – Emergetic ternary diagrams: five examples for application in environmental accounting for decision-making. J. Cleaner Production

ARAÚJO, S. E. Estudo do uso de recursos diretos e indiretos na coleta de resíduos sólidos urbano. 164p, Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia. Universidade Paulista (UNIP) São Paulo, 2005.

BARRELLA, F.A.; ALMEIDA, C.M.V.B.; GIANNETTI, B.F. (2005) - Ferramenta para tomada de decisão considerando a interação dos sistemas de produção e meio ambiente. Revista Produção, 15, 87-101.

CENBIO (2010). Centro Nacional de Referência em Biomassa. Disponível em: <cenbio.iee.usp.br/download/metodologiabiomassa.pdf>. Acesso em 27.11.10.

COELHO, O; ORTEGA, E; COMAR, V., 2002 - Balanço de Energia do Brasil, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Disponível em:<<http://www.fea.unicamp.br/docente/ortega/livro/C05-Brasil-COC.pdf>>. Acesso em 17.12.10.

Referências Bibliográficas

HAUKOOS, D. S., 1998 - Sustainable Architecture and It's Relationship to Industrialized Building. Master Thesis, university of Florida, 1995 - p. 172) apud Buranakarn, V.; Evaluation of Recycling and Reuse of Building Materials Using the Emergy Analysis Method. December. University of Florida.

MARIANO, M. O. H., 2001 - Compactação e Compressibilidade de Resíduos Sólidos Urbanos. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia São Carlos da Universidade de São Paulo, 408p.

ODUM, H.T., 1996 - Environmental accounting – Emergy and environmental decision making, Ed. John Wiley & Sons Ltd. p.370.

ROMITELLI, M.S., 2000 - Emergy analysis of the new Bolivian-Brazil gas pipeline (gasbol), Emergy Synthesis – Proceedings of the first biennial emergy analysis research conference, Gainesville, Florida, Ed. Mark T. Brown, c.5 p.53-70.

OBRIGADO