

FUNDAÇÃO IBGE

INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTATÍSTICA

Centro Brasileiro de Estudos Demográficos

# A FORMAÇÃO DE MÉDICOS

(Um estudo quantitativo)

João Lyra Madeira

E  
S  
T  
U  
D  
O  
S  
  
E  
  
A  
N  
Á  
L  
I  
S  
E  
S

Número 1

1968

# **A FORMAÇÃO DE MÉDICOS**

**(Um estudo quantitativo)**

**João Lyra Madeira**

ERRATA

Página 11

12ª linha - Onde se lê "ou, representando o inverso da integral por I(r)",  
leia-se: "ou, representando o inverso da integral por b(r)".

13ª linha - Onde se lê:  $M(o,r) = M(o), I(r)$ , leia-se:  $N(o,r) = M(o).b(r)$ .

Apêndice 1 (cont.)

1ª linha - Onde se lê:  $\frac{2}{x} = \frac{1}{n} x^2 - \bar{x}^2$ , leia-se:  $\sigma_x^2 = \frac{1}{n} \sum x^2 - \bar{x}^2$ .

2ª linha - Onde se lê:  $\frac{2}{x} = \frac{3\ 017,954}{21} - \left(\frac{7\ 138}{21}\right)^2$ , leia-se:

$$\sigma_x^2 = \frac{3\ 017\ 954}{21} - \left(\frac{7\ 138}{21}\right)^2.$$

3ª e 4ª linhas - Onde se lê:  $\frac{2}{x} =$ , leia-se:  $\sigma_x^2 =$ .

6ª linha - Onde se lê:  $\therefore = 0,7118$ , leia-se:  $\therefore r = 0,7118$ .

Apêndice 2

7ª linha - Elimine-se o sinal (?).

Apêndice 3

2ª linha - Onde se lê:  $26 \times 65$ , leia-se:  $26 \leq x \leq 65$ .

3ª linha - Onde se lê:  $\frac{1}{x}$  ( $x \leq 61$ ), leia-se:  $\frac{1}{x}$  ( $x \leq 61$ ).

## A FORMAÇÃO DE MÉDICOS

Por João Lyra Madeira

Diretor do CEBD\* da Fundação  
IBGE

Professor de Demografia da  
ENCE\*\*

"The less developed countries which have been poor and stagnant for centuries are in a state of revolt against poverty, disease, ignorance..."

FREDERICK HARBISON

CHARLES A. MYERS

### 1 - Generalidades

1.1 - Pode admitir-se que um dos índices mais significativos do grau de desenvolvimento de um país é o aumento da proporção de mão-de-obra qualificada em relação à população total. Não parece ser menos verdade, de outra parte, que a educação constitui um dos investimentos mais remuneradores numa nação em processo de crescimento intenso. Quando, num país em tais condições, o número de técnicos, de engenheiros, de médicos, de professores não acompanha o mesmo ritmo, mantendo-se inferior à demanda, passa a constituir um entrave ao próprio processo como um todo. A esse respeito, Edward F. Denison afirma em seu livro The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternative before Us:

"De 1929 a 1957, a educação que o operário médio recebeu (nos Estados Unidos) cresceu quantitativamente

---

\* Centro Brasileiro de Estudos Demográficos

\*\* Escola Nacional de Ciências Estatísticas

de cerca de 2% ao ano, o que fêz com que também se elevasse à taxa de 0,97% ao ano a qualidade média do trabalho por eles realizado, contribuindo, ao mesmo tempo, com 0,67% para o incremento do Ingresso Nacional Real. A percentagem acrescida ao cabedal de conhecimento do cidadão operário foi responsável pela parcela de 23% do crescimento total do Ingresso Nacional Real e por 42% do acréscimo do Ingresso Nacional por pessoa empregada (...)" apud Education, Manpower and Economic Growth)

Não é raro encontrar-se economistas que, em suas obras, se detêm, com justa razão, aliás, no estudo dos recursos naturais de um país; não são, porém, tão encontradiços aqueles que se dedicam com mais vagar ao exame das questões referentes aos recursos humanos e dos fatores que devem ser postos em prática para desenvolvê-los. Tal lacuna é tanto mais sensível porque a análise de tais temas está na base mesma dos estudos que constituem infra-estrutura para a implantação do sistema educacional de qualquer nação; a educação deve, em última análise, servir ao progresso harmônico dos povos e contribuir para apressá-lo tanto quanto possível. Pode-se conceber um povo não desenvolvido que não tenha o menor desejo de evoluir da mesma maneira por que o fizeram os povos economicamente avançados: poderão ter uma filosofia da vida totalmente diferente e outros conceitos sobre os valores humanos, sobre a felicidade, etc. O seu sistema de educação deve ser estruturado de modo a atender a seus objetivos. O que não se compreende é que uma nação tenha desejos de desenvolvimento intenso e não estruture o seu sistema educacional rigorosamente no sentido de realizar êsses objetivos; pois é decisiva a contribuição que êle poderá dar ao processo.

1.2 - No trabalho já citado de Harbison e Myers, os autores, com a finalidade de estabelecer um bom indicador do crescimento econômico, estudam diversas correlações entre diferentes fatores e o Produto Nacional Bruto "per capita" (PNBH) nos Estados Unidos. Essas correlações são bas

tante elevadas, como se pode ver pelo resumo seguinte, onde se indicam os coeficientes de correlação linear de Pearson para alguns dos fatores considerados:

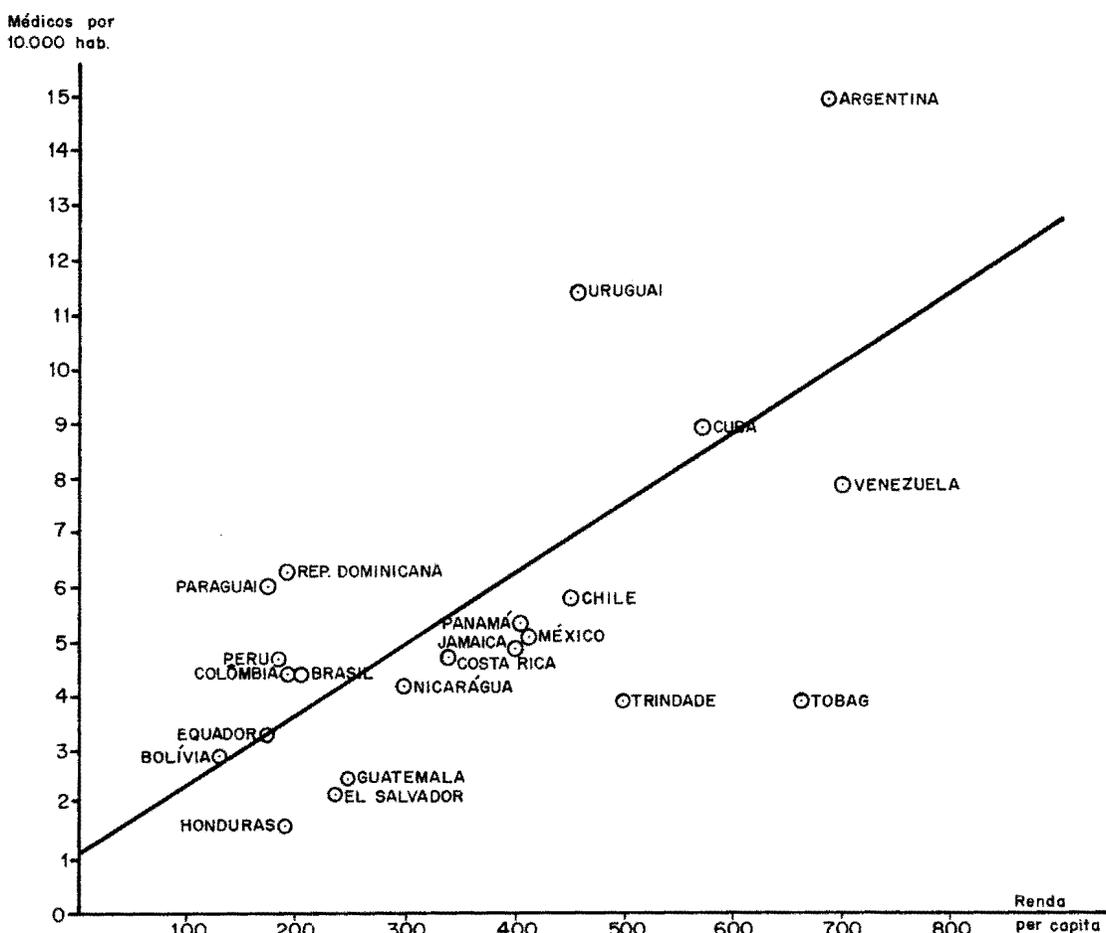
Número de professores por 10 000 habitantes e o PNBH:  
0,755  
Número de engenheiros e cientistas por 10 000 habitantes e o PNBH: 0,833  
Número de médicos e dentistas por 10 000 habitantes e o PNBH: 0,700

o último coeficiente de correlação (0,700) entre o número de médicos e dentistas por 10 000 habitantes e o PNBH é aquele que está nos interessando especialmente, no momento.

Desde logo advertimos (seria talvez desnecessário) que não se deva interpretar essa correlação no sentido de que um aumento, no número de médicos implique automaticamente um aumento do Produto Nacional Bruto "per capita". A relação mais verossímil parece ser a contrária: o aumento do PNBH acarreta, aos poucos, um aumento do número de médicos, de dentistas, etc. De fato essa relação não é a única válida. A melhoria da saúde trará em determinadas condições melhor rendimento do aprendizado e melhores condições de trabalho; por isso, aumentará a produtividade do trabalho e conseqüentemente contribuirá para o crescimento do PNBH. Dizemos "em determinadas condições" porque o problema envolve, também, a natalidade, sem o que não estará completa a sua definição. De qualquer forma, porém, é mais ou menos evidente que o crescimento do PNBH está, de qualquer modo, associado à melhoria das condições sanitárias do país. Em um estudo de correlação entre a renda "per capita" e a vida média ao nascer (índice das condições de saúde) para um grande número de países e diferentes épocas, H. Leibenstein (Economic Backwardness and Economic Growth) obteve uma alta correlação entre o logaritmo da renda "per capita" e a vida média ( $r = 0,71$ ). Embora a relação entre a renda "per capita" e a vida média não seja linear e sim

exponencial, a relação entre as variações concomitantes das duas grandezas ficou plenamente estabelecida. Assim, as duas grandezas consideradas: de um lado o número de médicos por 10 000 habitantes e, de outro o PNBH variam conjuntamente. As variações não se dão apenas no sentido de que uma delas seja a causa e a outra o efeito; ambas são causa e efeito ao mesmo tempo, variando em conjunto.

1.3 - A fim de ilustrar o que foi dito com dados referentes a países da América Latina foi feito um estudo de regressão do tipo "cross-section" abrangendo 21 países. Obteve-se a seguinte equação de regressão (Ver Apêndice)



Regressão entre a Renda "per capita" e o número de médicos por 10.000 habitantes em 21 países da América Latina, em 1964

$$m = 0,01296R + 1,0822$$

onde m é o número de médicos por 10 000 habitantes e R é a renda anual "per capita" expressa em dólares americanos. O coeficiente de correlação assim calculado foi bastante elevado ( $r = 0,712$ ); o gráfico ilustra o resultado. Como se verifica pela equação de regressão, o aumento anual de 100 dólares "per capita" eleva de cerca de 1,3 o número de médicos por 10 000 habitantes. Dito de outra forma: são necessários 76 dólares anuais por habitante para induzir o aparecimento de 1 médico a mais em cada 10 000 habitantes, de acordo com a experiência latino-americana.

1.4 - Pelo que acaba de ser dito, pode parecer que na da há a fazer. Pode argumentar-se que se no passado as coi sas se encaminharam naturalmente no sentido de que o número de médicos e a renda nacional evoluíssem conjuntamente, dentro de um certo ritmo comum, bastaria, então deixar as coisas como estão que, no futuro, ocorreria o mesmo. Não iremos tratar aqui dêsse ponto porque êle nos envolveria na discussão entre o "laissez faire" e o planejamento. Basta, para nós, acentuar que todos os países - principalmente os da área subdesenvolvida - estão ansiosos por incentivar o ritmo de desenvolvimento, através do planejamento econômico. Há, evidentemente, o exagêro, às vêzes, dos que pensam que o planejamento é um programa rígido que deve ser aplicado a todo custo. Mas há os mais moderados que o consideram um simples objetivo orientador das ações governamentais, a ser gradativamente reajustado através de uma permanente ação de "feed-back", a fim de se atingir realmente os objetivos que a coletividade deseja e não aquêles que o planejador prefixou. Portanto, partimos das premissas de que existem planos econômicos de desenvolvimento e que, no corpo de tais planos, não pode faltar a determinação dos recursos humanos em nível superior (professôres, engenheiros, médicos, etc.). É portanto indispensável, em tais planos, estabele-

cer as necessidades em médicos, tendo em vista as possibilidades em face da evolução da renda nacional. Mas os objetivos, em número de médicos, traz à baila, imediatamente, um outro problema no setor da Educação: como atingir êsses objetivos? Por outras palavras, é necessário determinar o número anual de médicos a serem formados, a fim de atingir os objetivos de Saúde estabelecidos no plano de desenvolvimento econômico. É sobre êsse último problema que versará o presente trabalho.

## 2 - O problema

2.1 - A proporção de médicos em relação à população ainda é muito baixa no Brasil. Segundo dados de 1964 (1) existiam, naquela ocasião, médicos na proporção de 1 para 2 374 habitantes, ou sejam, 421 médicos para 1 milhão de habitantes. Na publicação citada figura um total de 34 250 médicos, cadastrados nos municípios de mais de 50 000 habitantes. Mesmo incluindo todos os municípios, aquêle total não iria além de 35 000, o que representa 1 médico para 2 300 habitantes ou 435 médicos para 1 milhão de habitantes. Essa proporção média é ainda algo ilusória, se considerarmos que varia entre limites extremamente amplos 1 médico para 380 habitantes na Guanabara (resultado ainda ilusório dada a grande quantidade de médicos existentes nesse Estado em cargos administrativos e em situações transitórias, ou temporariamente fora da profissão) e 1 médico para 20 591 habitantes no Estado do Maranhão; além disso, há ainda a considerar o fato de que mais de 2 500 municípios não contam, sequer, com um único médico. Assim, ainda há regiões, onde uma população numerosa não dispõe de qualquer tipo de assistência médica prestada por profissional credenciado.

(1) "Estatísticas Médico-Sanitárias" - Médicos. Ministério da Saúde - Serviço de Estatística da Saúde.

2.2 - Todavia, embora reconhecendo que o número de médicos, ou a proporção desses profissionais na população, expressa em uma relação global, não seja um elemento suficiente para assegurar a assistência médica desejável, é claro que qualquer solução do problema de Assistência Médica não poderá deixar de lado o número de profissionais disponíveis e esses, por sua vez, dependem do fluxo anual de novos diplomados nessa profissão.

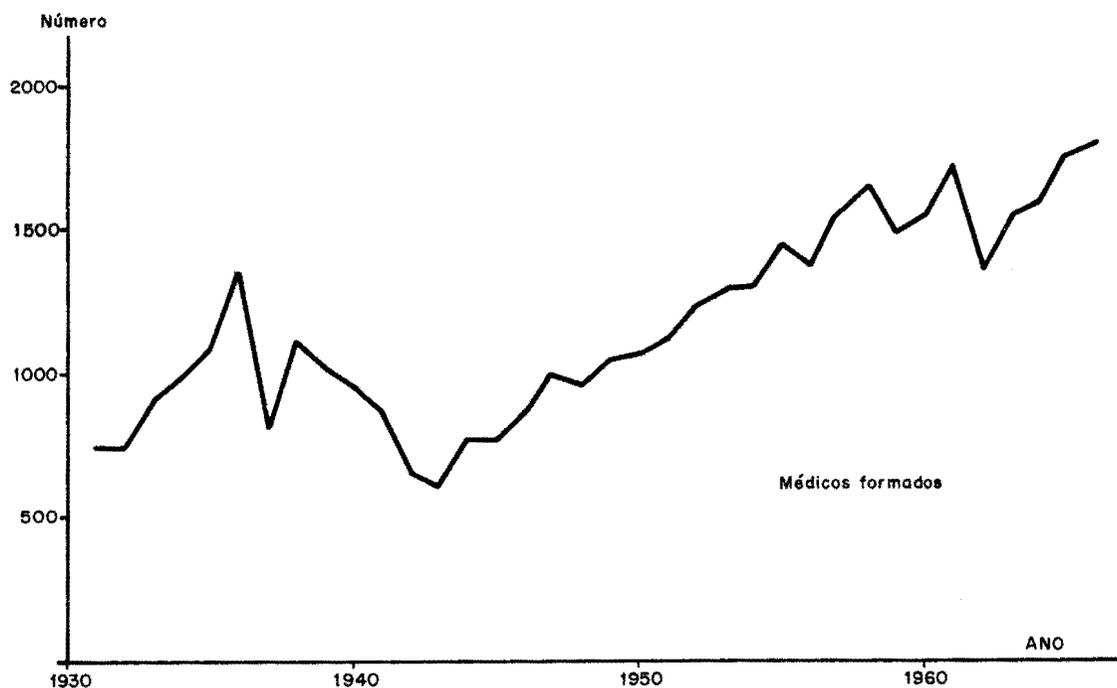
2.3 - O presente estudo constitui uma tentativa de abordagem do seguinte problema: determinar o número anual de novos diplomados necessário para assegurar um contingente de médicos em atividade, capaz de manter uma proporção pré-fixada em relação à população do País.

### 3 - Os dados disponíveis

3.1 - Embora sejam escassos os dados sobre o número de médicos existentes em diferentes épocas e ainda mais raros os dados sobre distribuição desses médicos, segundo o tempo de formatura, dispomos, todavia, de uma série bastante extensa sobre o número de médicos que se formaram, ano a ano, desde 1931 até 1966, a qual se acha indicada no Apêndice 2 e reproduzida graficamente na figura 1. Verifica-se, por esses dados que, após um período de declínio, entre 1936 e 1943, o interesse pela medicina foi novamente despertado, constatando-se, a partir desse ano até a época atual, abstraídas algumas oscilações naturais, um continuado aumento do número anual de novos diplomados, embora a tendência recente tenha apresentado um ligeiro declínio no ritmo ascendente anterior.

3.2 - Calculados os números de novos diplomados para 1 000 000 de habitantes em alguns períodos quadrienais em torno das épocas de cada recenseamento (exceto o período

1941/44 que se acha em tórno do ponto mais baixo da curva), encontramos os resultados constantes do quadro I.



O ano de 1936 foi aquêlê em que se formou o maior contingente de médicos em relação à população: 39 diplomados por 1 milhão de habitantes. No período de 1938/41, a média foi de 24,4; declinou a 17,0 no período 1941/44 e voltou a subir em seguida, não tendo ainda atingido o nível do período 1938/41.

QUADRO I

NÚMEROS MÉDIOS DE MÉDICOS FORMADOS DURANTE AIGUNS PERÍODOS QUADRIENAIS, COMPARADOS COM AS POPULAÇÕES NO MEIO DE CADA PERÍODO

PERÍODO (FINAL DE ANO)	MÉDICOS DI- PLOMADOS (MÉDIA A- NUAL)	POPULAÇÃO NO MEIO DO PE- RÍODO (MI- LHÕES DE HA- BITANTES)	NOVOS DIPLI- MADOS POR MILHÃO DE HABITANTES
1938/41 .....	1 000,0	41,0	24,4
1941/44 .....	730,7	43,0	17,0
1948/51 .....	1 079,7	51,9	20,8
1958/61 .....	1 659,2	70,4	23,4

4 - A solução

4.1 - Os médicos existentes em uma certa época  $t$  constituem uma população cujo efetivo depende das intensidades de duas correntes, durante um longo período que precede  $t$ : a "corrente de entradas" constituída pelos novos médicos anualmente diplomados e a "corrente de saída" constituída, cada ano, pelos médicos que morrem, ficam inválidos ou mudam de atividade.

Representemos por:

$p(z, t)$  - a probabilidade, na época  $t$ , de que um médico, diplomado na época  $t-z$ , esteja ainda vivo e trabalhando (no campo da medicina), com  $z$  anos de formado;

$N(t)$  - o número de médicos diplomados na época  $t$ ;

$M(z, t)$  - o número de médicos que, na época  $t$ , estão com  $z$  anos de atividade;

É evidente a relação:

$$M(z,t) = N(t-z) \cdot p(z,t) \quad (4.1.1)$$

O total de médicos, existentes na época  $t$ , será então:

$$M(t) = \int_0^w M(z,t) dz \quad (4.1.2)$$

onde  $w$  é o tempo máximo de atividade do médico. Logo:

$$M(t) = \int_0^w N(t-z) \cdot p(z,t) dz \quad (4.1.3)$$

A equação (4.1.3) é uma equação integral, onde a função  $n(t)$  pode ser determinada se forem conhecidas as funções  $M(t)$  e  $p(z,t)$ . Suponhamos, para facilitar, que a probabilidade de um médico estar vivo e exercendo atividade médica após  $z$  anos de formado não dependa de  $t$ , mas somente de  $z$ , isto é, que  $p(z,t)$  seja uma função apenas de  $z, p(z)$ . Por outro lado, supondo que  $r$  é a taxa constante de crescimento da população, sejam  $M(0)$  e  $N(0)$ , respectivamente, os números de médicos existentes e diplomados na época 0, resulta:

$$M(t) = M(0) e^{rt} \quad (4.1.4)$$

Suponhamos que o número de formados cresce, segundo a mesma taxa  $r$ , isto é:

$$N(t) = N(0) e^{rt} \quad (4.1.5)$$

Uma vez que também se tem para a população geral

$$P(t) = P(0) e^{rt} \quad (4.1.6)$$

conclui-se que tanto a proporção de médicos existentes quanto a dos diplomados anualmente em relação à população permanecem constantes, o que se verifica, dividindo-se (4.1.4) e (4.1.5) por (4.1.6):

$$\frac{M(t)}{P(t)} = \frac{M(0)}{P(0)} = a \quad (4.1.7)$$

$$\frac{N(t)}{P(t)} = \frac{N(o)}{P(o)} = b \quad (4.1.8)$$

Substituindo-se (4.1.4) e (4.1.5) na equação (4.1.3) com a hipótese de que  $p(z,t)$  não dependa de  $t$ , resulta, depois de simplificações imediatas:

$$M(o) = N(o) \int_0^W e^{-rz} p(z) dz \quad (4.1.9)$$

Como se verifica,  $M(o)$  depende da taxa de crescimento  $r$  da população, através da integral do segundo membro. Para um valor pré-fixado de  $M(o)$ , no entanto,  $N(o)$  é que será função de  $r$ , de modo que, tornando explícita essa dependência pela substituição da notação  $N(o)$  por  $N(o,r)$ , obtém-se:

$$N(o,r) = \frac{M(o)}{\int_0^W e^{-rz} p(z) dz} = \frac{M(o)}{I(r)} \quad (4.1.10)$$

ou, representando o inverso da integral por  $I(r)$ ,

$$M(o,r) = M(o), I(r) \quad (4.1.11)$$

expressão que será utilizada mais adiante.

4.2 - A função  $I(r)$  só poderia ser determinada rigorosamente se, além da série de novos formados, ano a ano (Apêndice 2), dispuséssemos para uma data qualquer  $t$ , atual, da distribuição dos médicos, segundo o tempo de atividade  $z$ . De fato, sabendo-se que em 1940, por exemplo, formaram-se 966 médicos e que em dezembro de 1967 havia 765 médicos com 27 anos de formado, é claro que resultaria possível determinar a probabilidade de permanência ao fim de 27 anos, isto é, o valor de  $p(27,1967)$  da equação (4.1.1). Fixado  $t = 1967$ , a distribuição dos médicos nessa data em função do tempo de formatura (ou de atividade)  $z$ , permitiria determinar, em combinação com a série de novos diplomados, ano a ano, a função de permanência  $p(z,1967)$ , através do conheci-

mento dos valôres observados dessa função para  $z = 1, 2, 3, \dots, w$ . Não dispondo da distribuição dos médicos por tempo de formatura, tivemos que adotar outro procedimento que, embora não tão rigoroso como o anterior, permitiu, no entanto, determinar uma presumível função de permanência. Para isso, admitimos que essa função poderia ser substituída por uma tábua de sobrevivência com uma mortalidade suficientemente forte para representar tôdas as causas de saída do grupo de médicos. Foram experimentadas 3 tábuas de mortalidade. Fixamo-nos, finalmente, na tábua de sobrevivência do Município de São Paulo, para o sexo masculino, relativa ao período 1949-51. O processo é simples: determinou-se, com base na tábua de mortalidade adotada, quantos médicos, dentre os formados, constantes da série I (Apêndice I), estariam vivos ao fim de 1 ano, 2 anos, ..., 35 anos, e comparou-se o total assim obtido com o total de médicos existentes em determinada época. Essa comparação permitiu julgar se a tábua de sobrevivência representava, pelo menos globalmente, com boa aproximação, o resultado das diferentes causas de saída. É o que se acha no Apêndice 2, onde se explica o cálculo feito. O total de médicos existentes ao final de 1966, abrangendo 36 turmas, é indicado a seguir, em comparação com os existentes:

Total de médicos das 36 turmas:	42 481
Existentes em 31/12/66:	37 991
Relação Existentes/Total:	0,894

4.3 - A fim de verificar se o total de 37 991 médicos, obtido pelo cálculo, coincide satisfatoriamente com a realidade, deveríamos dispor de estatísticas em que figurasse o total de médicos existentes naquela data. Embora não dispondo desse número, não foi difícil, no entanto, efetuar um cálculo indireto, em função do total de 34 250 registrado em 1964. Resultaria, assim, para 1966:

Registrado em 1964 .....	34 250
Formados: em 1964 .....	1 596
em 1965 .....	1 755
em 1966 .....	1 791
Subtotal .....	39 392
Saídas (1965 e 1966) ....	1 500
Total em 1966 ....	37 892
Total calculado ..	37 991
Diferença ..	99

Essa diferença representa menos de 0,27% do valor calculado, não apresentando, por isso, significado maior e permitindo considerar aquêlê resultado plenamente satisfatório.

As saídas foram estimadas em 1 500; para isso calculou-se, pela tábua de mortalidade adotada, o número de saídas ocorridas nos dois anos (1965 e 1966) entre os componentes do grupo com tempo de formatura até 35 anos, o que resultou igual a 792. Entre 35 e 40 anos de idade, ainda segundo o andamento suposto das saídas durante êsse período, deveria haver uma eliminação de uns 300 a 400 médicos por ano, isto é, 600 a 800 durante os dois anos, o que elevaria aquêlê número a um valor entre 1 392 e 1 592, com uma média de 1 492 que foi arredondada para 1 500.

## 5 - Resultados

5.1 - Admitindo-se uma população de 88 milhões de habitantes em 1968 (meio do ano) e uma taxa instantânea de crescimento anual de 3% (o que corresponde a uma taxa anual de 3,045%), foram obtidos os resultados constantes do quadro seguinte.

QUADRO II

MÉDICOS EM 1968 E NÚMERO DE FORMADOS POR ANO, DE 1968 A 1975,  
NECESSÁRIO PARA SATISFAZER AS PROPORÇÕES INDICADAS  
PELA PRIMEIRA COLUNA\*

(VIDE TÊXTO)

NÚMERO DE HABITANTES POR MÉDICO	NÚMERO DE MÉDICOS EXISTENTES NECESSÁRIOS EM 1968	NÚMERO DE NOVOS FORMADOS CADA ANO						
		1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
2 300	38 300	1 948	2 007	2 068	2 131	2 196	2 263	2 332
2 000	44 000	2 238	2 306	2 376	2 448	2 523	2 600	2 679
1 750	50 286	2 557	2 635	2 715	2 798	2 883	2 971	3 061
1 500	58 667	2 983	3 074	3 168	3 264	3 364	3 466	3 572
1 250	70 400	3 580	3 689	3 801	3 917	4 037	4 159	4 286
1 000	88 000	4 475	4 611	4 752	4 897	5 046	5 199	5 358

\* Nota: Admitiu-se uma população de 88 milhões de habitantes em 1968 e uma taxa instantânea de crescimento de 3% ao ano, correspondente a uma taxa anual de 3,045%.

Os números de novos formados, constantes do quadro anterior, são os necessários para manter as proporções indicadas na primeira coluna, sob a forma de "habitantes por médico". Assim, para manter a proporção de 2 000 habitantes por médico, seria necessário formar em 1969 uns 2 238 médicos; em 1970, 2 306; em 1971, 2 376 etc. Todavia, para isso seria necessário que se partisse de uma situação em que a proporção inicial (proporção na origem) fôsse a indicada. No caso do Brasil, admitindo a existência de cerca de 38.300 médicos na origem (ou pouco mais), ao passo que a proporção de 2 000 habitantes por médico exigiria 44 000 médicos, haveria um "defi-

cit" de 5 700 médicos. Com a formação anual indicada na segunda coluna do quadro, êsse "deficit" - supondo que a população mantivesse a mesma taxa de crescimento indefinidamente - iria sendo, aos poucos, reduzido e terminando por ficar praticamente nulo (teòricamente isso só ocorreria em tempo infinito) ao fim de uns 30 ou 35 anos. Se se desejasse, porém, atingir a proporção fixada em curto prazo, seria necessária uma formação mais intensa durante um certo período, a fim de eliminar mais rapidamente o "deficit" inicial.

O Gráfico 2 apresenta as curvas teóricas do número de formados necessário para assegurar diferentes proporções de habitantes por médicos. Como se verifica, a curva teórica correspondente ao número anual de diplomados necessário para assegurar a proporção de 2 300 habitantes por médico (que é a proporção atual) adapta-se perfeitamente à poligonal representativa do número efetivo de formados durante um amplo período, o que, de certa forma, garante a validade prática do presente estudo.

## 6 - Observações finais

6.1 - O número de médicos formados na época  $t$  de modo a assegurar uma proporção pré-estabelecida de  $h$  habitantes por médico, conforme consta do quadro II, depende da taxa de entrada

$$b(r) = 1/I(r)$$

A integral  $I(r)$  depende da lei da saída, de modo que  $b(r)$  fica dependendo dessa lei de saída e da taxa de crescimento da população (suposta igual ao da população de médicos, a fim de assegurar sempre a proporção pré-fixada). Assim,  $b(r)$  é o elemento correspondente, por exemplo, à taxa de natalidade em uma população fechada. Ora,

$$I(r) = \int_0^W p(z) e^{-rz} dz$$

Por sua vez, sabe-se que

$$p(x) = e^{-\int_0^x \mu_z dz} \quad (6.1.1)$$

onde  $\mu_x$  é a taxa instantânea de saída do grupo de médicos após  $x$  anos de atividade. Logo, pode-se escrever

$$I(r) = \int_0^W e^{-\int_0^x (\mu_x + r) dx} dz \quad (6.1.2)$$

Portanto, na taxa de entrada,  $b(r) = 1/I(r)$ , a taxa de crescimento do grupo e a taxa de saída comparecem em pé de igualdade na (6.1.2), no sentido de que os efeitos de um aumento na taxa de saída  $\mu_x$  pode ser compensado por uma redução na taxa de crescimento do grupo.

Para examinar esse efeito, suponhamos que a taxa instantânea de saída se altere, sofrendo, por exemplo, um acréscimo constante,  $\beta$ , de modo que a nova taxa  $\mu_x^{(1)}$  seja da forma

$$\mu_x^{(1)} = \mu_x + \beta$$

Resultaria então:

$$I^{(1)}(r) = \int_0^W e^{-\int_0^x (\mu_x + \beta + r) dz} dz = I(\beta + r)$$

de modo que o acréscimo (suposto constante) da taxa de saída por idade exigiria um aumento correspondente da taxa global de entrada,  $b(r)$ , que passaria a ser  $b(r + \beta)$ .

É provável que, no futuro, as taxas de saída sejam inferiores às observadas no passado, de modo que também serão menores as taxas de entrada necessárias para assegurar uma determinada proporção de médicos na população. Elas deverão ser, portanto, algo inferiores ao valor por nós admiti-

do (0,5085). Todavia, para amplas variações de  $r$  não se alteram proporcionalmente os valores de  $b(r)$  que, aliás, podem ser corrigidos e ajustados periodicamente (cada 5 anos, por exemplo), de modo a adaptar-se aos resultados subsequentes dos fatos observados.

Os valores das taxas globais de entrada,  $b(r)$ , saída  $s(r)$  e crescimento do grupo são ligados, obviamente, pela relação

$$b(r) = s(r) + r$$

O quadro III fornece os resultados obtidos com a mesma tábua de saída utilizada no presente estudo e diferentes taxas de crescimento.

QUADRO III

$r$ %	$b(r)$ %	$s(r)$ %
2,0	4,34	2,34
2,5	4,70	2,20
3,0	5,08	2,08
3,5	5,48	1,98

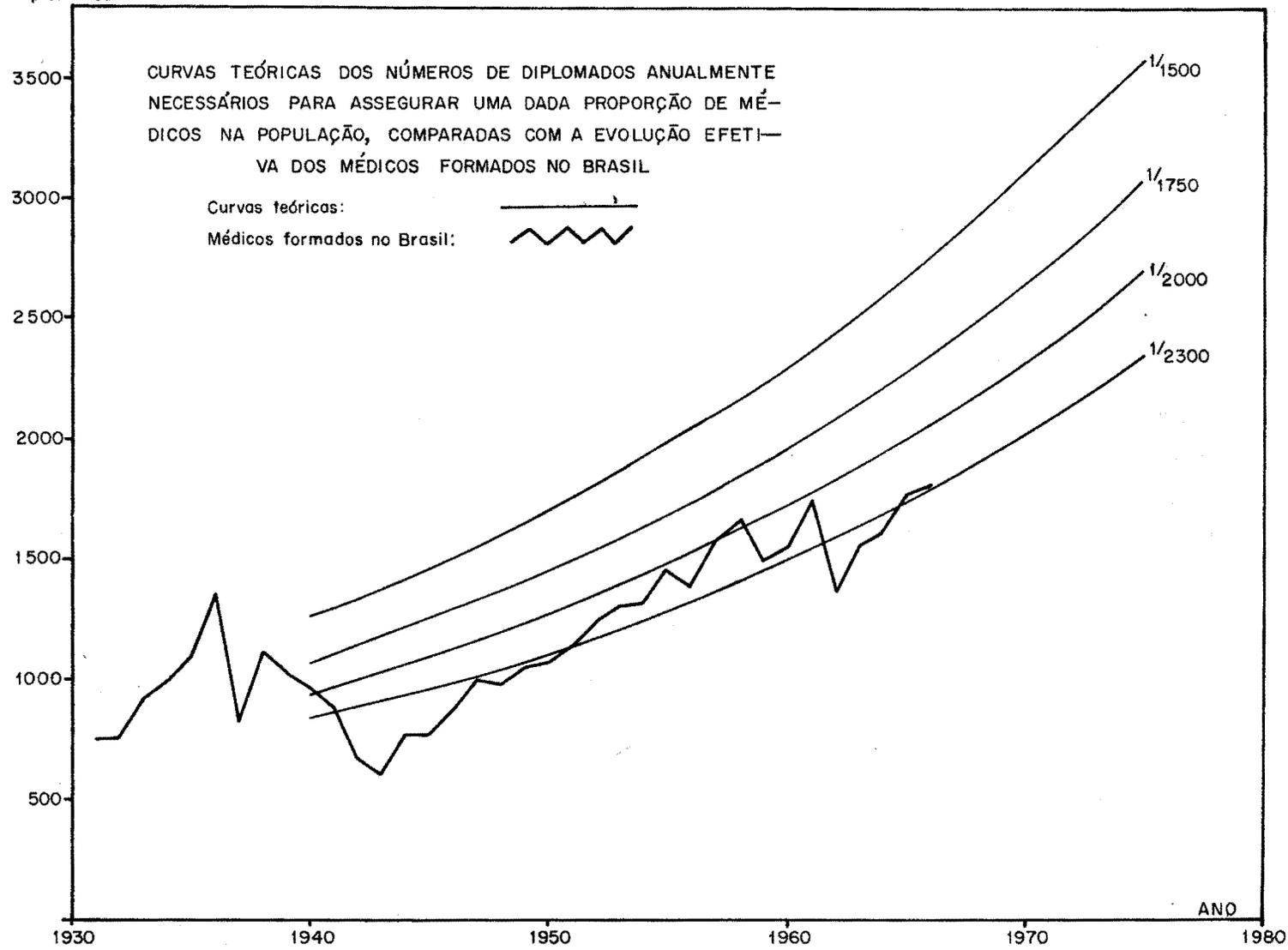
Como se verifica, para um aumento de 75% no valor de  $r$ , entre 2 e 3,5%,  $b(r)$  ficou acrescida apenas de 26% aproximadamente.

RESUMO - O trabalho constitui uma tentativa de dimensionamento das necessidades de formação de médicos em rela

ção a objetivos pré-estabelecidos quanto ao número de médicos exigidos para uma dada população, evoluindo segundo uma taxa constante. Reconhece a necessidade de incluir êsse di mensionamento no conjunto de medidas de qualquer plano de desenvolvimento econômico e que o aumento das disponibilidades de médicos só será conseguido na medida em que fôr acres cida a renda nacional "per capita".

O relacionamento do número de novos diplomados (entra das na população de médicos) com o total de médicos exigíveis (população de médicos) foi estabelecido com o auxílio de uma tábua de saída, mediante a mesma equação que, no estudo das populações relaciona a natalidade (entrada) e a ta xa de crescimento, através da tábua de sobrevivência.

Número de diplomados



67

20

A N E X O S

APÊNDICES 1, 2 e 3

21  
APÊNDICE 1

CORRELAÇÃO ENTRE A RENDA "PER CAPITA" E O NÚMERO DE MÉDICOS  
POR 10 000 HABITANTES EM 21 PAÍSES DA AMÉRICA LATINA

PAÍSES	RENDA "PER CAPITA" (EM 1964) R = x	NÚMERO DE MÉDICOS POR 10 000 HABITANTES y	xy	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>
Bolívia .....	130	2,9	377,0	16 900	8,41
Equador .....	174	3,3	574,2	30 276	10,89
Paraguai (*) ....	175	6,0	1 050,0	30 625	36,00
Peru (*) .....	186	4,7	874,2	34 596	22,09
Honduras .....	192	1,6	307,2	36 864	2,56
Rep. Dominicana..	193	6,2	1 196,6	37 249	38,44
Colômbia .....	197	4,4	866,8	38 809	19,36
Brasil (*) .....	200	4,4	880,0	40 000	19,36
El Salvador (*)..	235	2,2	517,0	55 225	4,84
Guatemala (*) ...	248	2,5	620,0	61 504	6,25
Nicarágua .....	299	4,2	1 255,8	89 401	17,64
Costa Rica .....	338	4,7	1 588,6	114 244	22,09
Jamaica .....	397	4,9	1 945,3	157 609	24,01
Panamá .....	405	5,3	2 146,5	164 025	28,09
México .....	410	5,2	2 132,0	168 100	27,04
Chile .....	451	5,8	2 615,8	203 401	33,64
Uruguai (*) .....	455	11,4	5 187,0	207 025	129,96
Trindade Tobago .	498	3,9	1 942,2	248 004	15,21
Cuba .....	570	8,9	5 073,0	324 900	79,21
Argentina .....	686	14,9	10 221,4	470 596	222,01
Venezuela .....	699	7,8	5 452,2	488 601	60,84
TOTAL .....	7 138	115,2	46 822,8	3 017 954	827,94

FONTE - 1. Renda "per capita": "Las condiciones de Salud, en las Américas" - Relatório da Organização Panamericana de Saúde, 1961-1964. 2. Médicos por 10 000 habitantes: 2.1 Brasil - Estatísticas Médico-Sanitárias, Ministério da Saúde, Brasil. 2.2 De mais países - Las condiciones de la Salud...

NOTA - Para a Argentina e o Brasil os dados de ingresso se referem ao Produto Interno Bruto (PIB).

(\*) Dados de 1963

APÊNDICE 1 (cont.)

$$s_x^2 = \frac{1}{n} \sum x^2 - \bar{x}^2$$

$$s_x^2 = \frac{3\ 017,954}{21} - \left( \frac{7\ 138}{21} \right)^2$$

$$s_x^2 = 143\ 712,0952 - (339,9048)^2$$

$$s_x^2 = 143\ 712,0952 - 115\ 535,2731 = 28\ 176,8221$$

$$s_y^2 = 39,4257 - (5,4857)^2$$

$$r^2 = \frac{133\ 255,1507}{262\ 968,6453} = 0,5067 \quad \therefore \quad = 0,7118$$

Equação de regressão:  $y = ax + b$

$$a = 0,01296$$

$$b = 1,0822$$

23

APÊNDICE 2

Os diplomados em medicina, de 1933 a 1965, foram extraídos dos Anuários Estatísticos do Brasil. Os dados de 1931 e 1932 foram estimados com base no número de formados em "Medicina e Farmácia" e as percentagens dos formados em Medicina em relação a êsse total para os anos próximos. O dado de 1966 é provisório e foi fornecido diretamente pelo Conselho Federal de Medicina (?).

ANO	Nº DE FORMADOS	ANO	Nº DE FORMADOS
1931 ...	750	1951 ...	1 129
1932 ...	765	1952 ...	1 241
1933 ...	906	1953 ...	1 306
1934 ...	994	1954 ...	1 307
1935 ...	1 095	1955 ...	1 449
1936 ...	1 376	1956 ...	1 390
1937 ...	826	1957 ...	1 572
1938 ...	1 121	1958 ...	1 664
1939 ...	1 034	1959 ...	1 488
1940 ...	966	1960 ...	1 546
1941 ...	878	1961 ...	1 739
1942 ...	662	1962 ...	1 364
1943 ...	595	1963 ...	1 556
1944 ...	788	1964 ...	1 596
1945 ...	769	1965 ...	1 755
1946 ...	872	1966 ...	1 791
1947 ...	1 001		
1948 ...	978		
1949 ...	1 142		
1950 ...	1 070		

Total das 36 turmas: 42 481.

APÊNDICE 3

Na tabela dêste apêndice figuram os valores de

$$L_x = 1/2 (l_x + l_{x+1}) ; 26 \leq x \leq 65 \quad (1)$$

onde  $l_x(x \leq 61)$ , é o número de sobreviventes da tábua de mortalidade para o Município de São Paulo, 1949/51, Homens, com a qual foram calculados os médicos "sobreviventes" em 31/12/66. De acôrdo com uma determinação aproximada a idade média de formatura do médico, no período considerado (1931 a 1966) foi algo inferior a 26 anos; adotou-se  $x_0 = 26$ . Do ponto de vista dos resultados, pouca diferença haverá em relação à realidade se essa idade ficar efetivamente entre 23 e 29 anos. A partir de 61 anos, a fim de levar em conta a saída mais intensa dos médicos após 35 anos de trabalho, adotou-se para  $l_x$  os valores obtidos pela seguinte parábola do 2º grau

$$l_x = 2156,03 (x-61)^2 - 0,05 (x-61) + 53 901 \quad (2)$$

calculando-se os  $L_x$  pela mesma expressão(1). Essa parábola foi determinada pela condição de conduzir a um valor de  $l_{61}$  igual ao da tábua de sobrevivência adotada, tangenciá-la na idade  $x = 61$  e anular-se na idade  $x = 66$ .

APÊNDICE 3 (cont.)TÁBUA DE SOBREVIVÊNCIA DO  
MUN. DE SÃO PAULO 1949-51

$$L_x = 1/2 (l_x + l_{x+1})$$

 $l_{26} = 83\ 011$ 

Homens

CLASSES DE IDADE		L <sub>x</sub>	CLASSES DE IDADE		L <sub>x</sub>
x	x+1		x	x+1	
26	27	82 855	46	47	72 373
27	28	82 538	47	48	71 518
28	29	82 205	48	49	70 610
29	30	81 852	49	50	69 645
30	31	81 478	50	51	68 619
31	32	81 082	51	52	67 529
32	33	80 662	52	53	66 373
33	34	80 220	53	54	65 152
34	35	79 760	54	55	63 867
35	36	79 282	55	56	62 516
36	37	78 785	56	57	61 098
37	38	78 269	57	58	59 612
38	39	77 730	58	59	58 060
39	40	77 167	59	60	56 442
40	41	76 580	60	61	54 759
41	42	75 967	61	62	53 012
42	43	75 327	62	63	51 203
43	44	74 654	63	64	49 326
44	45	73 939	64	65	47 377
45	46	73 179	65	66	45 359

## APÊNDICE 3 (cont.)

CÁLCULO DOS SOBREVIVENTES NA ÉPOCA  $t = 1.967,0$  (31/12/66)Tábua de mortalidade: Mun. de São Paulo, 1949/51Idade inicial:  $x_0 = 26$ 

Homens

TEM- PO DE FOR- MATU- RA z	$p(z) = \frac{l_{z+26}}{l_{26}}$	NÚME- RO DE MÉDI- COS FORMA- DOS $n_{t-z}$	SOBREVI- VENTES $n_{t-z} \cdot p(z)$	TEM- PO DE FOR- MATU- RA z	$p(z) = \frac{l_{z+26}}{l_{26}}$	NÚME- RO DE MÉDI- COS FORMA- DOS $n_{t-z}$	SOBREVI- VENTES $n_{t-z} \cdot p(z)$
0	1,00000	1 791	1 791,0	18	0,89515	978	875,5
1	0,99624	1 755	1 748,4	19	0,88627	1 001	887,2
2	0,99235	1 596	1 583,8	20	0,87684	872	764,6
3	0,98823	1 556	1 537,7	21	0,86685	769	666,6
4	0,98385	1 364	1 342,0	22	0,85625	788	674,7
5	0,97922	1 739	1 702,9	23	0,84497	595	502,8
6	0,97430	1 546	1 506,3	24	0,83299	662	551,4
7	0,96909	1 488	1 442,0	25	0,82025	878	720,2
8	0,96366	1 664	1 603,5	26	0,80674	966	779,3
9	0,95802	1 572	1 506,0	27	0,79240	1 034	819,3
10	0,95214	1 390	1 323,5	28	0,77732	1 121	871,4
11	0,94604	1 449	1 370,8	29	0,76144	826	628,9
12	0,93970	1 307	1 228,2	30	0,74477	1 376	1 024,8
13	0,93306	1 306	1 218,6	31	0,72728	1 095	796,4
14	0,92613	1 241	1 149,3	32	0,70987	994	704,7
15	0,91891	1 129	1 037,4	33	0,68897	906	625,0
16	0,91136	1 070	975,2	34	0,66998	765	512,5
17	0,90350	1 142	1 031,8	35	0,64932	750	487,0

$$n_{t-z} \cdot p(z) = 37 990,7$$

Composto e impresso nas oficinas do  
Serviço Gráfico da Fundação IBCE, em  
Lucas, Rio de Janeiro, GB — Brasil.