

Carreiras de engenheiros no Brasil Anos 90 e 2000

Agosto de 2016

Bruno César Araújo
Coordenador-geral da DIEST/IPEA



Sobre o que falaremos hoje?

- **Por que inovação é importante?**
- **O que engenheiros tem a ver com inovação e crescimento?**
- **Escassez de engenheiros: verdade ou mito?**
- **Carreiras seguidas pelos engenheiros nos anos 2000 e nos anos 90**
- **Perspectivas para a engenharia no Brasil**



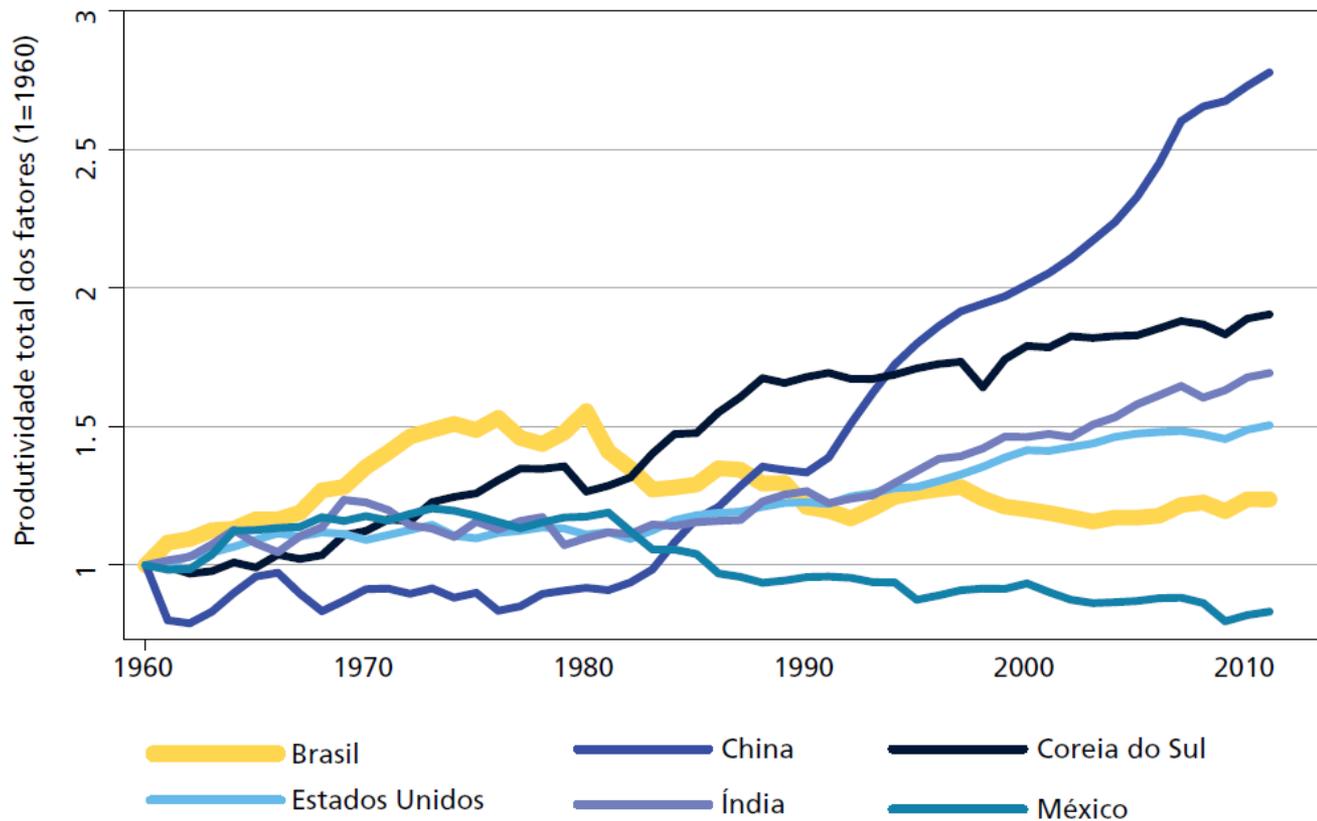
Por que inovação é importante?

- A inovação é o processo de transformação no âmbito interno das empresas, que altera o estado preexistente no que se refere aos produtos, processos produtivos ou estrutura organizacional.
- Diversos autores reconhecem que a inovação é o verdadeiro motor do crescimento econômico de longo prazo. É ela que garantirá o crescimento sustentado da produtividade.

Por que inovação é importante?

GRÁFICO 6

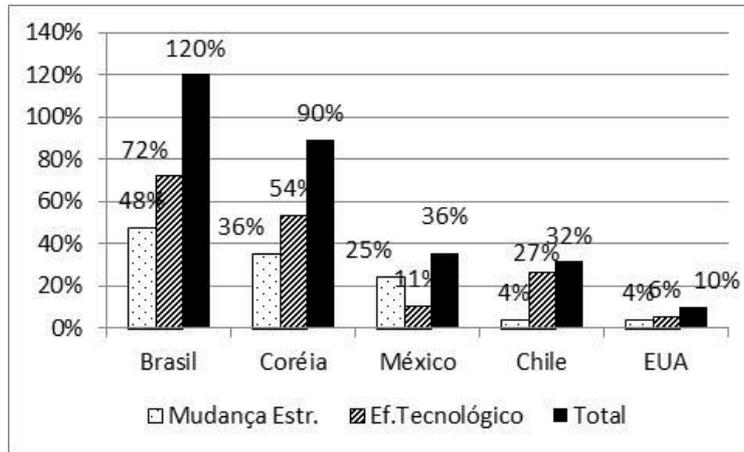
Evolução da Produtividade Total dos Fatores (com ajuste para capital humano) em países selecionados



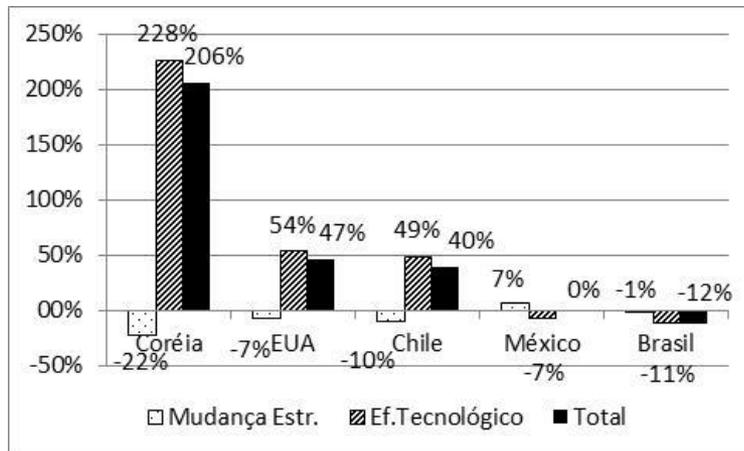
Fonte: Reprodução do gráfico 3 de Mation (capítulo 6).

Mudança estrutural (1965-1980) e perda de dinamismo (1980-2015)

Decomposição do crescimento da produtividade: 1965-1980



1980-2015



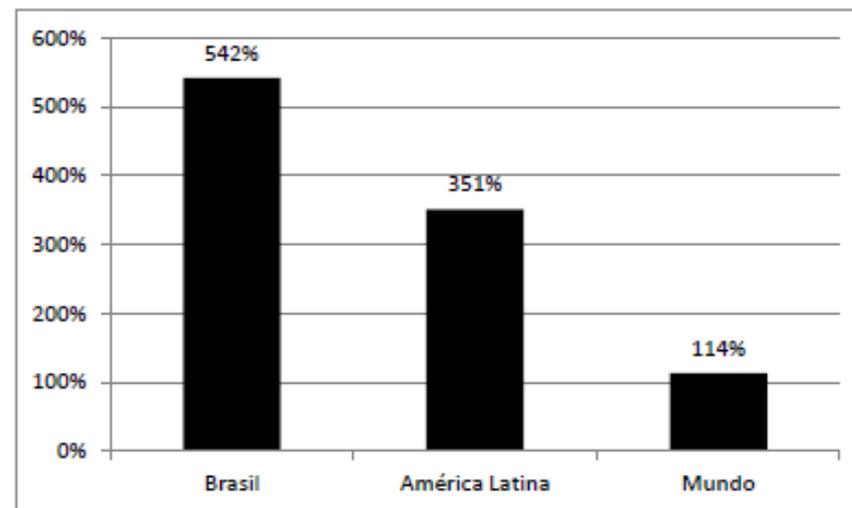
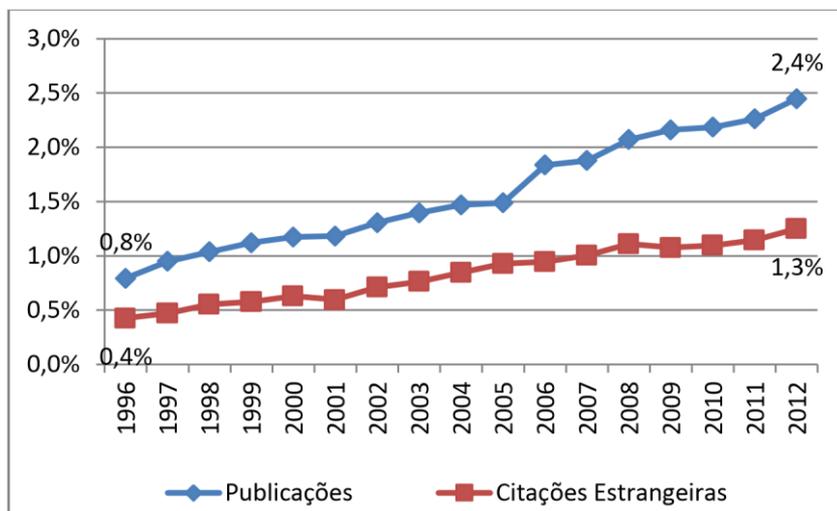
Fonte: Menezes-filho et al. (2014)

Patentes concedidas no USPTO			
País	2000	2010	Varição (%) 2010/2000
Brasil	98	175	78,60%
China	119	2.657	2132,80%
Coréia	3.314	11.671	252,20%
Estados Unidos	85.068	107.791	26,70%
India	131	1.098	738,20%
México	76	101	32,90%

Fonte: MCTI

Sucesso científico...

Participação brasileira na produção mundial de artigos científicos e seu crescimento (Scopus), 1996-2012



Fonte: MCTI

Estagnação tecnológica!

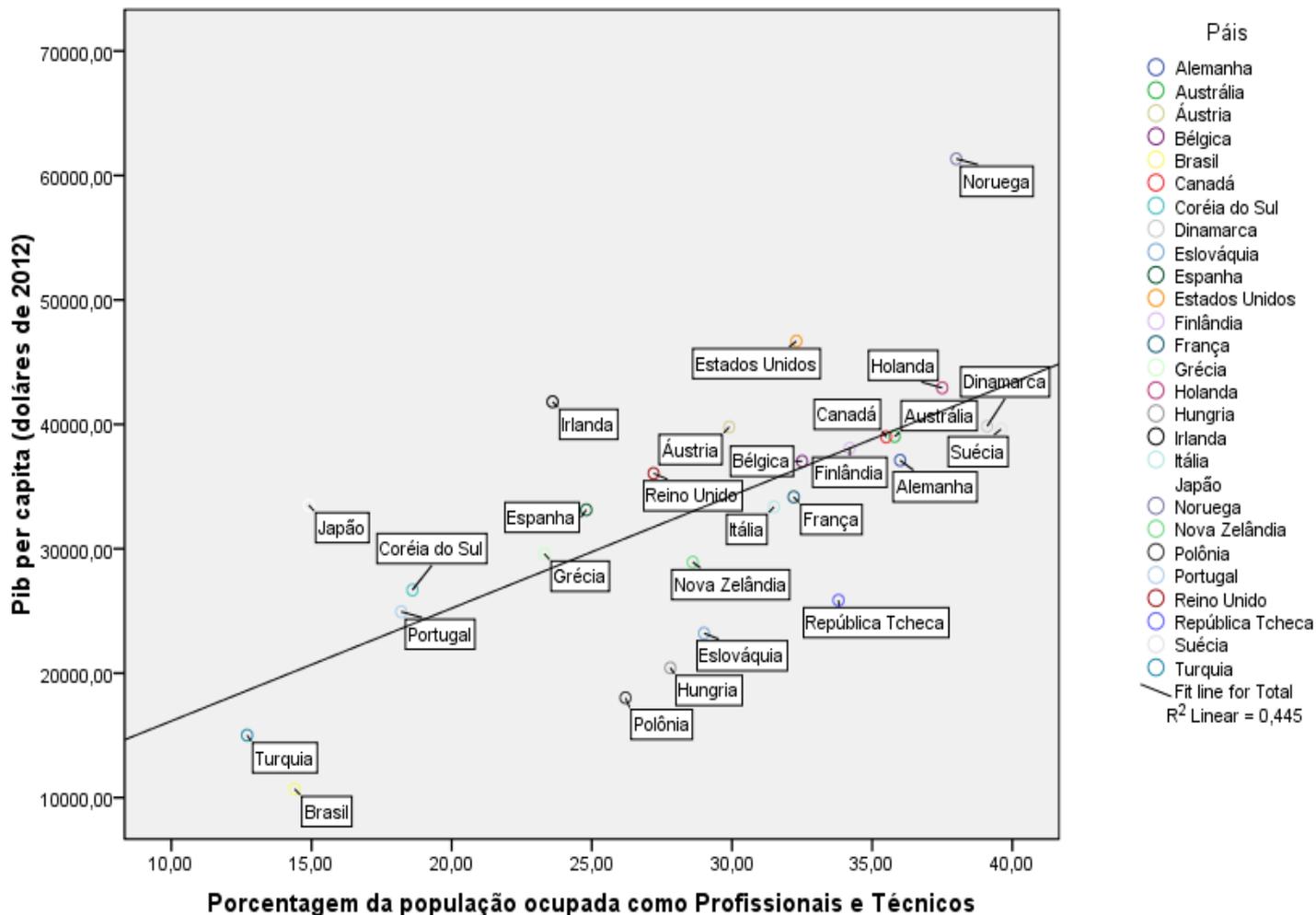
P&D empresarial em países selecionados, 2005-2008

País	2005	2008	Variação (p.p.)
Portugal	0,31%	0,76%	0,45
Finlândia	2,46%	2,77%	0,31
Dinamarca	1,68%	1,91%	0,23
Estados Unidos	1,79%	2,00%	0,21
China	0,90%	1,08%	0,18
Espanha	0,60%	0,74%	0,14
Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE)	1,50%	1,63%	0,13
Alemanha	1,72%	1,84%	0,12
União Europeia (15 países)	1,20%	1,28%	0,08
União Europeia (27 países)	1,15%	1,21%	0,06
Brasil	0,49%	0,53%	0,04
Itália	0,55%	0,60%	0,05
Noruega	0,82%	0,87%	0,05
França	1,30%	1,27%	-0,03
Holanda	1,01%	0,89%	-0,12

Fonte: Cavalcante, L. R. E De Negri, F. (2011).

O que engenharia tem a ver com inovação e crescimento?

PIB per capita e % da população ocupada em Engenharia, Ciência e Tecnologia



Fonte: Lins et al. (2014)

O que engenharia tem a ver com inovação e crescimento?

GRÁFICO 6

Grau de importância atribuído pelos respondentes aos fatores que prejudicaram a produtividade da empresa nos últimos cinco anos
(Em %)



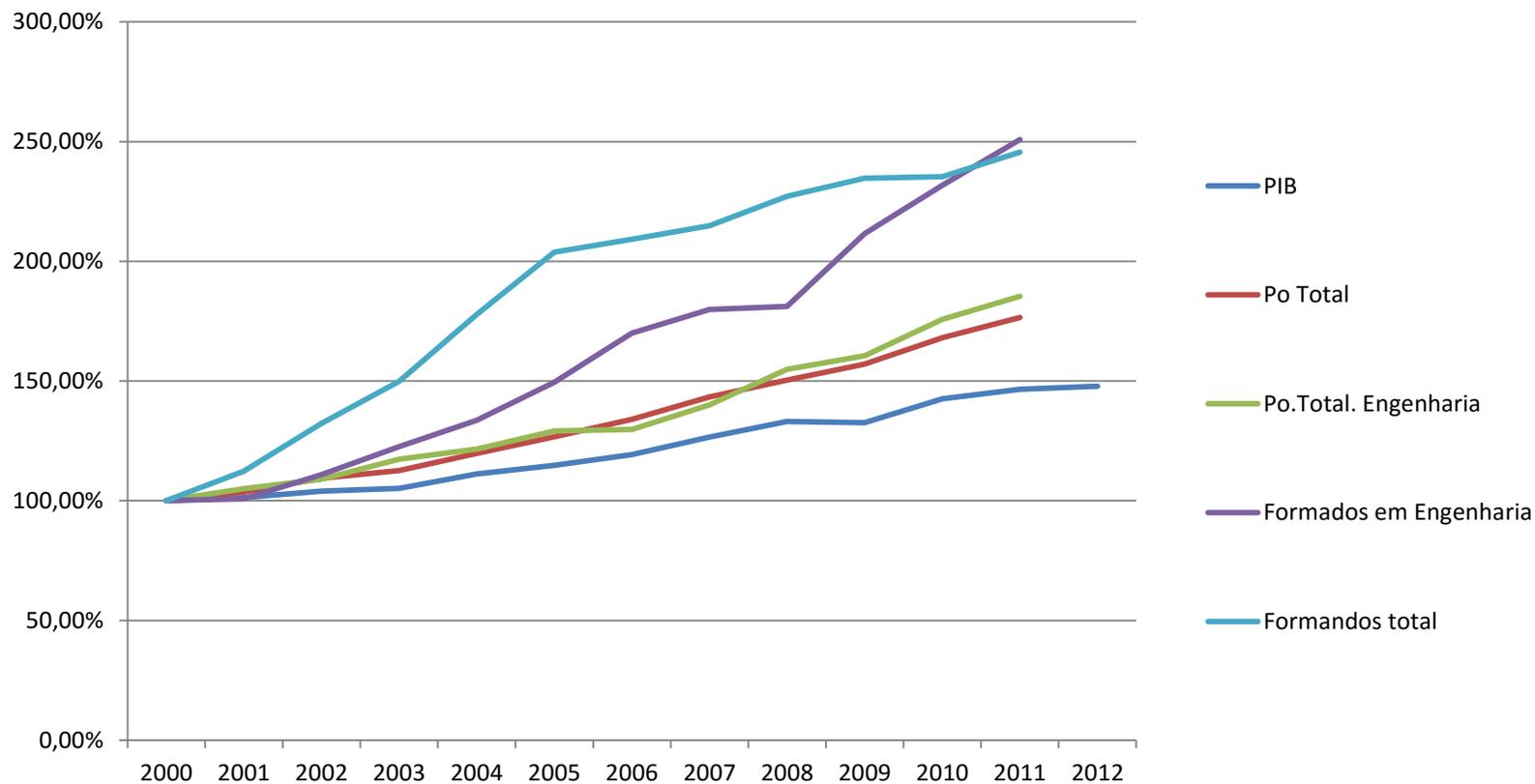
Fonte: Enquete *Desafios da Produtividade e da Competitividade*/Ipea.

Resumo

- O Brasil perdeu dinamismo econômico a partir do final dos anos 70, sendo ultrapassado em renda per capita e produtividade por países como a Coreia do Sul e Taiwan.
 - Além da questão educacional, isso se relaciona à infraestrutura e inovação!
 - Entretanto, o Brasil não consegue transformar sucesso acadêmico em tecnologia -> **papel dos engenheiros!**
- Existe uma correlação positiva entre PIB per capita e engenheiros, em nível mundial.
 - Dentre os principais entraves à produtividade apontados pelos empresários, **os mais importantes** estão fortemente relacionados à engenharia.

Afinal, faltam engenheiros no Brasil?

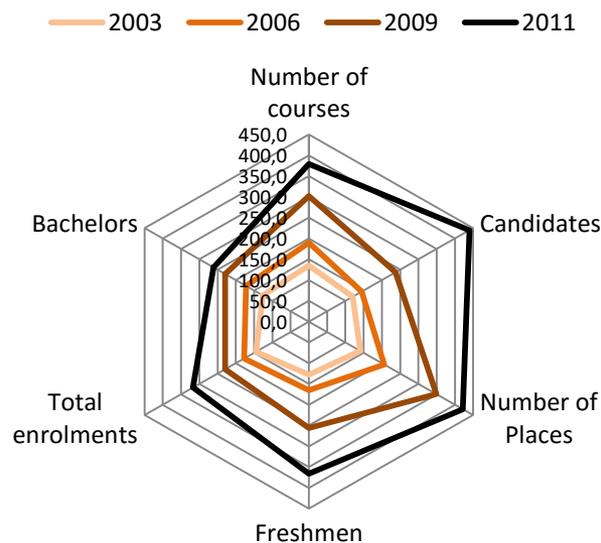
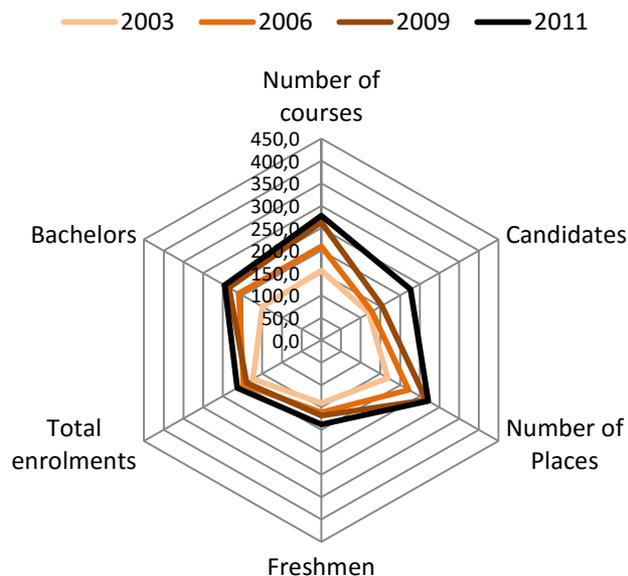
Crescimento do PIB, do Pessoal ocupado e dos formandos (totais e em engenharias)
2000=100



Fonte: Lins et al. (2014)

Afinal, faltam engenheiros no Brasil?

A evolução da educação terciária no Brasil: Todos os cursos (esq.) e Engenharia e tecnologia (dir.)



Fonte: GUSSO, D. A.; NASCIMENTO, P. A. M. M. *A evolução da formação de engenheiros e pessoal técnico-científico no Brasil entre 2000 e 2011. Mimeo, 2013.*

Crescimento do PIB = 47%		
	Total	Engenharia
Crescimento do n. de calouros	187%	366%
Crescimento no n. de formados	145%	161%

A discussão quantitativa e geral pode esconder algumas dimensões importantes.

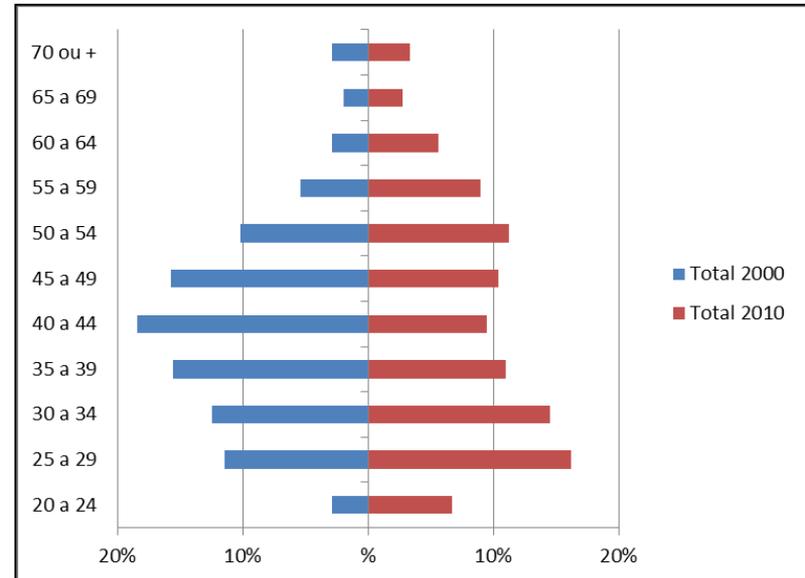
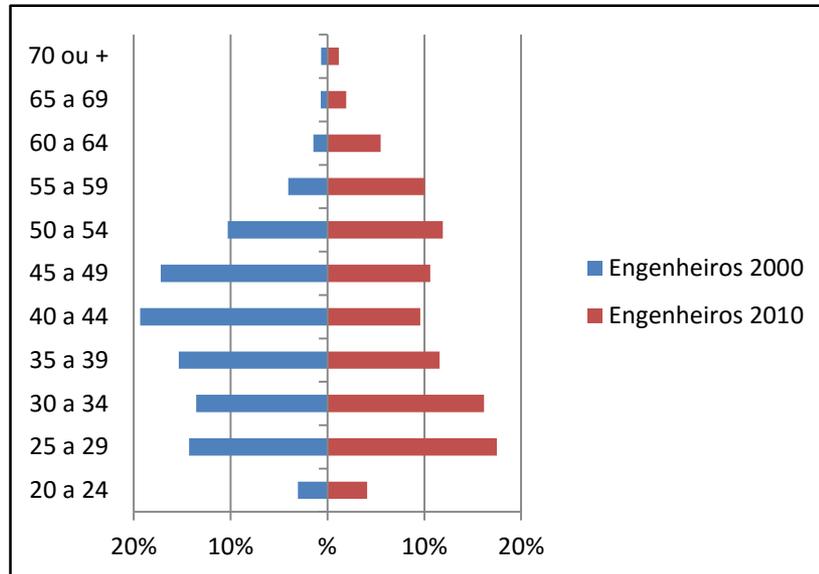
1. Qualidade

- Mais de 40% dos formandos em engenharia são de cursos conceito 1 e 2 do Enade. Não mais de 30% dos formandos vêm de universidades de ponta (conceitos 4 ou 5 ou universidades de pesquisa).

2. Problema geracional (2000 vs. 2010)

Engenheiros CBO (2000 = 133 mil, 2010 = 233 mil)

Engenheiros formados (2000 = 567 mil, 2010 = 937 mil)



- Se, em termos agregados, podem não faltar engenheiros, pode ser notado certo desequilíbrio na pirâmide etária desta categoria profissional (formação e ocupação). Resquício da “década perdida”?

3. Especialidades específicas

- Podem não faltar engenheiros em geral, mas pode haver carências específicas (especialidades/certificações).
- Pompermayer et al. (2011) indicam que há carências em especialidades como engenharia naval e de minas, por exemplo.

4. Problemas regionais

- A concentração regional de formandos em engenharia é tradicional, e reflete a distribuição dos bons cursos ao redor do país.
- Também é natural a concentração regional do emprego em engenharia nas áreas mais densamente industrializadas, e mais recentemente nas áreas de exploração de petróleo e gás.
- Em teoria, migração pode resolver o problema. Mas é de se esperar que o ajuste do mercado de trabalho via migração demore um pouco para ocorrer, o que pode gerar problemas de curto prazo.

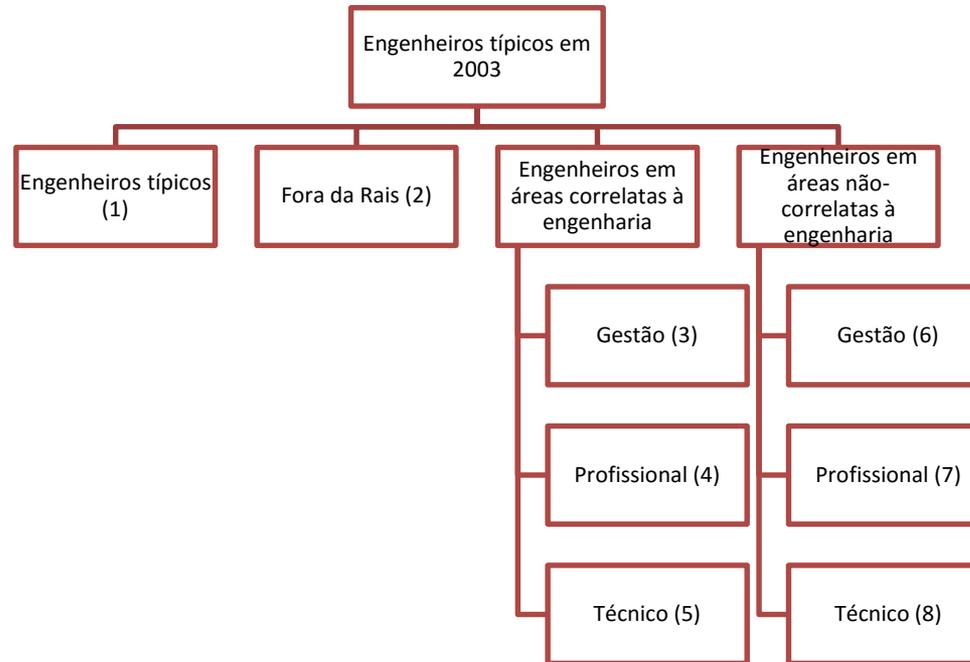
Motivação e dados

- O problema de escassez de engenheiros não é apenas quantitativo. Como o engenheiro é um profissional versátil, esse problema também diz respeito às possibilidades de carreira.
 - Apenas em torno de 30% dos engenheiros exercem uma “ocupação típica”.
- A tese de doutorado “Trajetórias ocupacionais de engenheiros jovens no Brasil” mapeou 9.041 trajetórias ocupacionais de jovens engenheiros (com 25 anos ou menos no primeiro emprego) entre 2003 e 2012, e comparou estas trajetórias às 5.625 trajetórias entre 1995-2002, a partir dos mesmos critérios.
- A base utilizada foi a Rais (limitação: primeiro emprego em engenharia, carteira assinada).
- Ocupações: CBO

Dos 9.041 engenheiros jovens sob análise:

- 78% são do sexo masculino e 22% do sexo feminino;
- 20% deles conseguem seu primeiro emprego em SP, seguidos por 11% no RJ e 8% em MG;
- A primeira ocupação mais comum é como engenheiro civil (18,4%), seguida pelos engenheiros eletricitas e eletrônicos (14,8%) e pelos engenheiros mecânicos (11,6%)
- 58% deles ingressa no mercado de trabalho em empresas com mais de 500 empregados. Em verdade, 17% o fazem em empresas com mais de 1000 empregados.

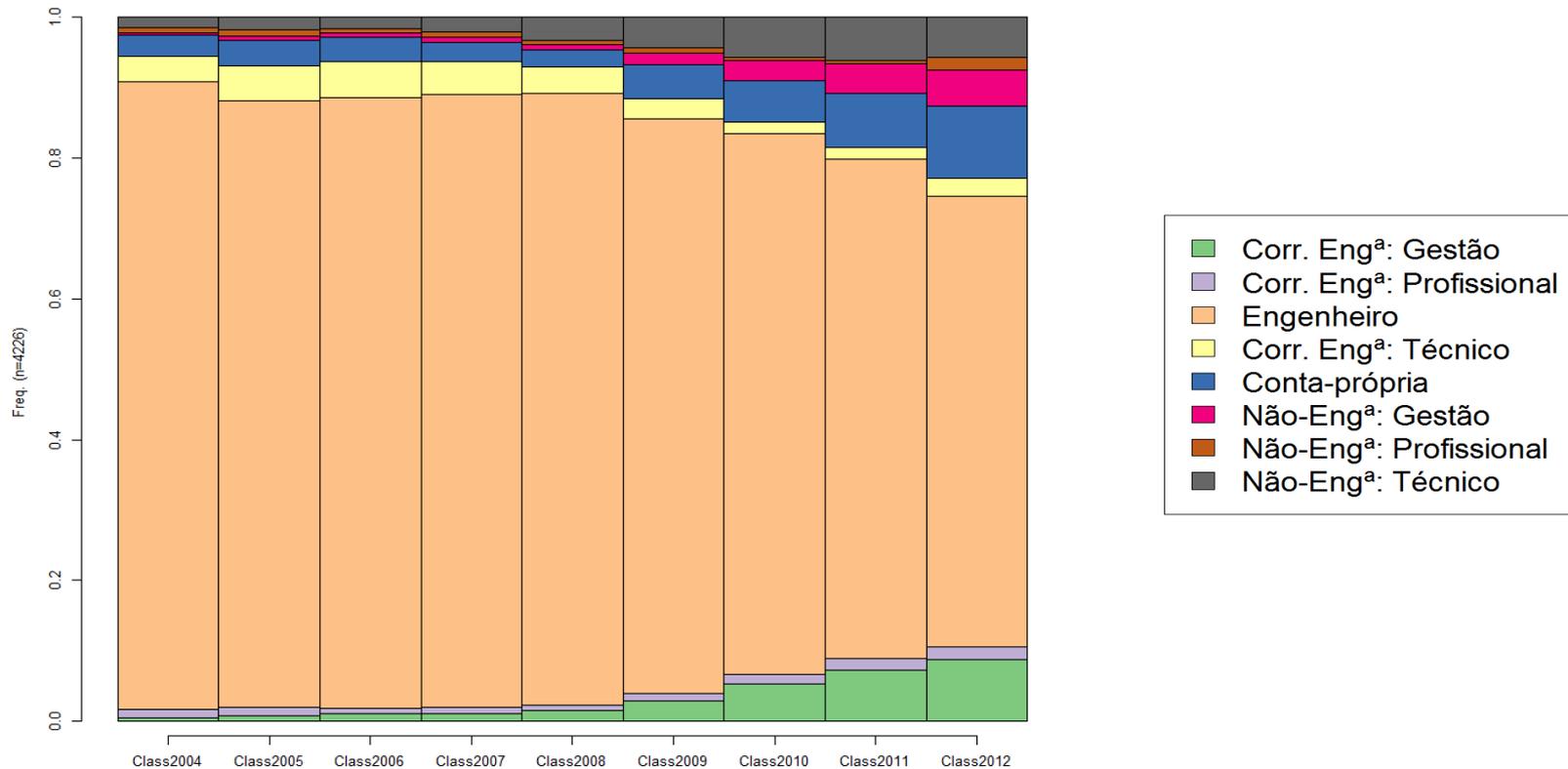
Codificação



- Algoritmo de *Optimal Matching Analysis* para comparação entre as sequências
 - Inspiração na bioestatística, DNA
 - Aplicação crescente em Ciências Sociais: ciclo de vida, transição da educação para o trabalho, conciliação trabalho/família etc.

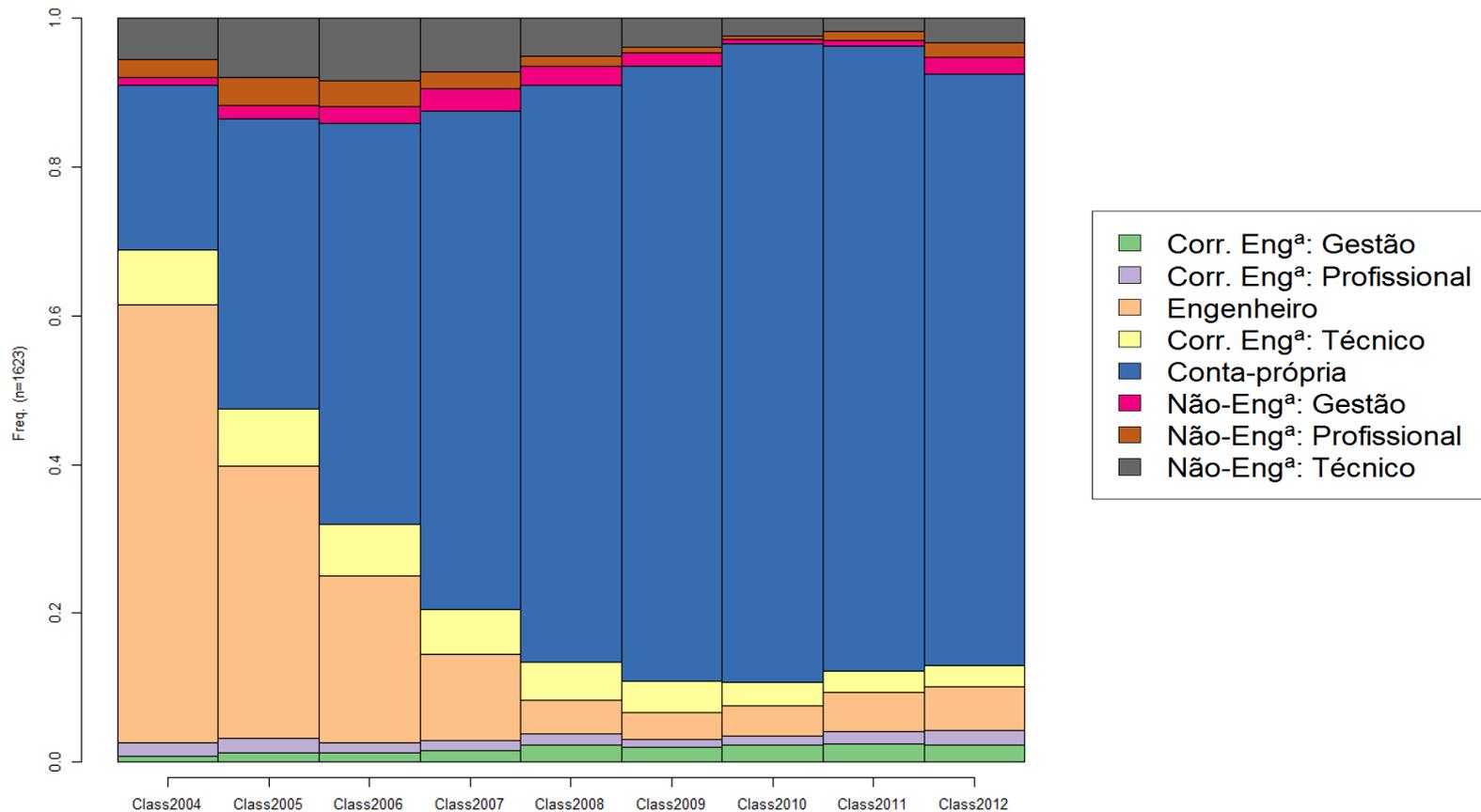
Os tipos de trajetórias 2003-2012:

Tipo 1 – Engenheiros típicos (N = 4226)



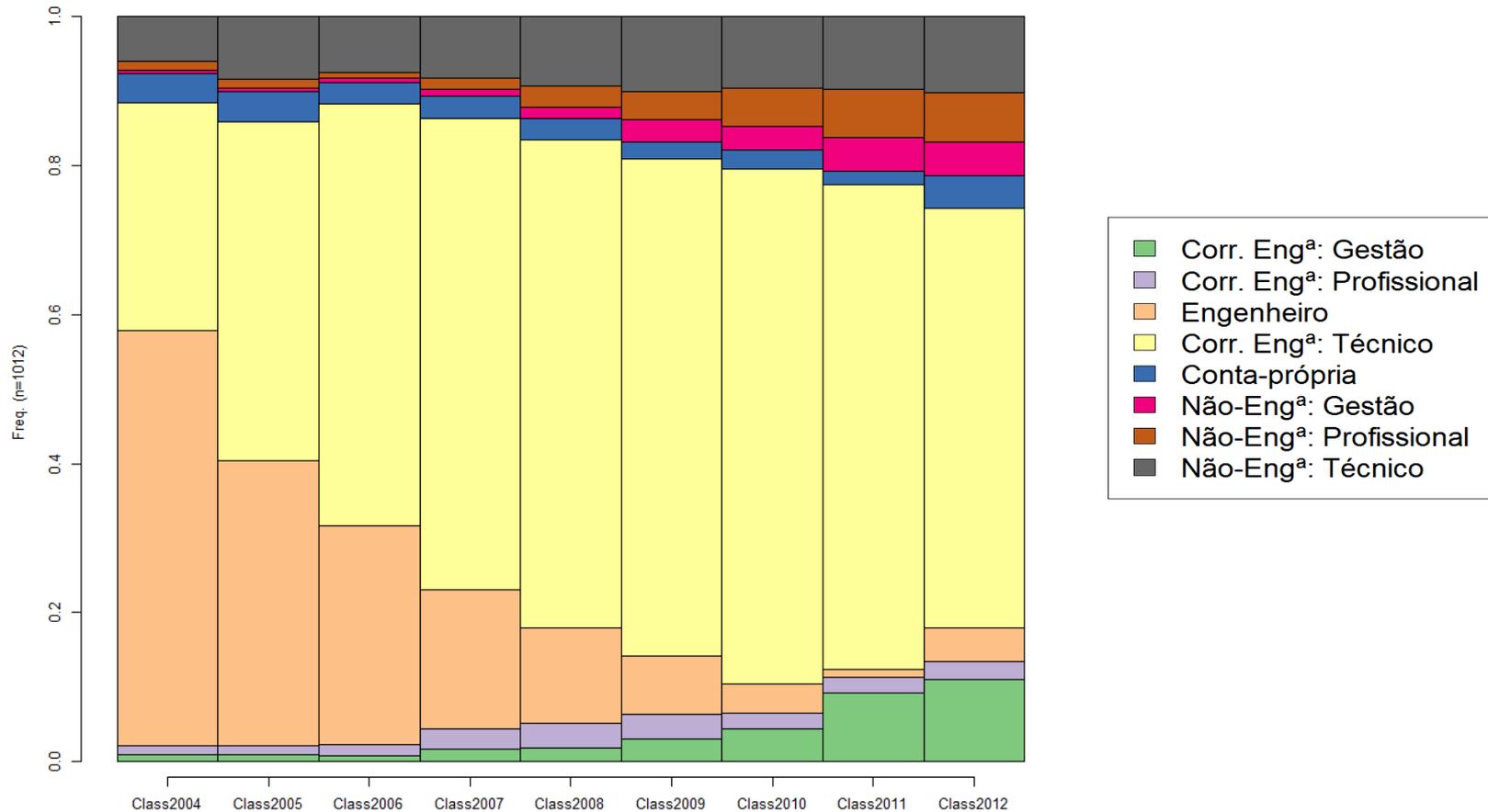
Os tipos de trajetórias 2003-2012:

Tipo 2 – Conta-própria (N = 1623)



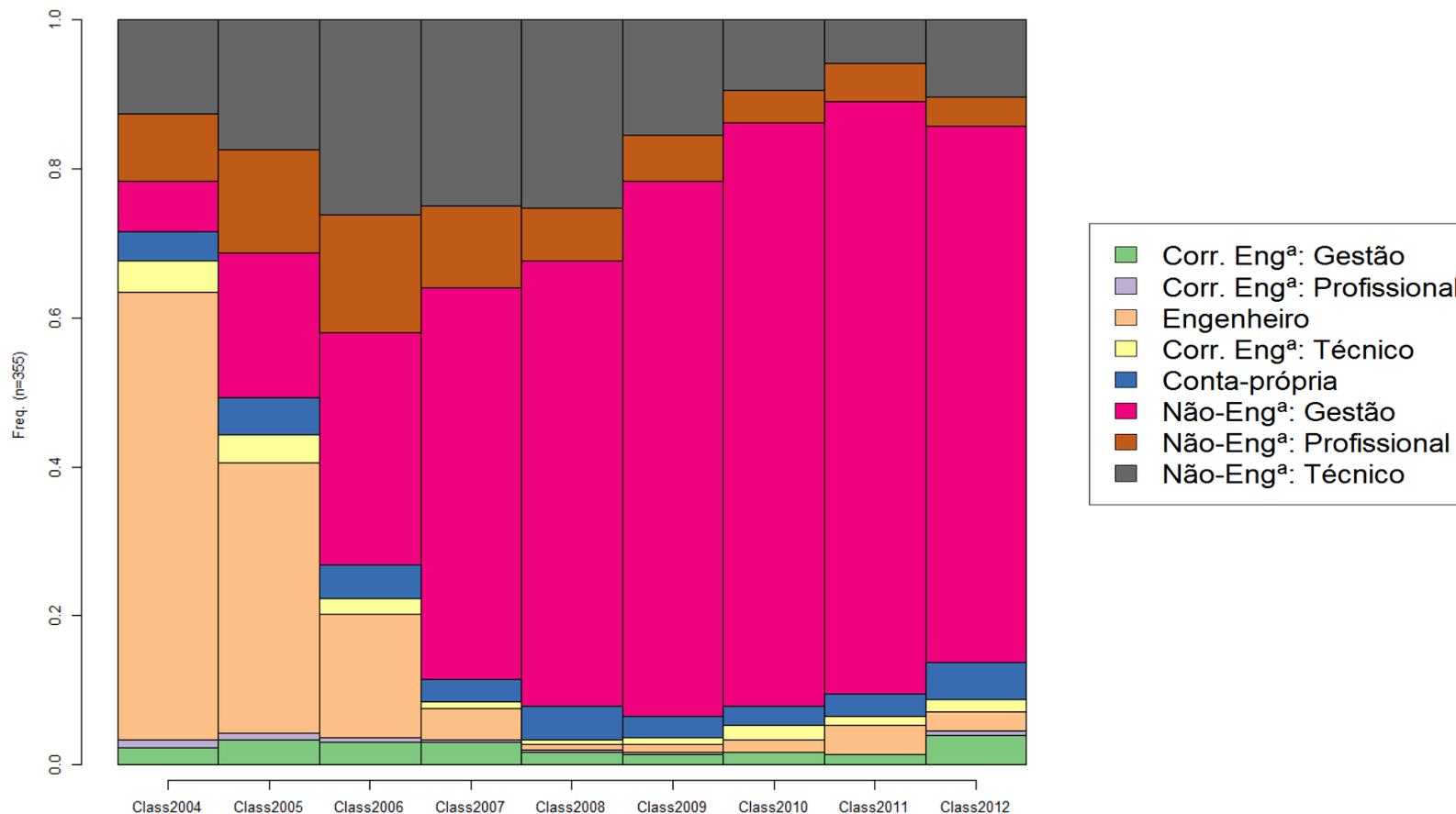
Os tipos de trajetórias 2003-2012:

Tipo 3 – Técnicos em engenharia (N = 1012)



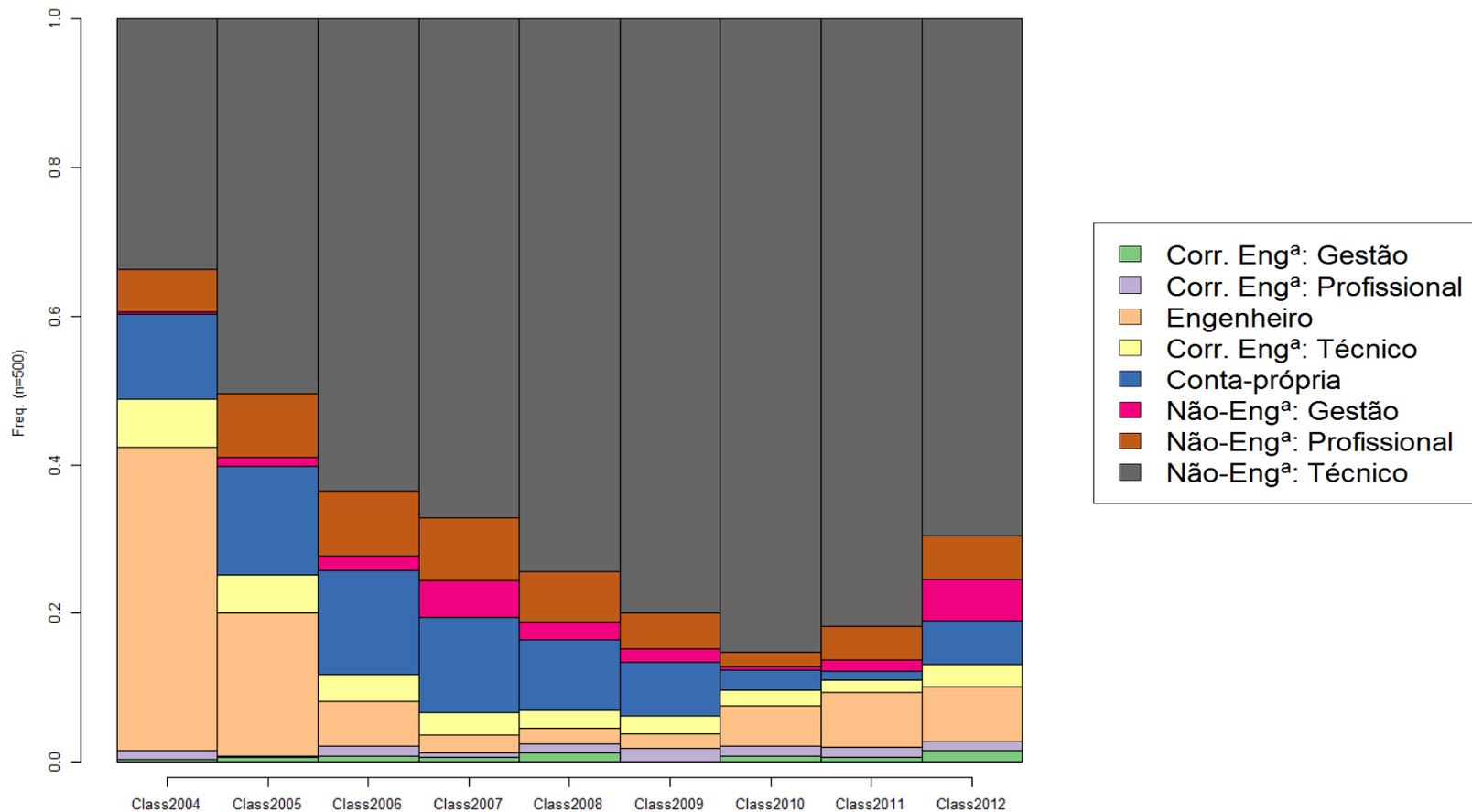
Os tipos de trajetórias 2003-2012:

Tipo 4 – Gestores em outras áreas (N = 355)



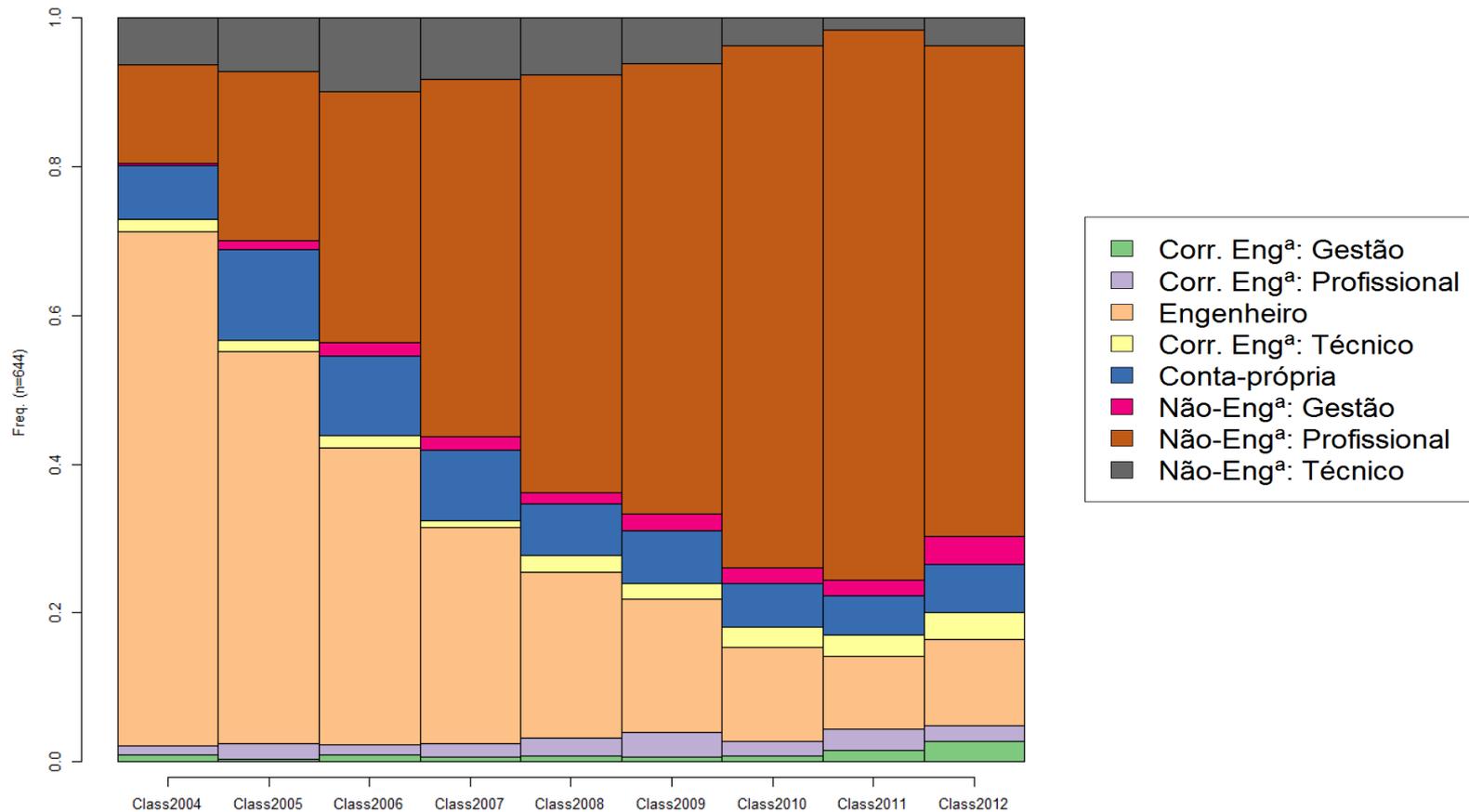
Os tipos de trajetórias 2003-2012:

Tipo 5 – Técnicos em outras áreas (N = 500)



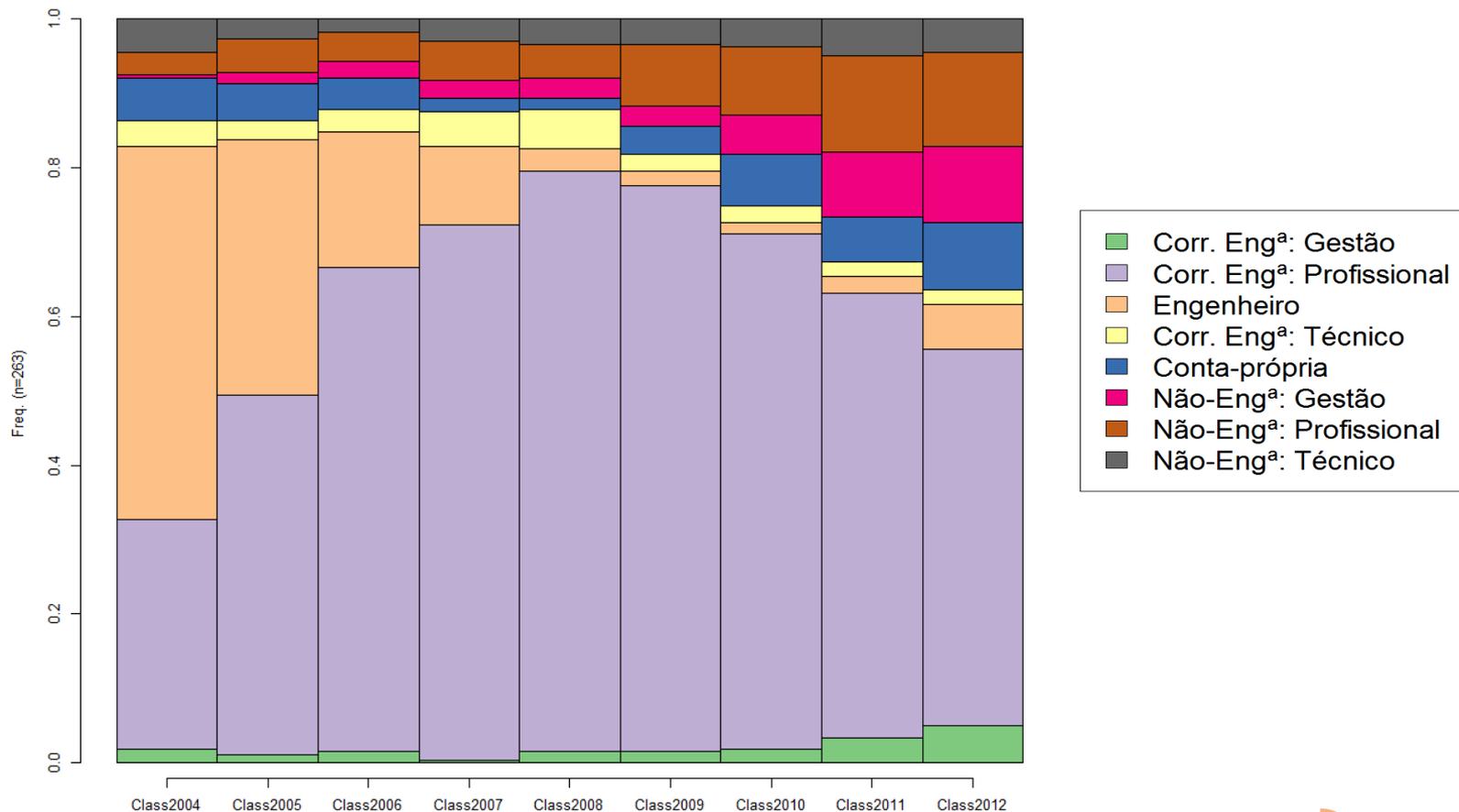
Os tipos de trajetórias 2003-2012:

Tipo 6 – Profissionais em outras áreas (N = 644)



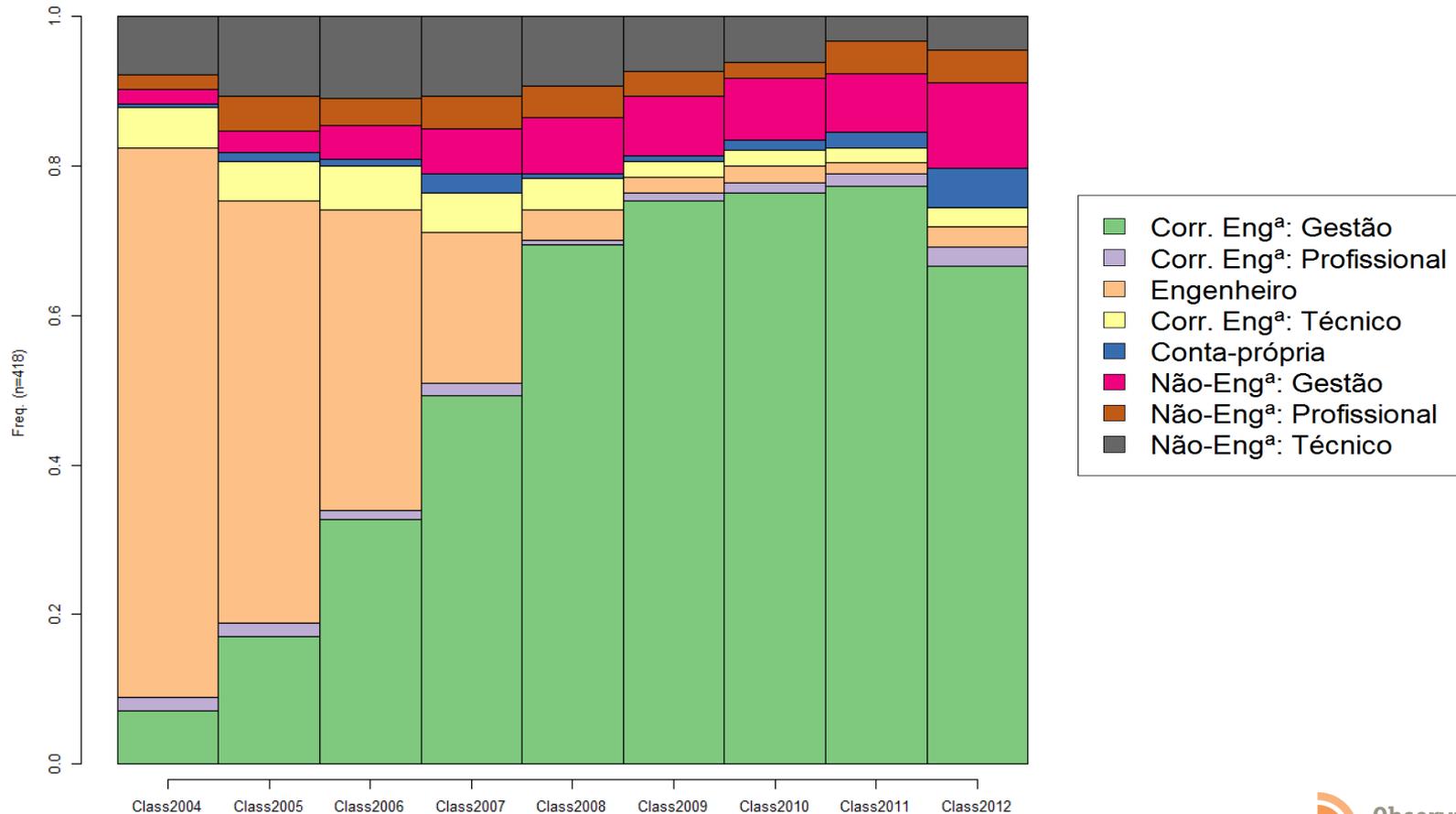
Os tipos de trajetórias 2003-2012:

Tipo 7 – Profissionais em áreas correlatas à engenharia (N = 263)



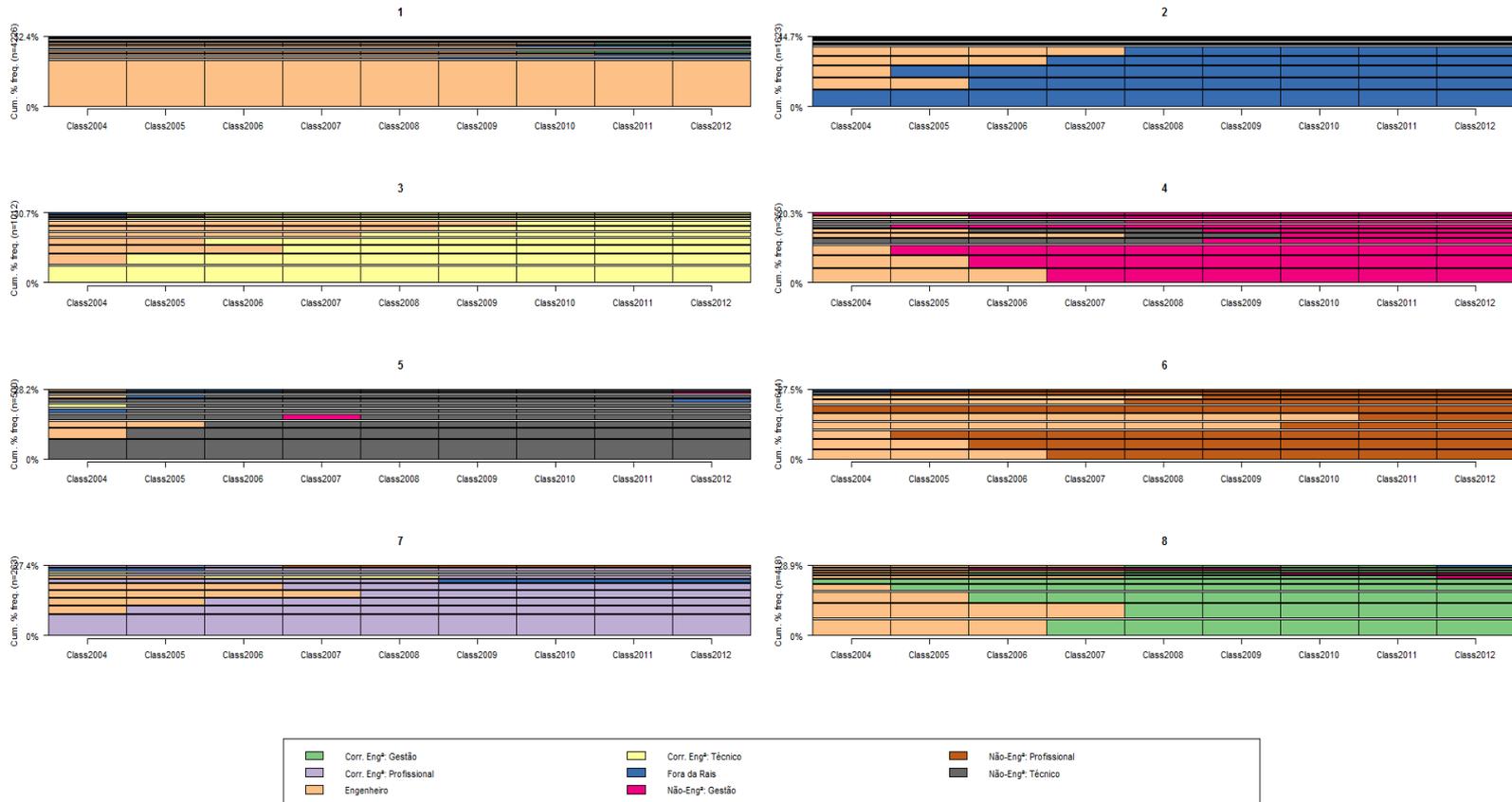
Os tipos de trajetórias 2003-2012:

Tipo 8 – Gestores em engenharia (N = 418)

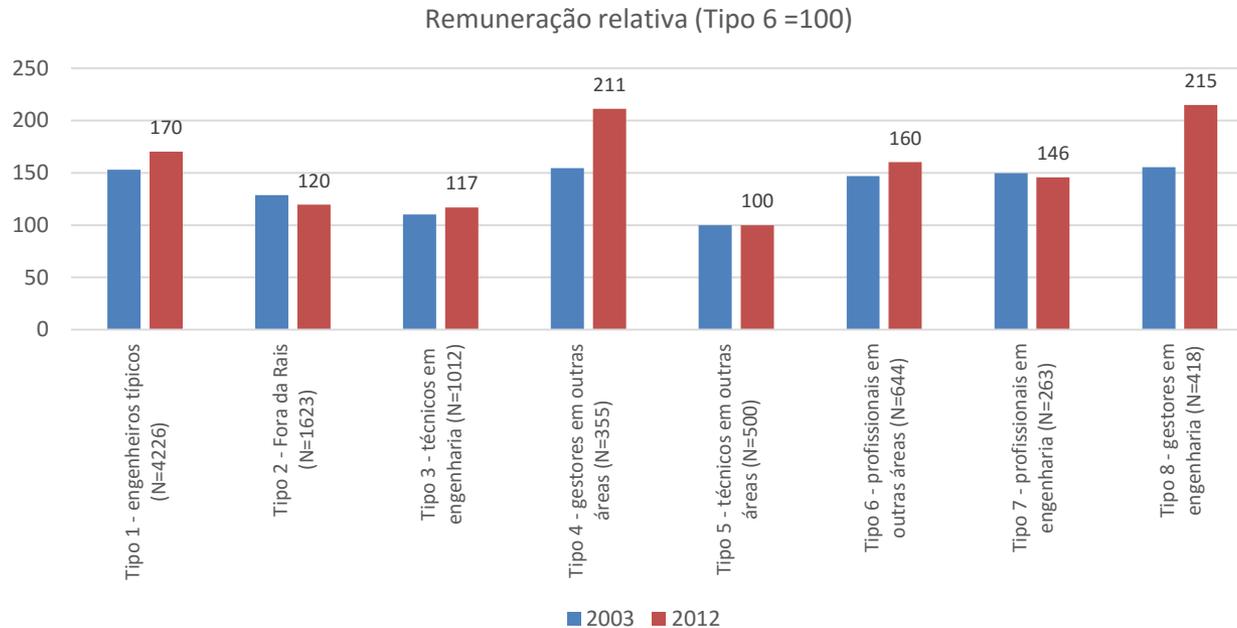


Carreiras de engenheiros jovens nos anos 2000 e anos 90

Sequências mais frequentes por tipo de trajetória (os padrões se definem em até 3 anos)



Remuneração relativa e crescimento da remuneração



Carreiras de engenheiros jovens nos anos 2000 e anos 90

Remuneração (em R\$ de 2012) e tempo de emprego

	Média 2003	Média 2012	Tempo de emprego em 2012 (meses)
Tipo 1 - engenheiros típicos (N=4226)	4.178,13	10.832,14	62,45
Tipo 2 - Fora da Rais (N=1623)	3.516,12	7.616,14	20,70
Tipo 3 - técnicos em engenharia (N=1012)	3.009,23	7.446,14	52,66
Tipo 4 - gestores em outras áreas (N=355)	4.219,15	13.442,94	52,85
Tipo 5 - técnicos em outras áreas (N=500)	2.730,84	6.366,13	50,79
Tipo 6 - profissionais em outras áreas (N=644)	4.014,59	10.210,64	51,19
Tipo 7 - profissionais em engenharia (N=263)	4.083,38	9.280,49	52,26
Tipo 8 - gestores em engenharia (N=418)	4.247,81	13.680,30	58,19

A trajetória ocupacional é a variável que tem mais efeito sobre a remuneração: mais do que setor, gênero, região e porte. As trajetórias também são a variável que mais influencia o tempo de emprego.

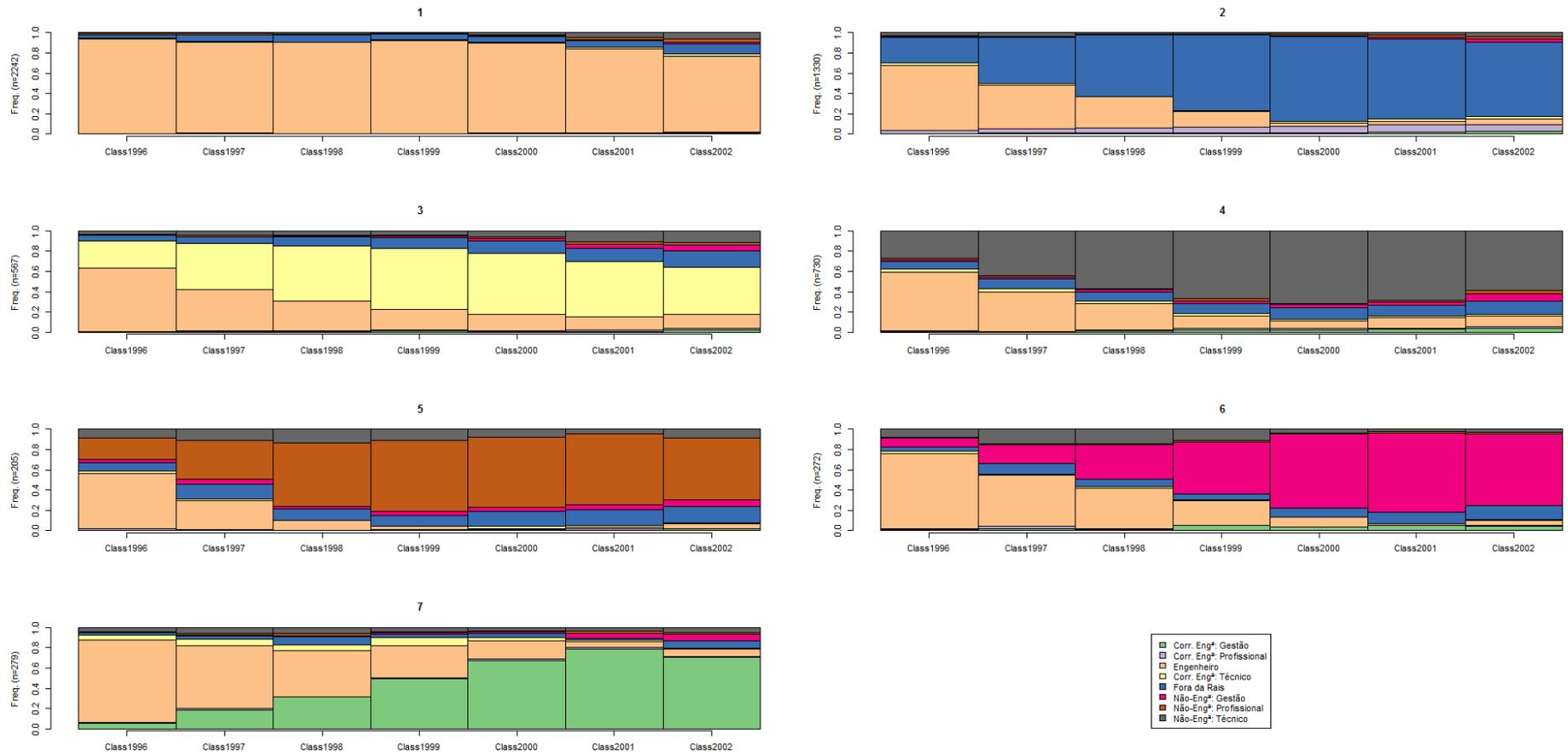
Determinantes das trajetórias (gráficos-mosaico e modelo multinomial)

- Em resumo, os gráficos-mosaico e o modelo multinomial mostram que há uma subrepresentação feminina na trajetória associada aos engenheiros típicos (tipo 1) e uma sobrerepresentação entre as trajetórias de ocupações técnicas fora da engenharia – tipo 5, justamente o padrão de menor remuneração –, entre os fora da Rais (tipo 2) e os profissionais fora da engenharia (tipo 6).
- Ao longo do tempo, os profissionais de todas as trajetórias parecem migrar para empresas maiores, e aqueles que eventualmente saem da Rais tendem a iniciar suas trajetórias em empresas de menor porte.
- Os engenheiros típicos (tipo 1) e os gestores em engenharia (tipo 8) tendem a iniciar suas trajetórias em empresas com mais de 1.000 empregados. Não foram percebidos vieses regionais importantes com respeito às trajetórias ocupacionais.
- Finalmente, com respeito à ocupação do primeiro emprego, pode-se afirmar que aqueles que iniciam suas trajetórias como engenheiro civil ou mecânico estão relativamente mais propensos a seguir trajetória como engenheiros típicos, os do grupo elétrico estão relativamente mais associados aos profissionais em áreas correlatas à engenharia e os de produção estão associados a trajetórias técnicas em engenharia e gestão em engenharia.

Breve comparação com o período 1995-2002

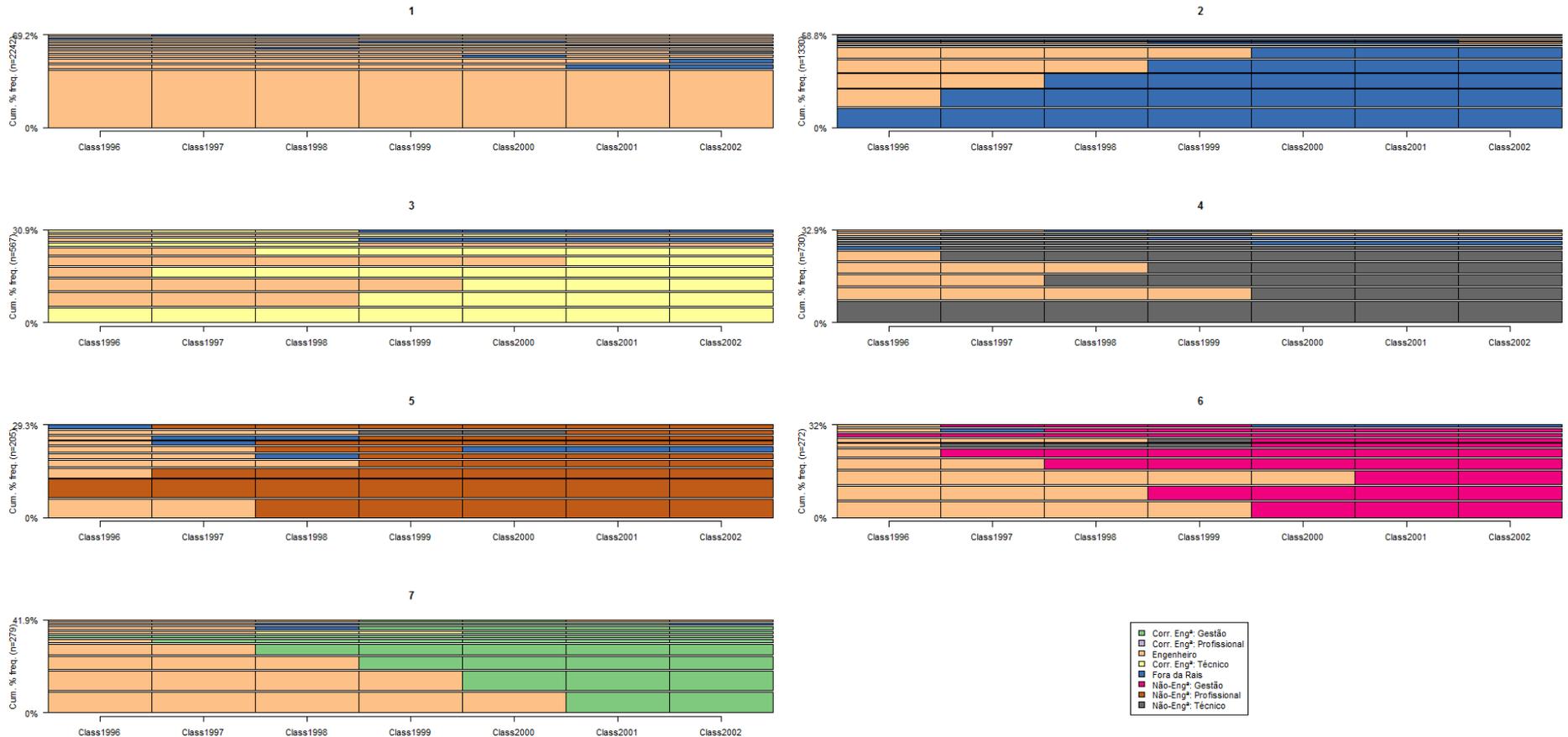
7 tipos de trajetórias

Não há mais a categoria dos profissionais em áreas correlatas à engenharia

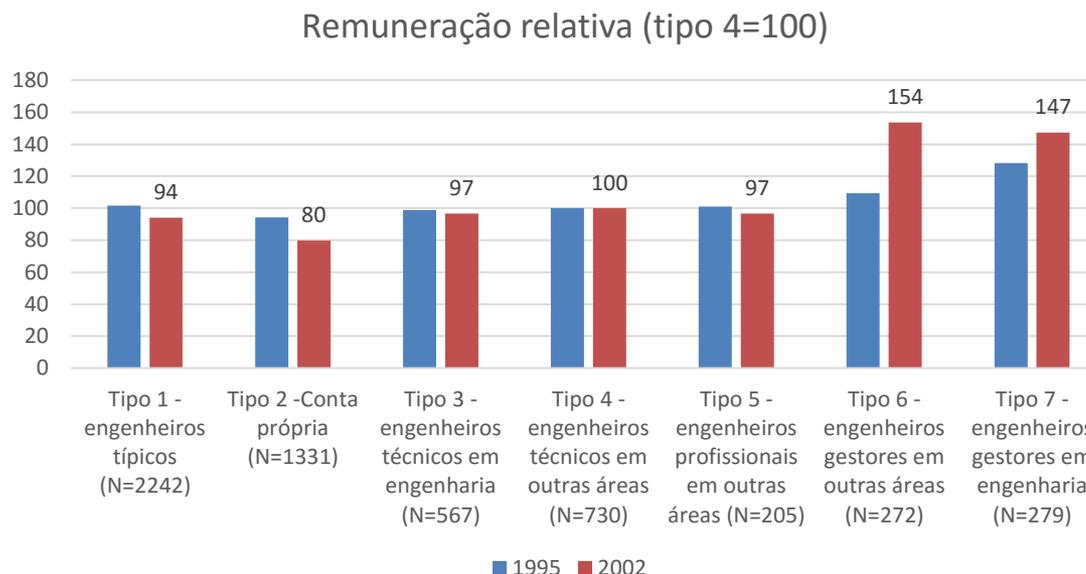


Breve comparação com o período 1995-2002

Trajетórias mais frequentes, por tipo de trajetória

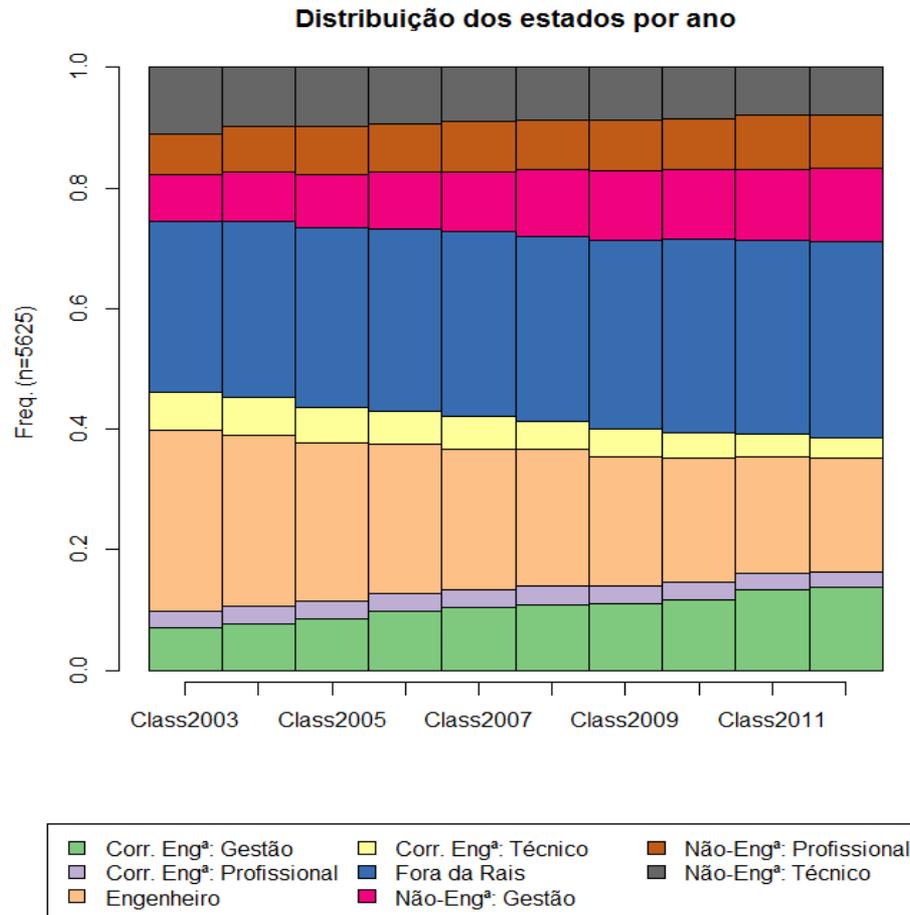


Remuneração relativa



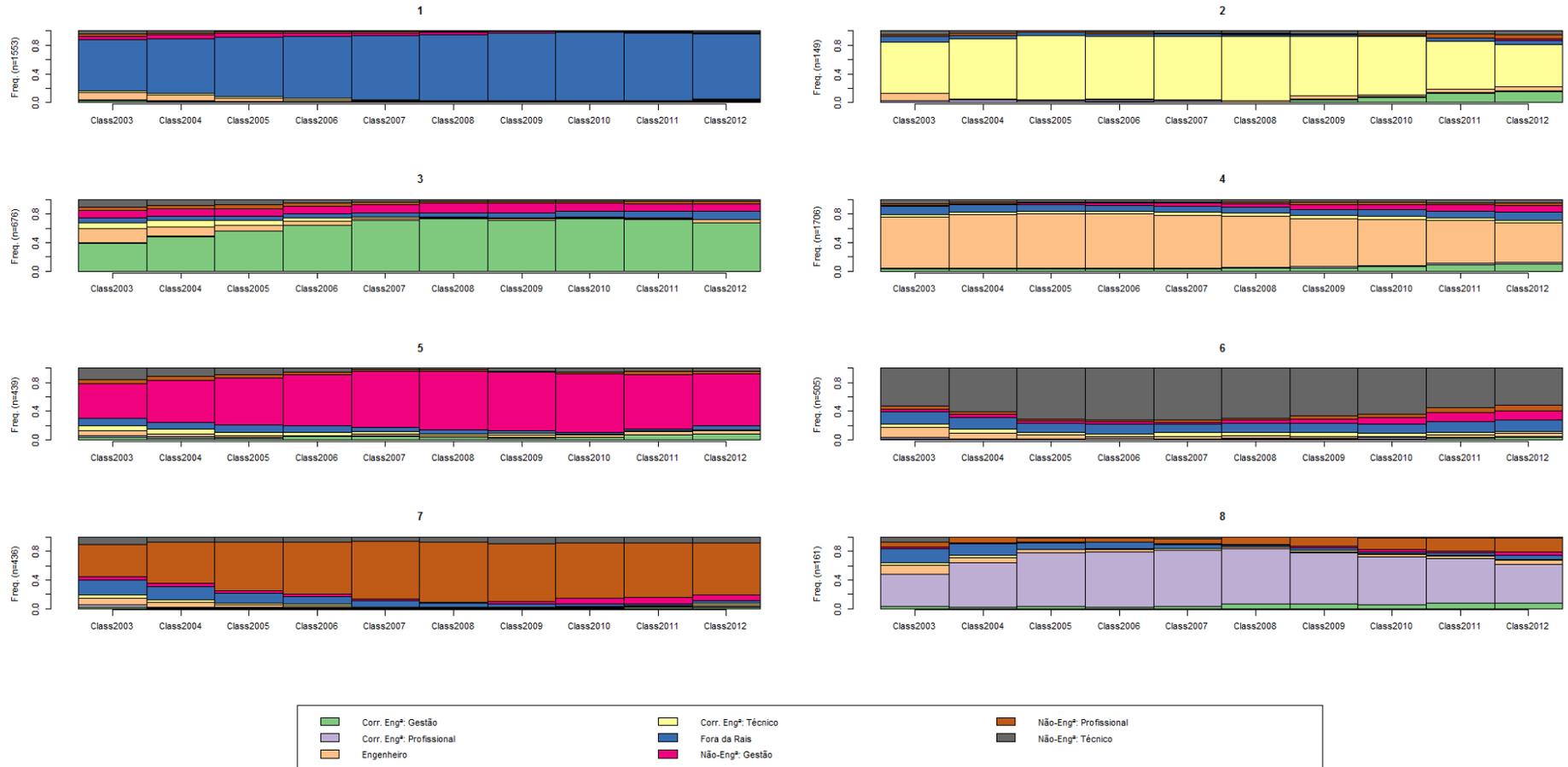
- Os resultados em termos de remuneração são bastante diferentes do observado para o período 2003-2012.
- Fora os gestores em engenharia ou em áreas não-correlatas (e os conta-própria, por razões explicadas anteriormente), todas as outras trajetórias parecem apresentar a mesma remuneração.
- De toda forma, as trajetórias ainda são o fator que melhor “explicam” a remuneração final, e os determinantes das trajetórias são bastante semelhantes ao caso-base.

Forte estabilidade nos estados

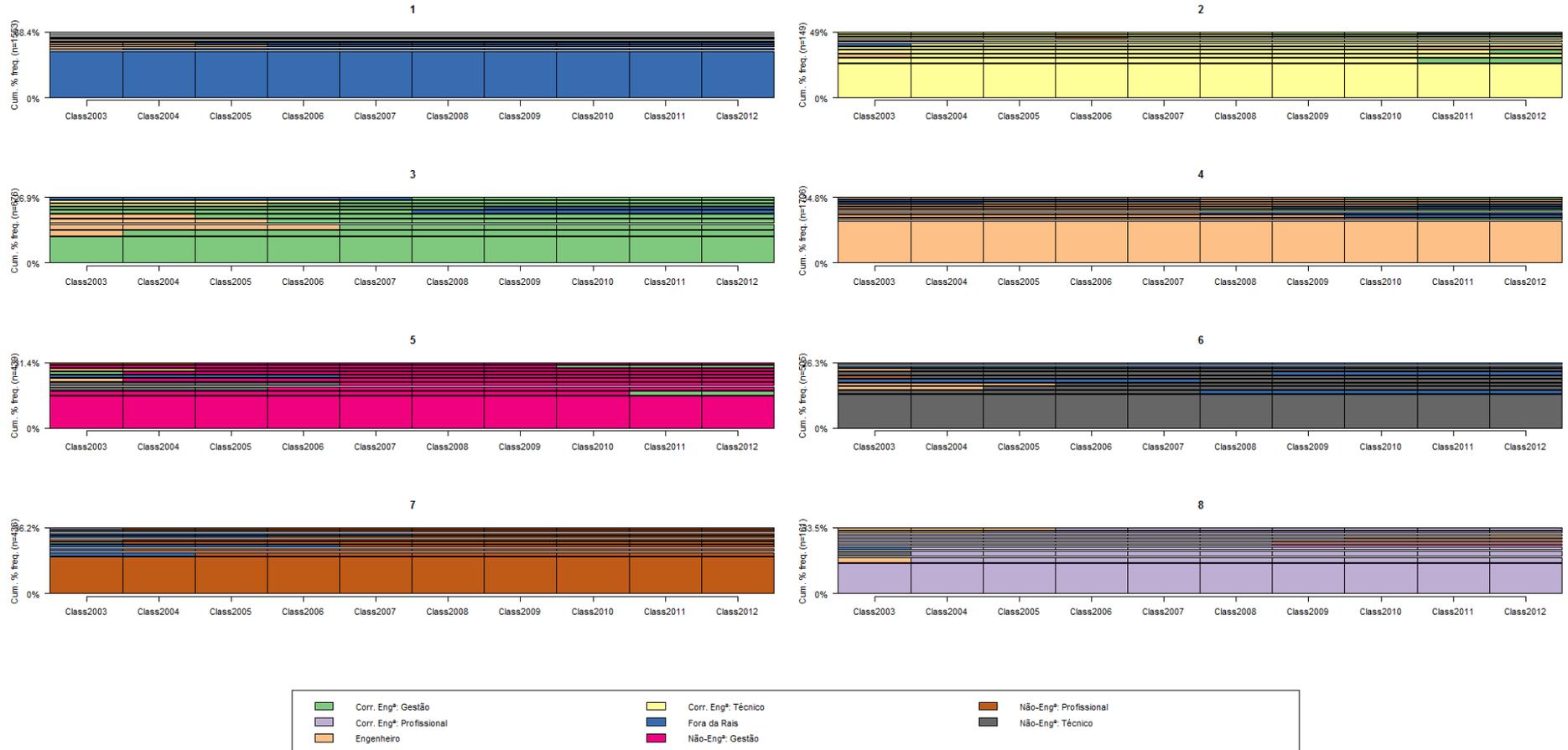


8 tipos de trajetórias

Alta retenção entre 90 em 90 e 90 em 2000. Porém, as categorias de gestão são mais numerosas e cresceram a partir de engenheiros típicos (dois momentos de promoção)



Trajетórias mais frequentes, por tipo de trajetória



Geração 90 em 2000

	Classificação da geração 90 em 2003-2012								
Classificação 1995-2002	Eng ^a : gestão	Eng ^a : prof.	Eng ^o típico	Eng ^a : técnico	Fora da Rais	Não-eng ^a : gestão	Não-eng ^a : prof.	Não-eng ^a : técnico	Total Geral
Gestor em engenharia	114	3	39	3	40	51	15	14	279
Engenheiro típico	254	42	1.164	45	382	116	104	135	2.242
Técnico em engenharia	94	19	132	73	108	44	35	62	567
Fora da Rais	55	70	196	14	749	47	100	99	1.330
Gestor em outras áreas	44	4	34	2	73	61	34	20	272
Profissional em outras áreas	16	6	20	1	41	22	85	14	205
Técnico em outras áreas	99	17	121	11	160	98	63	161	730
Total Geral	676	161	1.706	149	1.553	439	436	505	5.625

dos 676 gestores na nova classificação, 254 vieram dos engenheiros típicos da classificação antiga (promoção). Fenômeno semelhante acontece com os gestores em outras áreas.

Conclusões

Remuneração (em R\$ de 2012)

	geração 90 em 90		geração 2000 em 2000		geração 90 nos anos 2000*	
	1995	2002	2003	2012	2003	2012
Gestores em engenharia	4.754,05	12.785,39	4.247,81	13.680,30	12.137,67	21.292,75
Profissionais em engenharia			4.083,38	9.280,49	7.216,19	9.730,11
Engenheiros típicos	3.768,73	8.175,57	4.178,13	10.832,14	7.505,45	12.342,73
Fora da Rais	3.498,58	6.930,23	3.516,12	7.616,14	5.981,95	9.077,83
Técnicos em engenharia	3.664,17	8.385,67	3.009,23	7.446,14	8.241,71	11.590,54
Gestores em outras áreas	4.055,41	13.338,89	4.219,15	13.442,94	11.446,46	19.487,02
Profissionais em outras áreas	3.747,60	8.390,44	4.014,59	10.210,64	8.048,41	13.430,88
Técnicos em outras áreas	3.707,67	8.682,01	2.730,84	6.366,13	6.967,70	10.410,50

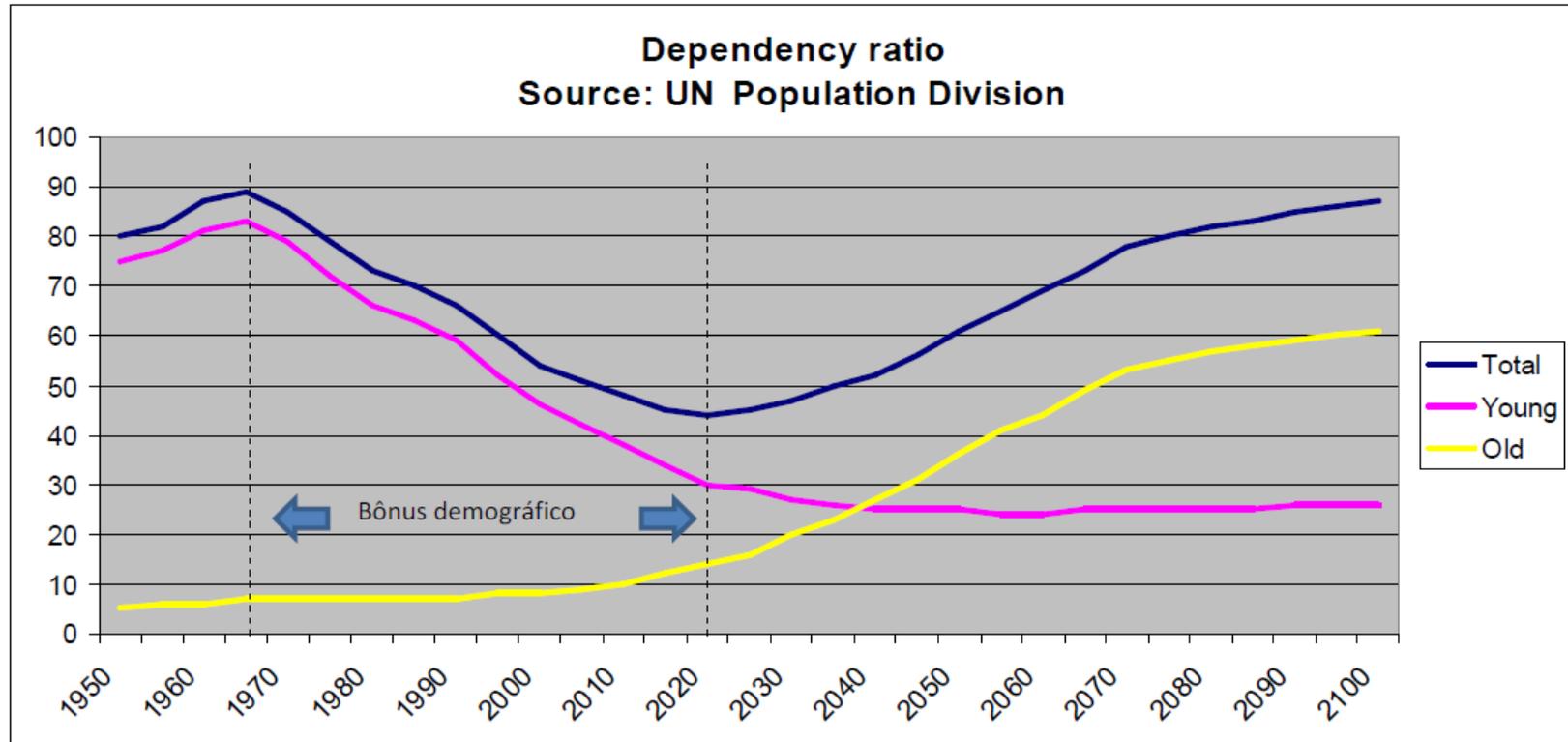
Nos anos 2000, valeu a pena seguir a engenharia

- As melhores remunerações estão associadas às trajetórias de gestão (resultado esperado).
- Entretanto, nos anos 2000 o terceiro padrão mais atrativo foi justamente permanecer como engenheiro típico, caminho perseguido por praticamente metade dos jovens;
- Além disso, o “salário de entrada” dos engenheiros jovens subiu 24% em termos reais na comparação entre 1995 e 2003;
- Em consonância com estudos anteriores, bem como com o aumento expressivo de jovens engenheiros entrando no mercado de trabalho nos anos 2000 em comparação com os anos 90 (+60%), estes resultados indicam que houve uma revalorização das carreiras em engenharia na última década.

No entanto...

- Há pouca mobilidade da geração dos engenheiros de 1995 após 2003, evidenciando a importância dos primeiros anos da vida profissional para a determinação do padrão a ser seguido. A análise das sequências típicas indica que esta definição ocorre, geralmente, nos 3 primeiros anos, com uma “janela” de promoção em trono de 8 a 10 anos;
- **Isto quer dizer que é muito difícil trazer engenheiros anteriormente formados para a engenharia (tese do hiato geracional).**

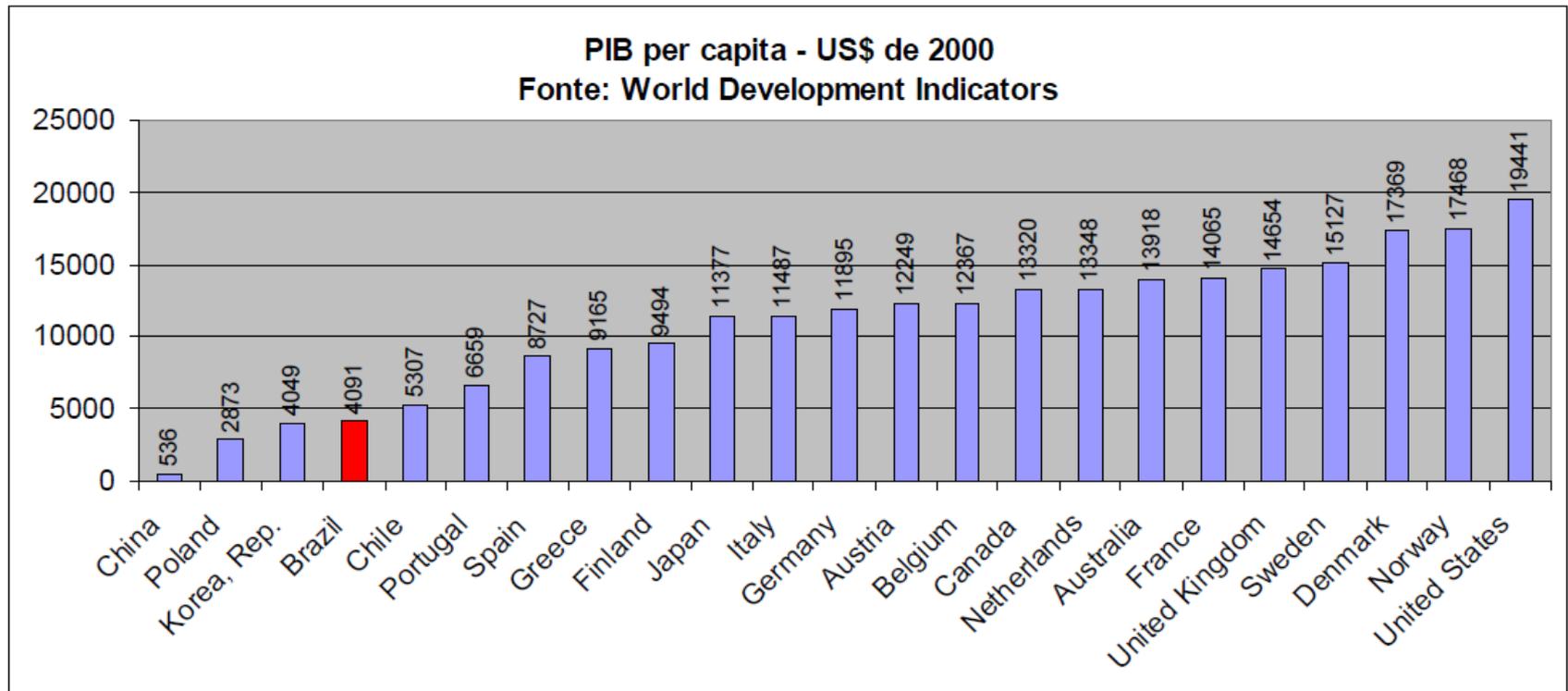
Aumentar a produtividade não é opção, é obrigação!



Fonte: Arbache (2012)

Aumentar a produtividade não é opção, é obrigação!

Renda per capita no momento do *turning point*
(taxa de fecundidade de 2 filhos por mulher – no Brasil, ocorreu em 2006)

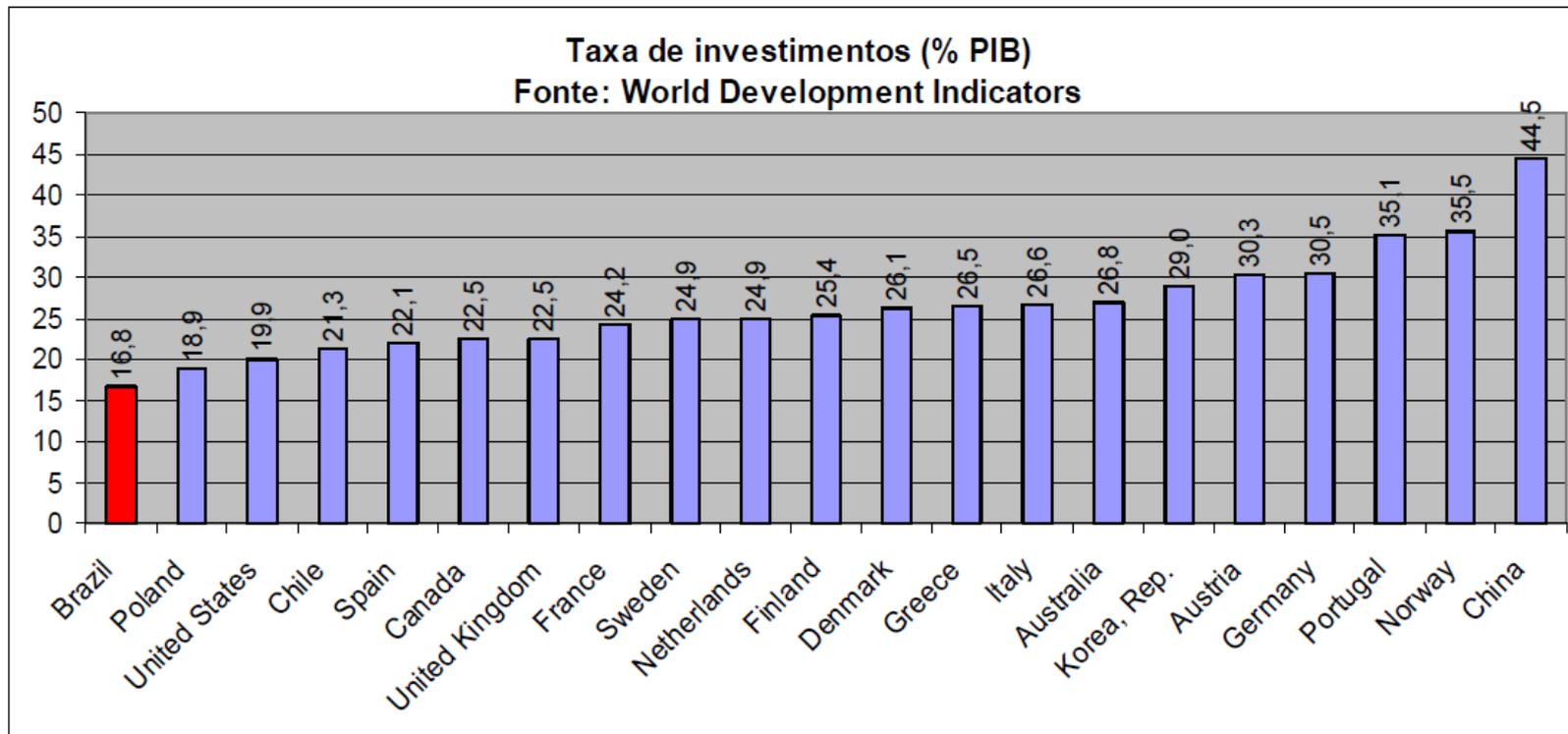


Fonte: Arbache (2012)

Aumentar a produtividade não é opção, é obrigação!

Taxa de investimento

(taxa de fecundidade de 2 filhos por mulher – no Brasil, ocorreu em 2006)



Fonte: Arbache (2012)

O que sabemos:

- A taxa de desemprego dos formados em engenharia é baixa (4% em 2000, 2% em 2010)
- Entretanto, sabemos que o ciclo econômico influencia muito:
 - No exercício de ocupação típica (padrão que se define em somente 3 anos);
 - Na demanda por cursos de engenharia: lembremos das consequências da queda no interesse nos anos 80 e 90.

Já vimos esse filme...

The screenshot shows a web browser displaying a news article on the Folha UOL website. The article title is "Engenheiros ficam sem emprego, mudam de área e vão até para o Uber", which is circled in red. The article features a photograph of Antonio Carlos Mitsuke Seirio, a former engineer who has become a Uber driver. The text below the photo reads: "Antonio Carlos Mitsuke Seirio virou motorista da Uber após ficar sem emprego como engenheiro". The author is identified as FLÁVIA FOREQUE DE BRASÍLIA, and the article was published on 23/01/2016 at 18h23. There are social media sharing buttons for Facebook, Twitter, Google+, LinkedIn, and Email. Below the article, there are several advertisements: "Junta 5 SELOS + 10x no cartão de 29,99 = Smartphone de 5\"", "Carro, táxi, Uber ou Zaccar: veja o que vale a pena para o seu bolso", and "VIRE A CHAVE" (a car advertisement). The browser's address bar shows the URL: www1.folha.uol.com.br/mercado/2016/01/1732828-antes-escassos-engenheiros-sobram-no-mercado-e-precisam-se-reinventar.shtml. The browser's taskbar at the bottom shows several open tabs, including "Engenheiros ficam se...", "Tese Bruno Araujo", "Apresentação vs1 - M...", and "Trajetórias engenheir...".

A engenharia é capaz de alavancar o crescimento da produtividade que o Brasil tanto necessita:

- Transformando conhecimento científico em tecnologia;
- Adaptando melhores práticas à nossa realidade (tecnologias, maquinário, gestão, normatização, etc);
- Coordenando a construção de infraestrutura;
- Outras formas.
- **É preciso visão sistêmica: a Engenharia é causa e consequência do resultado!**

OBRIGADO!

Contato:

www.ipea.gov.br

bruno.araujo@ipea.gov.br

61 2026 5297

