



24º Encontro Técnico
AESABESP
Congresso Nacional de
Saneamento e Meio Ambiente



Um novo desafio: profissionais qualificados no
setor de saneamento

Reflexões da Engenharia Civil, Sanitária e
Ambiental

José Rodolfo Scarati Martins
Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental
Escola Politécnica da USP
scarati@usp.br

31/julho/2013

Engenharia & Inovação

- n A Engenharia é fator determinante para o desenvolvimento
- n A criação e a produção de bens de grande valor agregado fazem a diferença na balança comercial do mundo globalizado.
- n A capacidade de inovação depende, entre outros fatores, da quantidade e qualidade de profissionais de Engenharia.

Inovação & Engenheiros

- n A inovação é um processo complexo que exige grande interação social
- n A inovação tecnológica depende das tecnologias existentes e das demandas sociais
- n Inovação depende de pessoas
- n Brasil inova pouco
- n Brasil forma poucos engenheiros

Formação de engenheiros no Brasil

- n 6 engenheiros/ 1.000 pessoas economicamente ativas no Brasil (80 na Coreia do Sul, 40 nos Estados Unidos, 26 no Japão)
- n 5% dos formados no Brasil o são em Engenharia (Coreia do Sul 27,5%)
- n Formam-se anualmente 38 mil engenheiros (220 mil na Índia e 190mil na Rússia)
- n Estima-se que somente $\frac{1}{3}$ dos engenheiros brasileiros atua diretamente na área de formação

n No Brasil (2010)

- n 87 mil doutores no setor de P&D
- n 5.000 em órgãos governamentais
- n 1.830 nas empresas e instituições privadas
- n 80 mil instituições de ensino superior

n Nos EUA

- n 60% dos Engenheiros doutores nas empresas
- n 40% ligados às universidades e a órgãos de governo.

INOVAÇÃO

Instituições de Ensino de Engenharia

- n Empresas não priorizam a contratação de doutores – as faculdades são forçadas a fazê-lo com profissionais bem titulados, mas sem experiência profissional em Engenharia
- n corpo docente ideal das escolas de Engenharia composto por professores que aliassem a titulação *stricto sensu* com a experiência do mercado de trabalho já na contratação.
- n No Brasil, prioriza-se na universidade apenas a titulação – professores experientes são excluídos dos programas de pós-graduação por não publicarem internacionalmente

Ensino da Engenharia no Brasil

- n as disciplinas das áreas básicas não são ensinadas com a visão voltada ao objetivo das áreas profissionais
- n os professores do ciclo profissional não trabalham na relação das disciplinas aplicadas com as áreas básicas que as justificam

Engenharia & Saneamento

- n O saneamento é a junção de várias áreas de conhecimento.
- n O termo saneamento ambiental, uma “evolução” do saneamento básico, engloba
 - n instrumentos legislativos e normativos ambientais
 - n Manejo de recursos naturais
 - n Gestão e planejamento ambientais
 - n Logística
 - n Saúde Pública e Ambiental
 - n Política Pública
 - n Gestão de empreendimentos públicos e privados

As 15 melhores carreiras.....

- 1- Engenharia biomédica
- 2- Bioquímica
- 3- Ciência da computação
- 4- Engenharia de software
- 5- Engenharia ambiental
- 6- Engenharia civil
- 7- Geologia
- 8- Sistema de gerenciamento de informação
- 9- Engenharia de petróleo
- 10- Matemática aplicada
- 11- Matemática
- 12- Gerenciamento de construção
- 13- Finanças
- 14- Física
- 15- Estatística

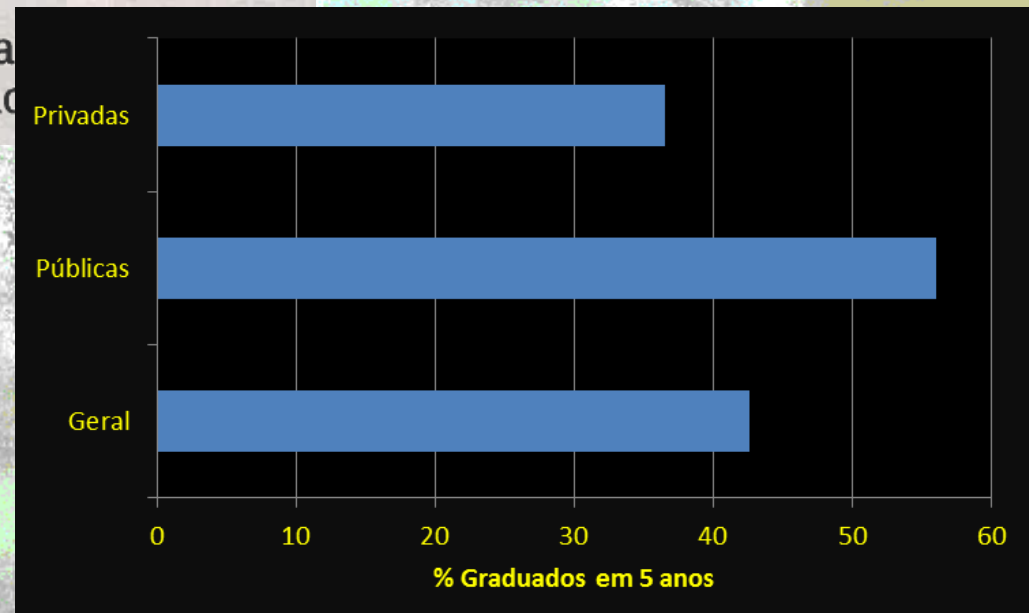
Formação em Engenharia

Cai número de alunos de engenharia que se formam em 5 anos

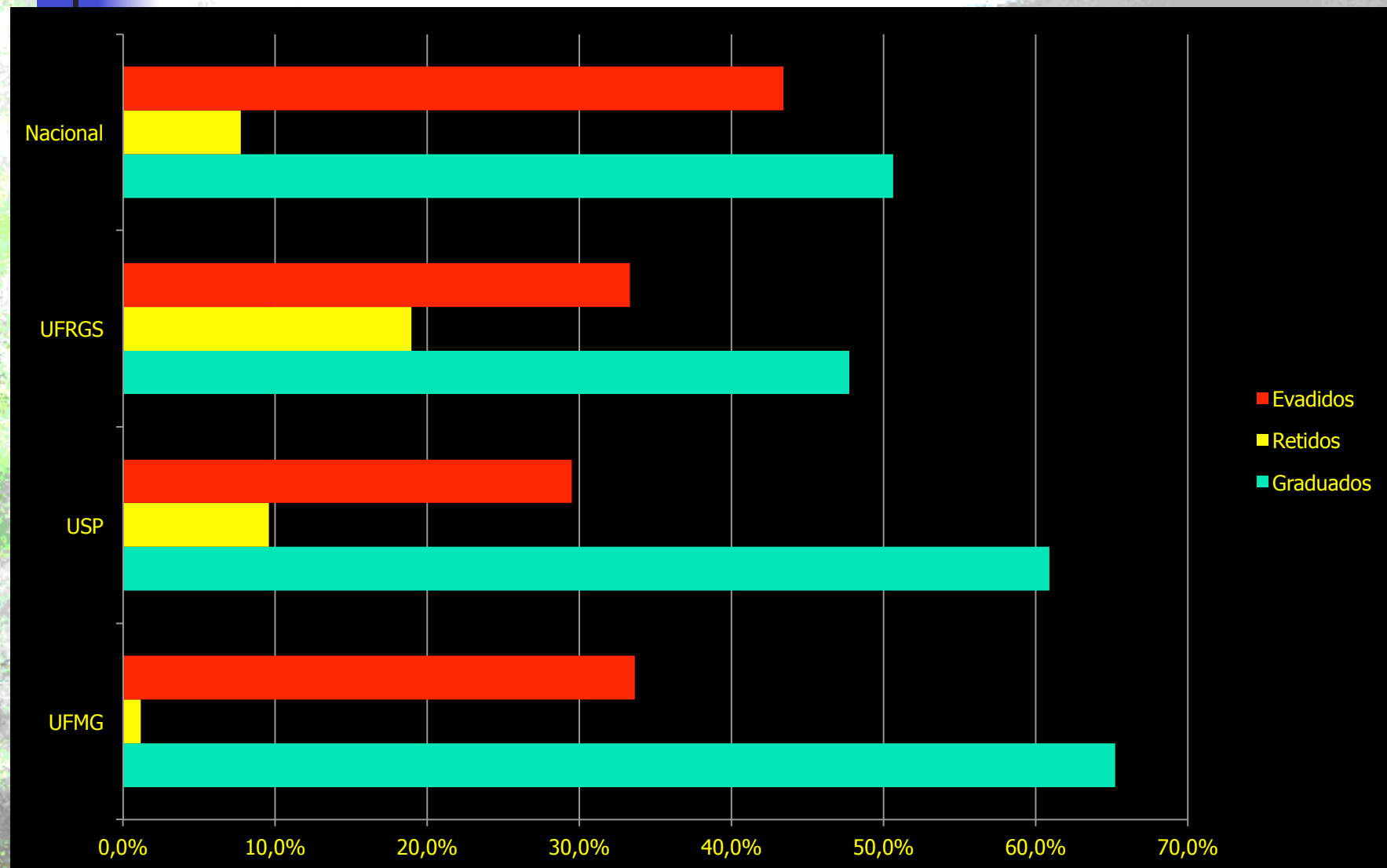
Duas pesquisas mostram que diminuiu a porcentagem de estudantes que terminaram o curso no prazo de 5 anos

ANÁLISE

Estudos mostram que cerca de 80% da evasão ocorre no primeiro ano



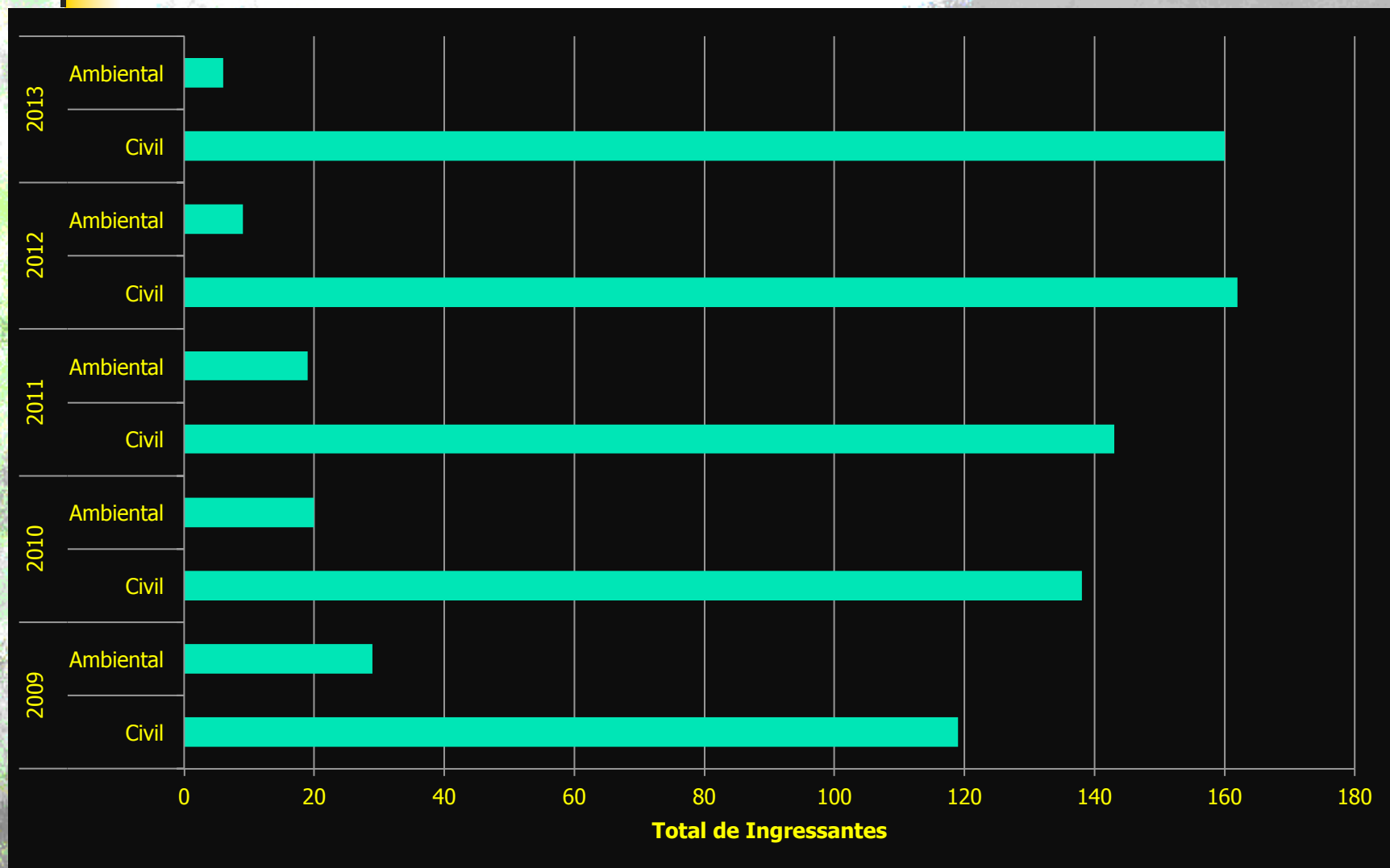
Evasão em Engenharia Civil



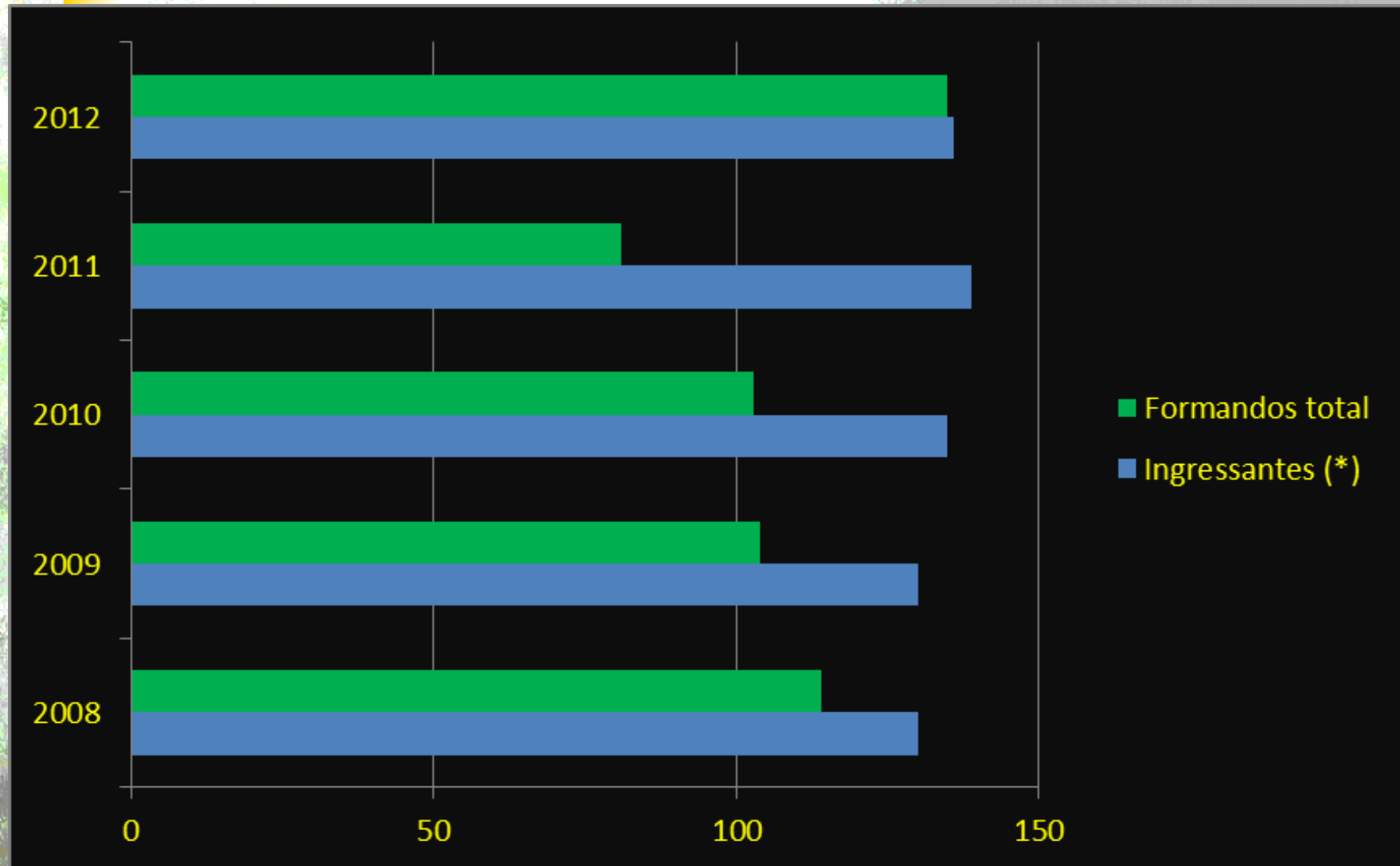
Engenharia Civil & Ambiental EPUSP

Ano	Curso	Vagas	Totais optantes	Escolhas Optantes	Optantes / Vagas	Optantes/Totais Optantes	Alocações efetivas	Alocados sem opção	Totais alunos alocados	Totais Gde. Área
2009	Civil	130	148	119	91,5%	80,4%	119	11	130	166
	Ambiental	50		29	12,8%	12,8%	29	7	36	
2010	Civil	130	158	138	106,2%	87,3%	130	0	130	177
	Ambiental	50		20	40,0%	12,7%	28	19	47	
2011	Civil	130	162	143	110,0%	88,3%	130	0	130	176
	Ambiental	50		19	38,0%	11,7%	32	14	46	
2012	Civil	130	171	162	124,6%	94,7%	130	0	130	177
	Ambiental	50		9	18,0%	5,3%	41	6	47	
2013	Civil	130	166	160	123,1%	96,4%	130	0	130	174
	Ambiental	50		6	12,0%	3,6%	36	8	44	

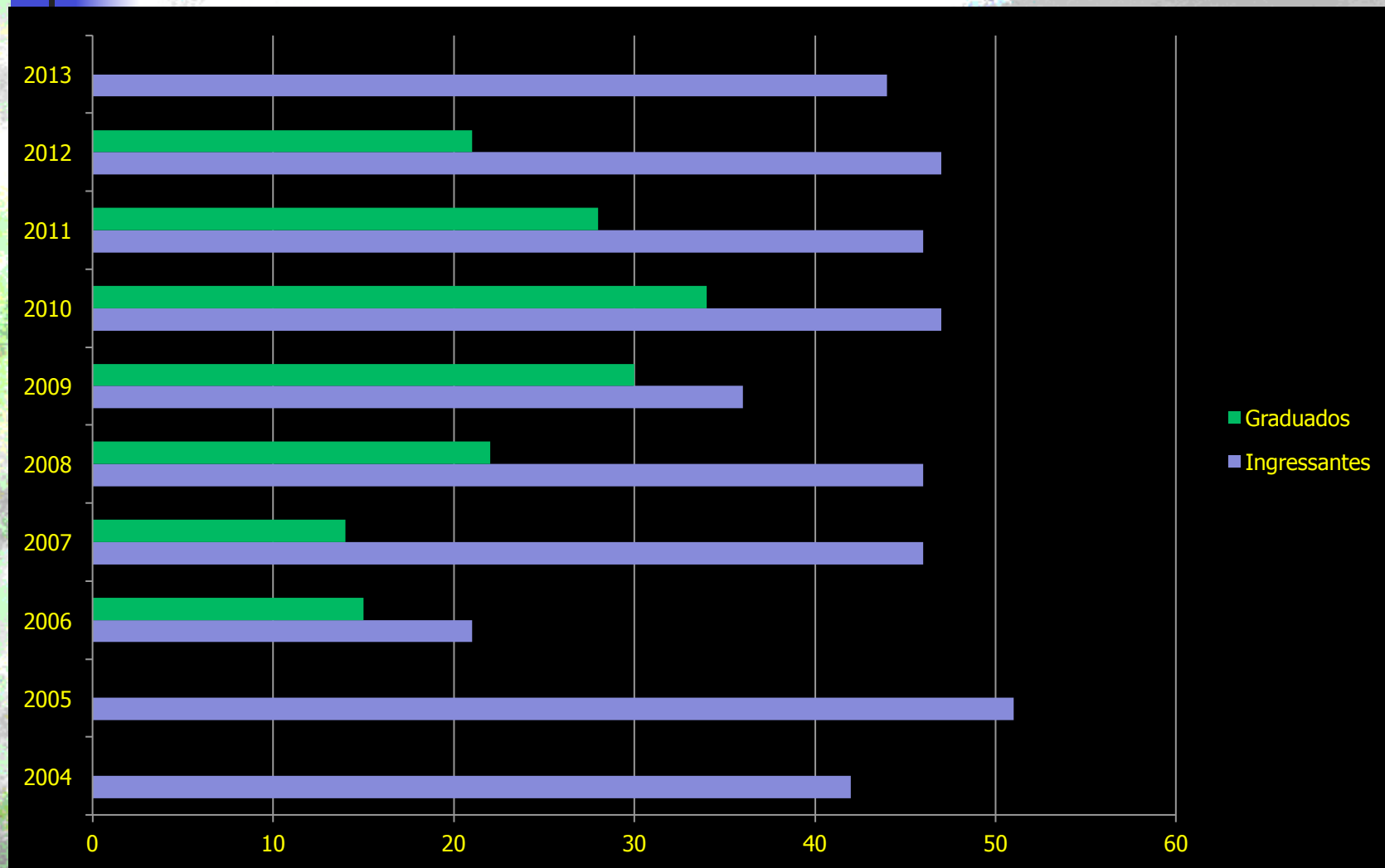
Desempenho Civil & Ambiental



Eficiência Eng. Civil



Eficiência Eng. Ambiental



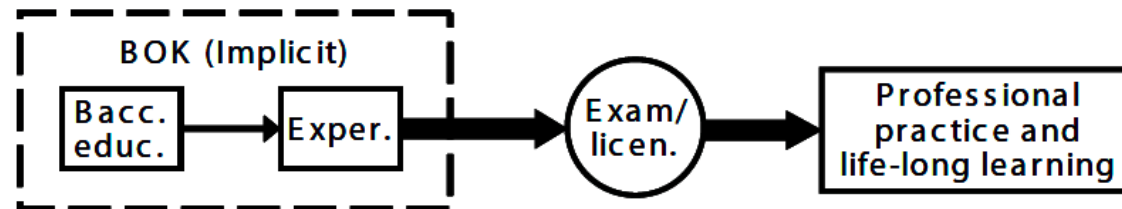
Possíveis explicações

- n Desconhecimento e imaturidade dos ingressantes
- n Concentração de conteúdos básicos e desvinculados da atuação profissional
- n Excesso de carga horária e ensino desconectado da realidade do jovem estudante
- n Excesso de reprovação nos primeiros anos

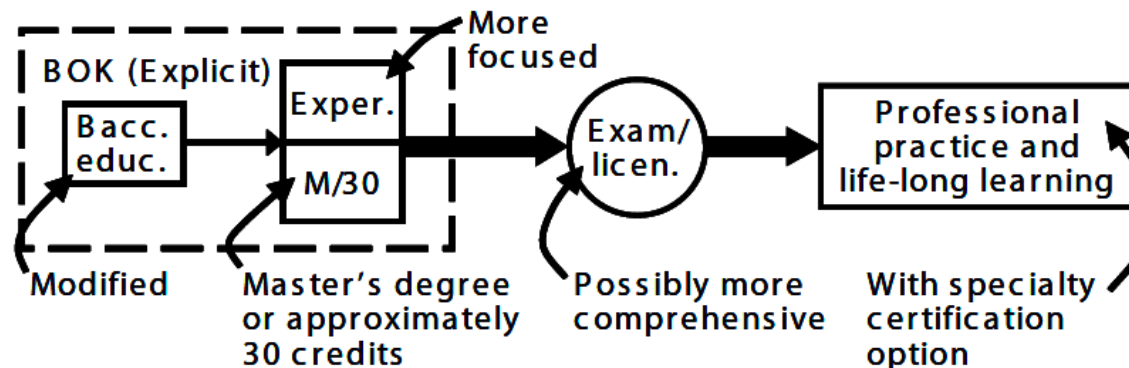
Visão da engenharia civil

The vision: civil engineers will be entrusted by society to create a sustainable world and enhance the quality of life. (ASCE, 2008)

Today's CE professional track:



Tomorrow's CE professional track:



24 Competências

Matemática	Ciências Naturais	Humanidades	Ciências Sociais
Ciências dos Materiais	Mecânica	Condução e Experimentos	Identificação e Solução de Problemas
Projeto	Sustentabilidade	Questões Históricas	Gestão de Empreendimentos
Incertezas e Análise de Risco	Abrangência nas áreas de Eng. Civil	Especialização Técnica	Comunicação e Expressão
Políticas Públicas	Administração Pública e de Empresas	Globalização Internacionalização	Liderança
Trabalho em Equipe	Atitude	Educação Continuada	Ética e Responsabilidade

Níveis de Profundidade

Nível 1: Conhecimento

capacidade de recordar o conteúdo previamente aprendido

Nível 2: Compreensão

capacidade de compreender o significado do conteúdo

Nível 3: Aplicação

capacidade de utilizar o conteúdo aprendido em situações novas concretas

Nível 4: Análise

capacidade de quebrar o conteúdo em suas partes constitutivas de modo que sua estrutura organizacional possa ser entendida

Nível 5: Síntese

capacidade de unir para formar um todo novo, um padrão

Nível 6: Avaliação

capacidade de julgar o valor do conteúdo para um determinado propósito

Níveis de Profundidade

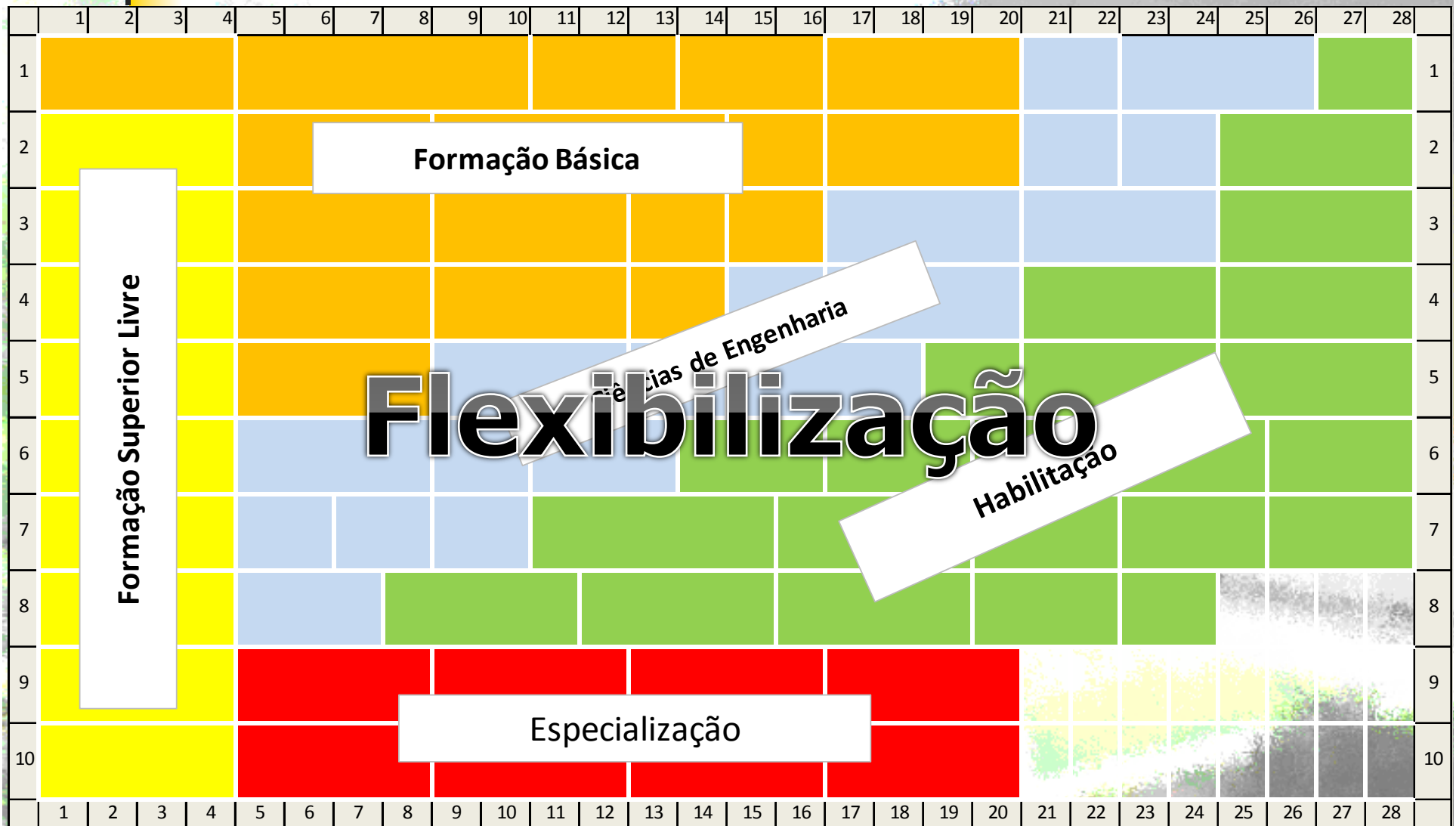
Níveis de domínio cognitivo mínimos segundo a Taxonomia de Bloom	Conhecimento	Compreensão	Aplicação	Análise	Síntese	Avaliação
1: Matemática	G	G	G			
2: Ciências Naturais	G	G	G			
3: Humanidades	G	G	G			
4: Ciências Sociais	G	G	G			
5: Ciência dos Materiais	G	G	G			
6: Mecânica	G	G	G	G		
7: Experimentos	G	G	G	G	MF	
8: Identificação de Problemas e Formulação de Soluções	G	G	G	MF		
9: Projeto	G	G	G	G	G	E
10: Operação e Manutenção	G	G	G	E		
11: Sustentabilidade	G	G	G	E		
12: Questões Contemporâneas e Perspectivas Históricas	G	G	G	E		
13: Conhecimento de Fundamentos (Projeto)						

Experiências Internacionais

EPUSP x UC Berkeley

- | | |
|---|---|
| 1. Matemática, | 1. Mathematics, science, and engineering |
| 2. Ciências Naturais, 5. Ciência dos materiais e 6. Mecânica | 1. Mathematics, science, and engineering |
| 3. Humanidades e 4. Ciências sociais | 1. Mathematics, science, and engineering |
| 4. Experimentos | 2. Conduct experiments; analyze and interpret data |
| 5. Identificação de problemas e formulação de soluções | 5. Identify, formulate and solve engineering problems |
| 6. Gerenciamento de empreendimentos (<i>Project</i>) | 6. Gerenciamento de empreendimentos (<i>Project</i>) |
| 7. Projeto (<i>Design</i>) | 3. Design a system, component, or process |
| 8. Operação e manutenção | 8. Operação e manutenção |
| 9. Questões contemporâneas e perspectivas históricas, 11. Sustentabilidade e 19. Globalização | 10. Contemporary issues e perspectivas históricas |
| 10. Visão Aprofundada em Áreas da Modalidade | 8. Understand the impact in a global and societal context |
| 11. Especialização técnica | 11. Ability to use ... necessary for engineering practice |
| 12. Comunicação | 11. Ability to use ... necessary for engineering practice |
| 13. Políticas públicas | 7. To communicate effectively |
| 14. Administração pública e privada | 13. Políticas públicas |
| 15. Atitudes, Liderança e Trabalho em Equipe | 14. Administração pública e privada |
| 16. Aprendizagem ao longo da vida | 4. Function on multi-disciplinary teams |
| 17. Responsabilidade profissional e ética | 9. To engage in life-long learning |
| | 6. Understanding of professional and ethical responsibility |

Nova estrutura dos cursos da PoliUSP



Engenharia Civil

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
1	Computação			Cálculo 1				Física Experimental		Representação Gráfica na Engenharia		Álgebra Linear 1			Geomática I			Química Aplicada		Introdução as Engs. Civil e Ambiental		1							
2	Optativas Livres			Cálculo 2			Mecânica				Física II		Álgebra Linear 2			Fund. Ciência e Eng. Materiais		Introdução à Economia		Introdução ao projeto de engenharia			2						
3	Optativas Livres			Cálculo 3			Física III		Laboratório de Física		Probabili-		Geologia e		Introdução à Mecânica das		Materiais de Construção e sua		Eng. Civil e Meio		Adminis-		3						
4	Estatística			Cálculo 4			Laboratório de Física III		Mecânica dos Fluidos e Fenômenos de Transferência				Gestão Ambiental																
5	Optativas Livres			Métodos Numéricos			Hidráulica Geral I			Geon		Avaliação de processos industriais e sistemas produtivos																	
6	Mecânica dos Solos e Rochas II			Hidrologia Aplicada			Hidráulica Geral II			Projet		Operações e processos unitários aplicados à Engenharia Ambiental																	
7	Optativas Livres		Engenharia Geotécnica e de Fundações		Projeto de edifício		Sistemas prediais I		Saneamento			Prevenção da poluição e produção mais limpa																	
8	Optativas Livres				Projeto de infra-estrutura		Sistemas prediais II		Obras Hidráulicas			Licenciamento ambiental																	
9	Optativas Livres			TF								Economia ambiental																	
10	Optativas Livres			TF								Gestão de Recursos Hídricos																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Análise de ciclo de Vida de Produtos															
														Fundamentos da metodologia de emissão zero															
														Auditorias ambientais															
														Sistemas integrados de gestão															
														Trabalho de Formatura em Engenharia Ambiental															

Engenharia Sanitária & Ambiental

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28																									
1	Computação			Cálculo 1				Física Experimental			Geometria Descritiva			Álgebra Linear 1			Química Aplicada		Informações Espaciais			Intr Eng Civil e Ambiental		1																													
2	Optativas Livres 1			Cálculo 2			Mecânica				Oscilações e Ondas		Álgebra Linear 2			Ciencias dos materiais		Introdução à Economia		Introdução ao projeto (CAD)			2																														
3	Optativas Livres 2			Cálculo 3			Física III Eletricidade e Eletromagnetisco			Lab Fisica A		Probabilidade		Resistência dos Materiais 1			Fenomenos de Transporte			Química Ambiental		3																															
4	Optativas Livres 3			Cálculo 4			Engenharia Sanitária Projeto de estações de tratamento de águas de abastecimento Projeto de estações de tratamento de águas residuárias Tecnologias de tratamento de resíduos sólidos Conservação e reuso da água Gestão de Recursos Hídricos Drenagem urbana Tecnologias de reabilitação de áreas contaminadas Tecnologias de controle de poluição do ar Transitórios Hidráulicos Projeto de Estações Elevatórias Trabalho de Formatura em Engenharia Ambiental																								4																						
5	Optativas Livres 4			Métodos Numéricos Aplicados																											Midi		5																				
6	Optativas Livres 5			Toxicologia																											Meteorolo		6																				
7	Optativas Livres 6			Saude Ocupacional		Ergonomia																									Logística Meio Ambient		7																				
8	Optativas Livres 7			Desenvolvimento e Meio Ambiente																											Planejamento Ambient		8																				
9	Optativas Livres 8																														9																						
10	Optativas Livres 9																														10																						
	1	2	3	4	5	6																									7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	

Internacionalização

- n Iniciada nos anos 90
- n Comissão de Relações Internacionais instalada em 1998
- n 58 acordos de cooperação com escolas de engenharia
- n **29 convênios de duplo diploma**
- n Programa de Internacionalização da Graduação

- n 24 na França
- n 5 na Itália
- n 4 na Alemanha
- n 3 no Chile
- n 3 em Portugal
- n 3 na Espanha
- n 2 na Bélgica

- n 2 na Colômbia
- n 2 na Suécia
- n 1 na Argentina, Rep. Checa
Rep. Dominicana, Finlândia,
Coreia, Panamá, Peru, Polónia
USA, Venezuela

Programas Realizados

Da PoliUSP

Programas de Intercâmbio
705 estudantes - **23** países

1349

Estudantes
brasileiros

**Programas de Duplo
Diploma**

644 estudantes - **4** países

Programas de Intercâmbio
464 estudantes estrangeiros
21 países

564

Estudantes
estrangeiros

Para a PoliUSP

Programas de Duplo diploma
102 estudantes estrangeiros
3 países

Alunos da PoliUSP em programas DD

	2001	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	2012	Total
France	11	23	22	25	34	36	36	38	32	37	39	43	376
Italy	0	0	0	1	30	22	26	27	19	26	20	18	189
Germany	0	0	0	0	2	7	4	9	8	13	15	14	72
Portugal											4	3	7
Total	11	23	22	26	66	65	66	74	59	76	78	78	644



Alunos estrangeiros na PoliUSP – DD

	2001	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	2012	Total
France	1	2	6	4	17	7	5	4	13	3	8	17	87
Italy			0	0	0	1	1	1	0	1	4	4	12
Germany			0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3
Total	1	2	6	4	17	8	6	5	13	4	13	23	102

Resultados Constatados

- n Valorização da carreira e da escola
- n Maior aplicação nos estudos, melhores notas
- n Interesse no estudo das línguas estrangeiras dos países pretendidos
- n Independência, sociabilidade, amadurecimento dos alunos
- n Reconhecimento das empresas e do mercado de trabalho no Brasil e no exterior

Conclusões

- n Aumentar a formação de engenheiros com formação pós-graduada (4 + 2)
- n introduzir formação científica mais forte e visão integradora das diferentes áreas de atuação sem especialização precoce
- n Introduzir na formação dos engenheiros e em particular do sanitarista os conceitos de políticas públicas e saneamento ambiental
- n Grande peso na flexibilização da formação
- n Internacionalização