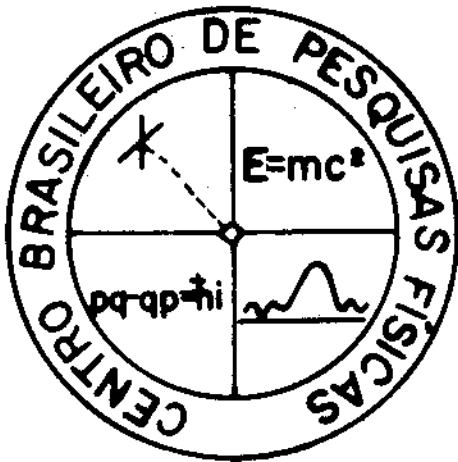


CIÊNCIA E SOCIEDADE

TEMAS E DEBATES

VOLUME II

NÚMERO 9



ASPECTOS E COMPORTAMENTOS NA PRODUÇÃO  
CIENTÍFICA DO CBPF

Alfredo Marques

CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS

AV. WENCESLAU BRAZ 71

RIO DE JANEIRO

BRASIL

ASPECTOS E COMPORTAMENTOS NA PRODUÇÃO  
CIENTÍFICA DO CBPF\*

Alfredo Marques  
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

Introdução

Em trabalhos anteriores<sup>1-2</sup> foram abordados alguns aspectos do desenvolvimento da produção científica do CBPF a partir da informação criada e consultada por seus pesquisadores. Dois períodos distintos foram identificados e associados a formas do financiamento externo que prevaleceram durante cada um deles: o primeiro dominado pela presença do Conselho Nacional de Pesquisas e o segundo onde seu papel declinou e foi compartilhado com outras agências.

O objetivo desta análise é penetrar mais detalhadamente na estrutura da produção científica do CBPF e revelar outros comportamentos e aspectos direta ou indiretamente relacionados com aqueles condicionantes gerais. Os indicadores quantitativos foram extraídos da evolução da produção nos setores teórico e experimental, das distribuições globais em número de trabalhos e de auto -

---

\* Submetido à Comissão Organizadora da I Reunião Brasileira de Ciência de Informação.

res, separadas em duas componentes, uma vinculada ao CBPF, outra não.

Os indicadores do grau de maturidade da instituição podem ser estimados a partir do nível e qualidade do sinergismo entre os setores teórico e experimental bem como de seu relacionamento com componentes exteriores à ela. Geralmente a produção teórica atinge um nível de desempenho cientificamente satisfatório mais rapidamente que a experimental, dada a menor dependência com fatores infraestruturais e recursos humanos de apoio técnico. É fato bem estabelecido que em organizações científicas amadurecidas se pode encontrar um acentuado índice de correlação entre as duas atividades, a conexão se dando também no próprio plano da pesquisa: trabalhos num dos setores suscitam ou ensejam investigações no outro. Em organizações parcialmente desenvolvidas esse sinergismo ou está ausente ou existe em escala diminuta e episódica. Nesses casos o sinergismo entre os setores pode se dar indiretamente, através da infraestrutura de uso comum ou pela co-participação em projetos de ensino avançado. De outro lado, no curso de seu desenvolvimento as organizações científicas promovem relações de intercâmbio e formação de pessoal indispensáveis para a permanente atualização do grupo ativo e para a qualificação de quadros destinados à diversificação e ao crescimento. Essas relações levam necessariamente seus pesquisadores a instituições mais avançadas, dentro de programas de visita ou de estágio de qualificação; à medida que o progresso se faz essas relações tendem a diminuir de intensidade reduzindo-se a valores que dependem da expansão e diversificação atingidas em cada momento. A produção científica traz a marca dessas etapas, uma fração dos trabalhos levando sempre nomes de pesquisadores não vinculados à instituição.

Os indicadores utilizados nesta análise tem um sentido muito dependente do contexto em que foram gerados e não podem ser usados inadvertidamente para comparação entre diferentes organizações; acreditamos que a abordagem seja útil em qualquer caso para o diagnóstico do grau interno de desenvolvimento e qualidade de sua dinâmica.

### Descrição dos Dados

Os dados foram extraídos do ACCUMULATED INDEX OF PUBLICATIONS, CBPF ed. 1975<sup>3</sup> e se encontram registrados nas Tabelas I e II, correspondendo aos períodos 1952-1966 e 1967-1974, respectivamente. Os limites desses períodos correspondem às duas fases de existência do CBPF descritas e discutidas na ref. 1.

425 trabalhos publicados em NOTAS DE FÍSICA até 31 de dezembro de 1974 foram separados nas categorias "TEÓRICOS" e "EXPERIMENTAIS", conforme sua natureza, e, dentro delas separados pelo local de produção: coluna "E" trabalhos elaborados em outras instituições, sem ajustes ou vínculos com o CBPF; coluna "CBPF/V", trabalhos elaborados no CBPF ou instituições a ele vinculadas por ajustes especiais (único caso: o laboratório de Chacaltaya, no primeiro período da amostragem). O número de trabalhos editados em cada ano aparece na coluna "TOTAL"; os autores desses trabalhos aparecem na coluna "AUTORES", discriminados em duas categorias: aqueles que exibiram qualquer vínculo com o CBPF na ocasião da elaboração do trabalho (membro do quadro, professor visitante, bolsista, estagiário, etc) e os outros.

A discriminação dos trabalhos e dos autores nessas categorias obedeceu às seguintes regras:

- a) a separação entre teóricos e experimentais seguiu primeiramente as indicações do título, as especializações de seus autores e, em casos duvidosos, a natureza de suas conclusões. Nos casos em que um autor do CBPF colaborou com autores de outras instituições especialistas em outras áreas a classificação seguiu a especialização do autor do CBPF.
- b) Os trabalhos da categoria "E" são aqueles elaborados em outras instituições, com a restrição feita acima. Compreendem trabalhos remetidos para publicação por membros do CBPF enquanto em

TABELA I

Distribuição de Trabalhos Científicos e Autores

1952 - 1966

ITEM ANO	TEÓRICOS		EXPERIMENTAIS		TOTAL	AUTORES	
	E	CBPF/V	E	CBPF/V		CBPF/V	OUTROS
1952	-	6	-	5	11	18	1
1953	-	2	-	-	2	2	0
1954	-	8	-	1	9	13	1
1955	-	8	1	4	13	16	9
1956	-	5	-	3	8	13	2
1957	3	10	1	7	21	26	9
1958	2	11	3	10	26	39	19
1959	4	9	2	6	21	27	20
1960	-	9	9	8	26	34	27
1961	4	14	11	4	33	41	75
1962	1	11	11	5	28	34	41
1963	1	6	3	6	16	23	41
1964	2	7	1	1	11	14	9
1965	-	8	-	1	9	16	0
1966	-	2	1	2	5	7	8
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>116</b>	<b>43</b>	<b>63</b>	<b>239</b>	<b>323</b>	<b>262</b>

TABELA II

Distribuição de Trabalhos Científicos e Autores

1967 - 1974

ANO	ITEM	TEÓRICOS		EXPERIMENTAIS		TOTAL	AUTORES	
		E	CBPF/V	E	CBPF/V		CBPF/V	OUTROS
1967		-	12	-	8	20	28	129
1968		4	12	-	3	19	24	9
1969		-	16	1	4	21	33	9
1970		-	8	-	7	15	35	33
1971		-	19	-	12	31	48	98
1972		1	8	-	3	12	25	1
1973		7	21	3	6	37	61	12
1974		1	20	1	9	31	63	28
TOTAL		13	116	5	52	186	317	319

estágio de aperfeiçoamento ou visita a outras instituições, bem como trabalhos trazidos por visitantes do CBPF, elaborados em suas instituições de origem. Não foram incluídos nessa categoria os trabalhos em colaboração em que pelo menos um autor elaborou sua parte no CBPF.

c) Os autores foram separados em duas categorias conforme apresentassem ou não qualquer vínculo com o CBPF por ocasião da publicação do trabalho (colunas CBPF/V e OUTROS nas Tabelas). Os autores foram contados tantas vezes quantas seus nomes apareciam.

Essas regras nos levaram em alguns casos a recorrer a registros de memória e é possível que algumas classificações estejam equivocadas; acreditamos que o número desses casos é pequeno e não invalida qualquer das conclusões da análise.

Os dados das Tabelas I e II aparecem reelaborados nas Figs. 1 - 10. A Fig. 1 mostra a evolução da produção científica do CBPF publicada em NOTAS DE FÍSICA e a distribuição em número de autores cosignatários desses trabalhos com algum vínculo com o CBPF. A Fig. 2 mostra a distribuição em número de autores sem vínculos com o CBPF; os pontos indicados "CBJ" correspondem à incidência de trabalhos da Colaboração Brasil-Japão em Interações a Altas Energias. As Figs. 3 e 4 mostram o diagrama de dispersão e as linhas de regressão de trabalhos teóricos e experimentais, respectivamente, sobre todos os trabalhos publicados no período 1952-1966; as Figs. 5 e 6 exibem as características correspondentes ao período 1967-1974. As Figs. 7 e 8 exibem os diagramas de dispersão e as linhas de regressão dos trabalhos teóricos realizados fora do CBPF sobre todos os trabalhos teóricos, respectivamente, nos períodos 1952-1966 e 1967-1974; as Figs. 9 e 10 apresentam as mesmas características com relação aos trabalhos experimentais.

## Discussão e Conclusões

### I) Comportamentos Globais.

Os dados globais correspondentes aos dois períodos es -

AUTORES VINCULADOS AO CBPF

NOTAS DE FISICA

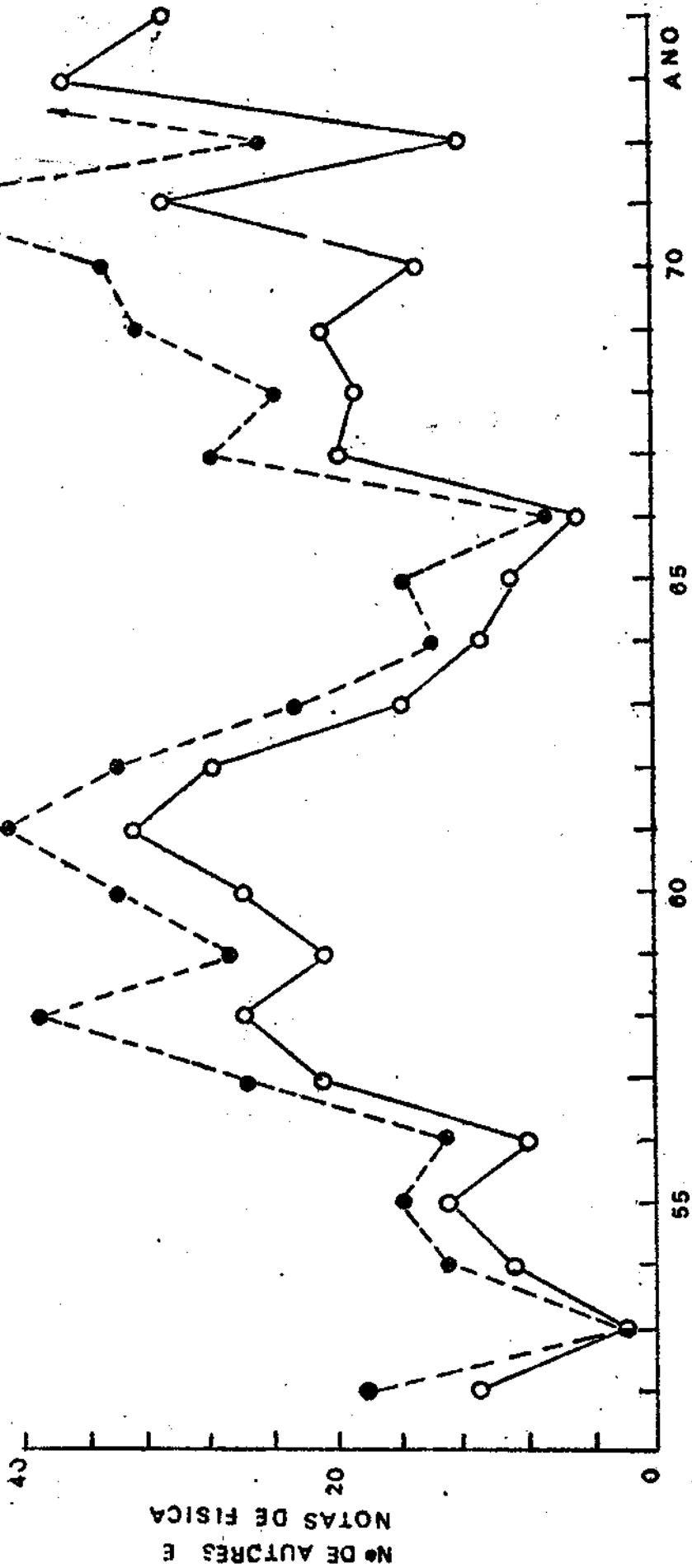


FIG-1 TRABALHOS EM NOTAS DE FÍSICA E AUTORES - CBPF



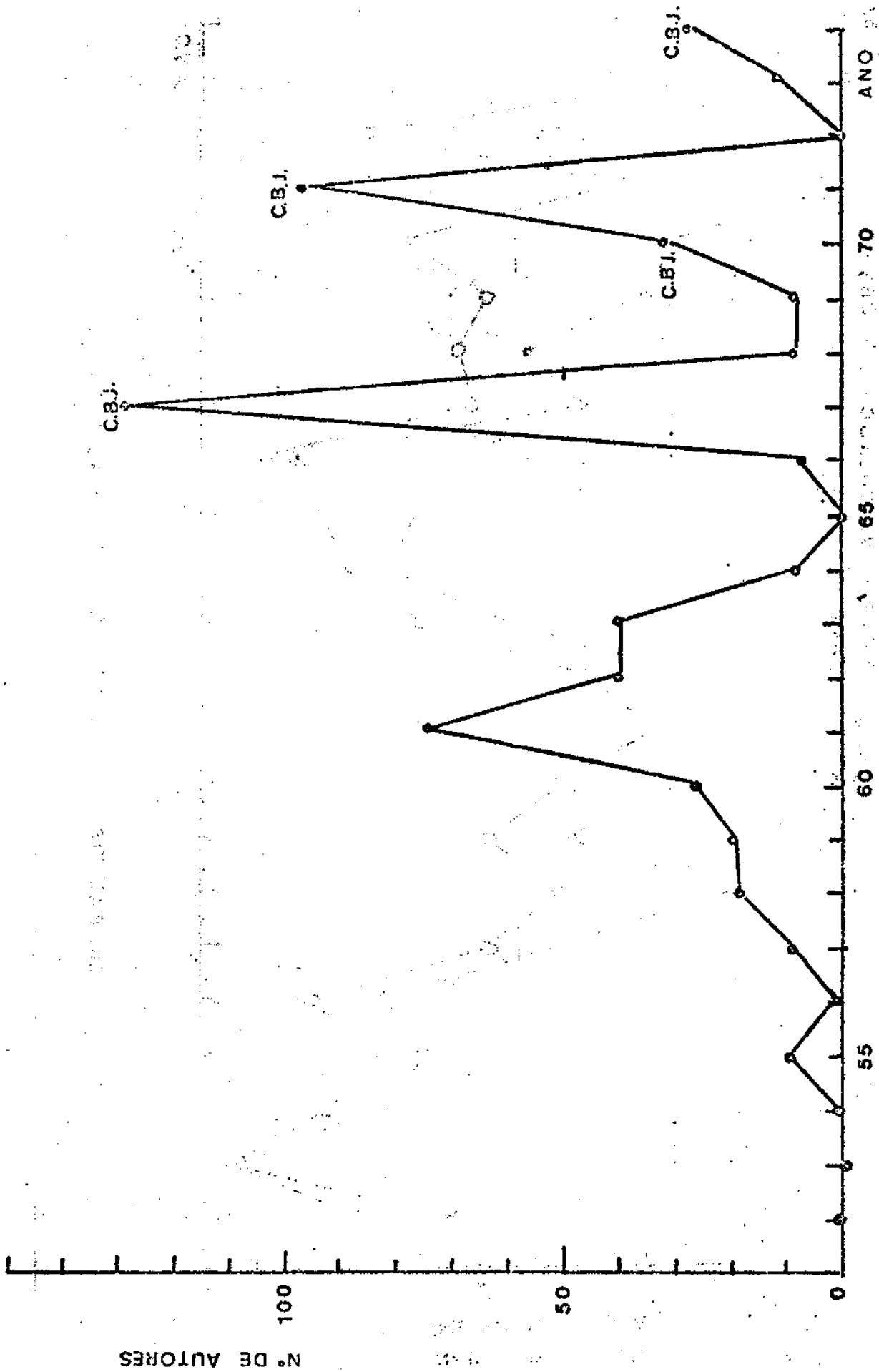


FIG.2 AUTORES SEM VINCULOS COM O CBPF.

tão condensados na Tabela III. Esses dados são completados com uma visão sobre o número de autores distintos nos dois períodos condensada na Tabela IV.

TABELA III

Dados Globais

ITEM PERÍODO	TRABALHOS/ANO			AUTORES	
	CBPF/V	E	TOTAL	OUTROS: CBPF/V	TOTAL
1952-1966	11,9	4,0	15,9	0,81	585
1967-1974	21,0	2,2	23,2	1,00	636

TABELA IV

Autores Distintos

PERÍODO	CBPF/V	OUTROS:CBPF/V	TOTAL
1952-1966	81	1,89	232
1967-1974	80	1,27	182

Combinando os dados dessas Tabelas chegamos às seguintes conclusões:

- 1) a produtividade média do grupo vinculado ao CBPF (Nº de Trabalhos/Nº de Autores Vinculados) foi 2,2 no primeiro período e 2,1 no segundo; o fator de agrupamento (Nº de Autores repetidos, vinculados ao CBPF/Nº de Trabalhos na Instituição) foi de 1,80 no primeiro e 1,89 no segundo período; o fator de repetição de nomes (Nº de Autores Repetidos Vinculados ao CBPF/Nº de Autores Distintos Vinculados ao CBPF) foi de aproximadamente 4 em ambos

os períodos. Sob esses aspectos, portanto, os dois períodos são muito semelhantes.

- 2) O número de autores distintos, vinculados ao CBPF, incorporados à produção científica por ano foi de 5,4 no primeiro período, de 10 no segundo. A mobilidade do grupo cientificamente ativo foi portanto cerca de duas vezes maior no segundo período. Esse comportamento está ligado à institucionalização dos cursos de Pós-Graduação no segundo período, à uma mudança de ênfase nas atividades de intercâmbio científico, favorecendo a vinda de visitantes, e a aperfeiçoamentos nas condições de trabalho que garantiram maior produtividade e eficiência a todo grupo.
- 3) A participação da componente extra-CBPF diminuiu tanto em número de trabalhos como em número de autores distintos; aumentou entretanto o número de autores não vinculados, contados repetidamente. Esse resultado reflete a maior estabilidade dos trabalhos em colaboração com grupos de constituição bem definida, no segundo período, de modo a repetir maior número de vezes um número menor de autores distintos. Além disso essas colaborações são sempre acompanhadas de uma componente elaborada no CBPF de modo que os trabalhos são contados no grupo vinculado ao CBPF, subtraindo-os da componente externa.

Essas conclusões podem ser complementadas com a observação dos comportamentos exibidos nas Figs. 1 e 2. Nas fases ascendentes da distribuição em número de NOTAS DE FÍSICA, a tendência média de crescimento começa em 1953\* atingindo o máximo em 1961, no primeiro período; no segundo instala-se em 1967 e atinge o máximo em 1973. A velocidade média de crescimento é maior no segun-

---

\* Houve nos primeiros anos um grande atraso entre a apresentação e a publicação de trabalhos em NOTAS DE FÍSICA. Esse atraso foi desde então progressivamente diminuindo mas é possível que uma componente oscilatória nos dados esteja associada a ele. Em particular é possível que o mínimo em 1953 esteja incorreto.

do período mas o primeiro exhibe um crescimento mais uniforme, sujeito a oscilações de menor amplitude. O segundo período apresenta um intervalo de relativa estagnação, ou mesmo de involução (1967-1970), inexistente no primeiro, onde a tendência média uma vez instalada, mantém-se até o máximo.

Atribuimos esses comportamentos à dominância de fatores psicológicos, favoráveis no primeiro período e adversos no segundo. A atmosfera dos primeiros anos do CBPF foi muito propícia para o desenvolvimento. Sob os reflexos estimulantes da descoberta do méson-pi, reunindo um grupo muito ativo e vigoroso de pesquisadores experimentados, transcorreram aqueles anos dentro também do clima de otimismo e euforia que acompanha sempre as iniciativas pioneiras. No plano nacional as condições foram também muito favoráveis para o trabalho científico: não só o CBPF mas o Departamento de Física da USP e o Instituto de Biofísica da UFRJ manifestam tendências ao crescimento muito semelhantes naquele período<sup>1</sup>. Finalmente a atmosfera mundial dos anos '50 de grande efervescência científica, teve reflexos muito estimulantes nas iniciativas locais. No segundo período, excetuada a capacidade profissional e a vontade do grupo que empreendeu a reconstrução, os demais fatores foram em média adversos. No plano interno a carga emocional e o desgaste herdados da longa crise que encerrou o período anterior; no plano nacional nos financiamentos apareceram, dentro de propostas mais generosas e flexíveis, mas essas facilidades não atingiram o CBPF senão tangencialmente; o grosso do período foi dominado por baixos salários e dificuldades gerais de negociações com os agentes que se substituíram ao CNPq. No plano mundial, uma atmosfera geral de recessão.

As fases ascendentes dos dois períodos manifestam entre tanto algumas características comuns. Os mínimos na produção científica registrados em 1956 e 1972, por exemplo, tem um polo comum: ambos foram o resultado de crises internas. Nos dois casos houve divisões do pessoal científico em torno de controvérsias envolvendo a direção da casa. A diferença nas amplitudes dos dois movimentos não é proporcional à gravidade intrínseca das duas situações, mas à sua duração. Esta foi maior em 1972 porque nesse caso a crise interna

desenvolveu-se dentro de outra, externa, provocada pelo estreitamento de perspectivas decorrente da suspensão de 50% dos recursos de sobrevivência do CBPF e por fatores ambientais que catalisaram a realimentação entre as duas crises.

Outro comportamento comum aos dois períodos encontra-se no estreito acoplamento entre as distribuições em número de trabalhos e número de autores (repetidos) vinculados ao CBPF (Fig. 1) bem como na tendência à associação das recorrências nessas curvas com recorrências na distribuição de autores não vinculados ao CBPF (Fig. 2).

As características do acoplamento na Fig. 1 nos levam a uma conclusão já obtida: o segundo período revela uma elasticidade maior entre as duas curvas, o número de autores crescendo mais rapidamente que o de trabalhos; como o fator de multiplicação de nomes é de aproximadamente 4 para ambos os períodos segue-se que o segundo se caracteriza por uma velocidade maior na incorporação de autores novos.

A comparação entre as Figs. 1 e 2 leva a conclusões novas. Os picos das curvas na Fig. 1 correspondentes a 1958 são acompanhados de uma ligeira anomalia na Fig. 2 enquanto em 1961 as três curvas mostram-se intensificadas; além disso o número de autores vinculados ao CBPF nesses dois anos é aproximadamente o mesmo. Os picos em 1958 se devem ao trabalho de formação de pessoal na própria casa, a maior parte do qual se incorporou ativamente à pesquisa na segunda metade dos anos '50; o segundo pico corresponde em grande medida à produção desse grupo enquanto em estágio de aperfeiçoamento no exterior e, em menor escala, a trabalhos de professores do CBPF enquanto visitantes no exterior. Boa parte daqueles pesquisadores em estágio eram físicos experimentais que se associaram a equipes de trabalho razoavelmente numerosas e produtivas, de modo que cada uma de suas publicações contribuiu com um número apreciável de co-autores estrangeiros. Assim aumentou o número de trabalhos, o número de autores na componente não vinculada en-

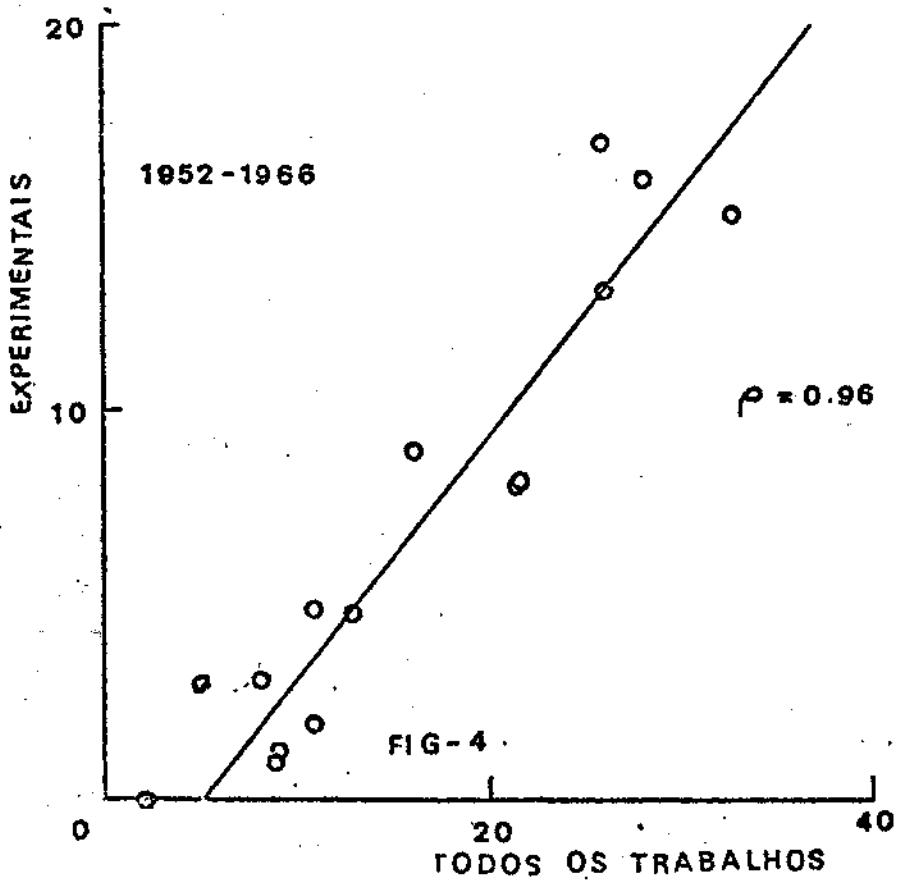
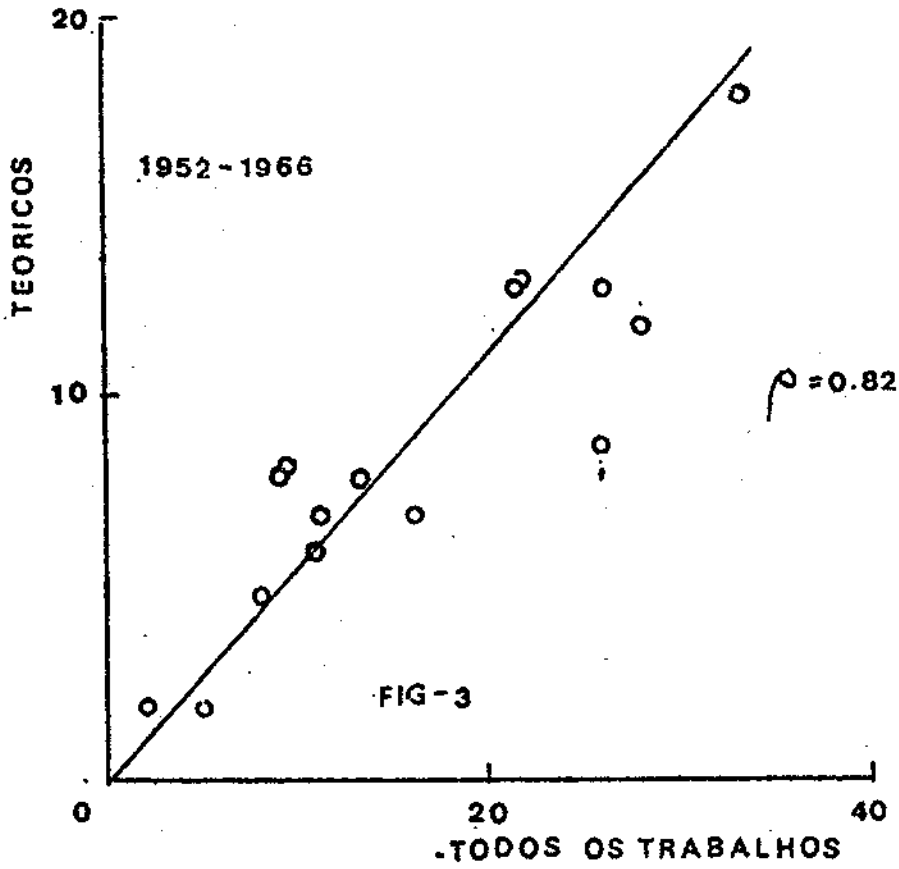
quanto o da vinculada permaneceu praticamente igual\* em '58 e '61.

No segundo período a situação é qualitativamente diversa: as principais feições da curva da Fig. 2 são dominadas pela incidência de trabalhos da colaboração Brasil-Japão em Altas Energias (CBJ). Iniciada em 1962, reunindo o CBPF, o IFUSP (anos depois substituído pelo Instituto Gleb Wataghin da UNICAMP) e 11 universidades japonesas, cada uma contribuindo em média com três autores, a ocorrência desses trabalhos desequilibra verticalmente a relação entre número de autores não vinculados para os vinculados ao CBPF. Acumulando dados por mais de dez anos os primeiros quatro trabalhos foram publicados em 1967, seguidos de um em 1970, três em 1971 e um em 1974. Excluída a CBJ o número de autores não vinculados ao CBPF reduz-se drasticamente, ficando limitado aos participantes de duas outras colaborações (uma com um grupo de Roma em Reações Foto nucleares, outra com Munique, em aplicações do Efeito Mössbauer), ambas envolvendo um número bem menor de co-autores estrangeiros e, em menor escala, os trabalhos realizados no exterior tendo co-autores do CBPF, enquanto visitantes, ou ainda por visitantes estrangeiros, com co-autores não vinculados ao CBPF.

Podemos resumir estas observações dizendo que os dois períodos diferem principalmente pelas formas de participação da componente não vinculada ao CBPF. Essas formas refletem diferentes modalidades de execução das relações de intercâmbio e formação de pessoal, dominadas, no segundo período, por colaborações científicas institucionalizadas, com componentes locais estáveis, cursos de pós-graduação consolidados, incorporando rapidamente ao trabalho de pesquisa um número razoável de iniciantes e formas de intercâmbio que favoreceram mais a vinda de pessoal estrangeiro qualificando que a saída de professores do CBPF por prazos longos. Já no primeiro período, tanto na formação de pessoal como nas relações de

---

\* Aqui, além do atraso das publicações em NOTAS DE FÍSICA, o fato de alguns pesquisadores não remeterem seus trabalhos ou só o fazerem muito mais tarde, após o regresso, pode induzir a distorções. Mesmo assim acreditamos que a interpretação acima permanece válida.



intercâmbio, prevaleceram as formas que levaram ao exterior contingentes mais numerosos e por mais tempo; as colaborações de instituição para instituição foram raras e episódicas.

## II) Tendências Associativas.

Examinemos primeiramente as relações entre os setores teórico e experimental. O comportamento médio desses setores está condensado na Tabela V.

TABELA V

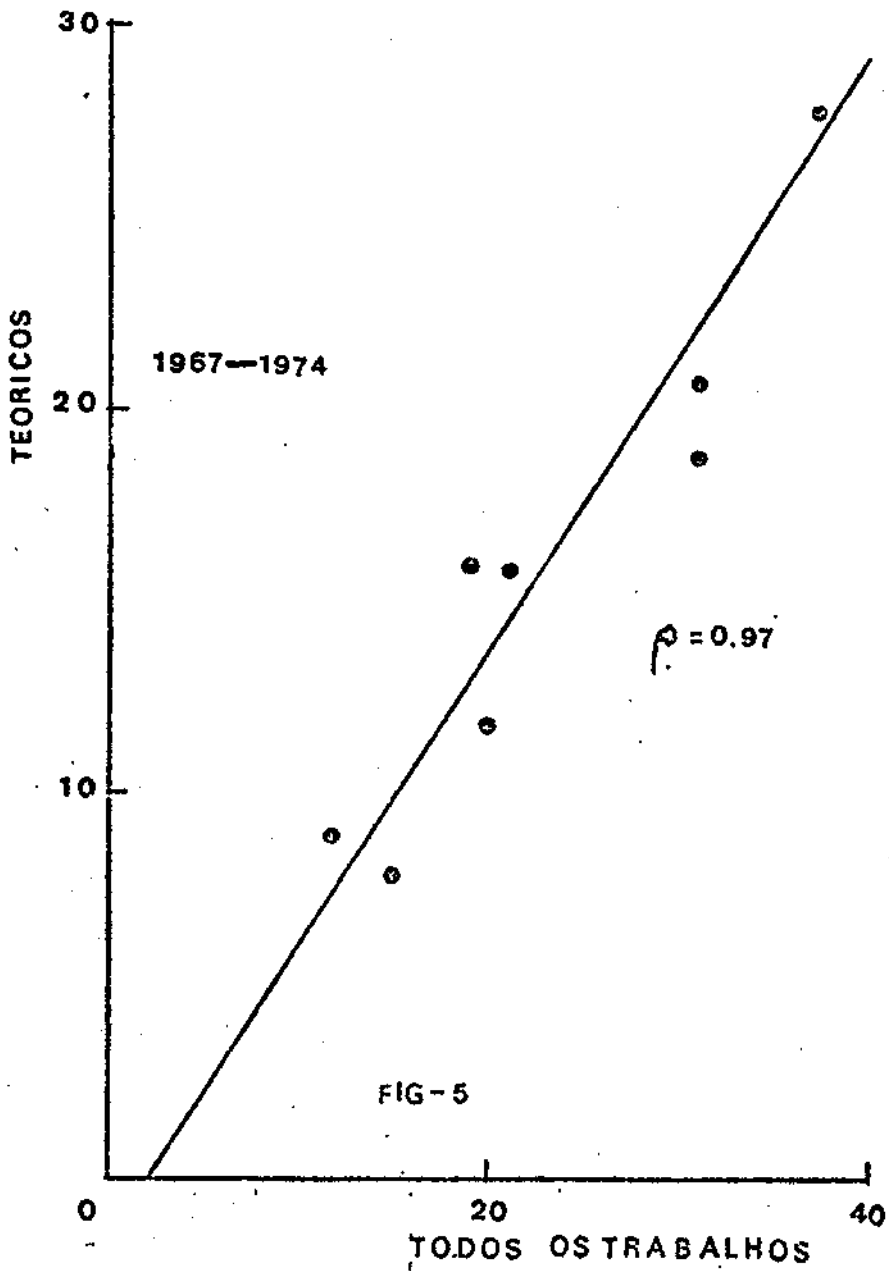
Tendências Setoriais Médias

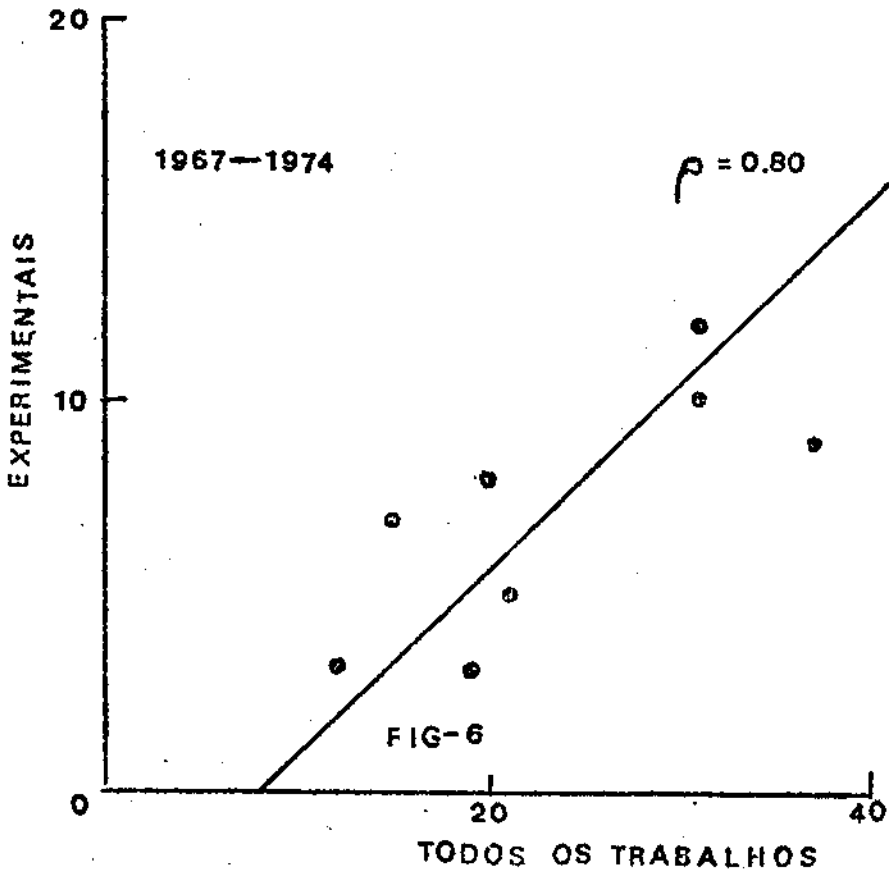
PERÍODO \ SETOR	TEÓRICO			EXPERIMENTAL		
	E	CBPF/V	TOTAL	E	CBPF/V	TOTAL
1952-1966	1,1	7,7	8,8	2,9	4,2	7,1
1967-1974	1,6	14,5	16,1	0,6	6,5	7,1

A média anual de trabalhos experimentais manteve-se estacionária nos dois períodos enquanto a dos teóricos teve apreciável intensificação. A participação da componente não vinculada ao CBPF exibiu uma variação mais significativa no setor experimental, passando de 69,0% (em relação à componente vinculada) em 1952-1966 a 9,2% no período seguinte; a correspondente variação no setor teórico foi de 14,4% para 11,0%.

O grau de associação entre cada setor e a produção global pode ser estimado com as Figs. 3 - 6. Vê-se daí que o setor experimental mostrou-se mais acoplado que o teórico à produção global no período 1952-1966, os papéis se invertendo no período seguinte. Embora a diferença entre os dois coeficientes de correlação não esteja a coberto de flutuações espúrias, esse resultado é consistente com nossas observações anteriores. No primeiro período, por exemplo, a produção teórica média foi cerca de 20% mai





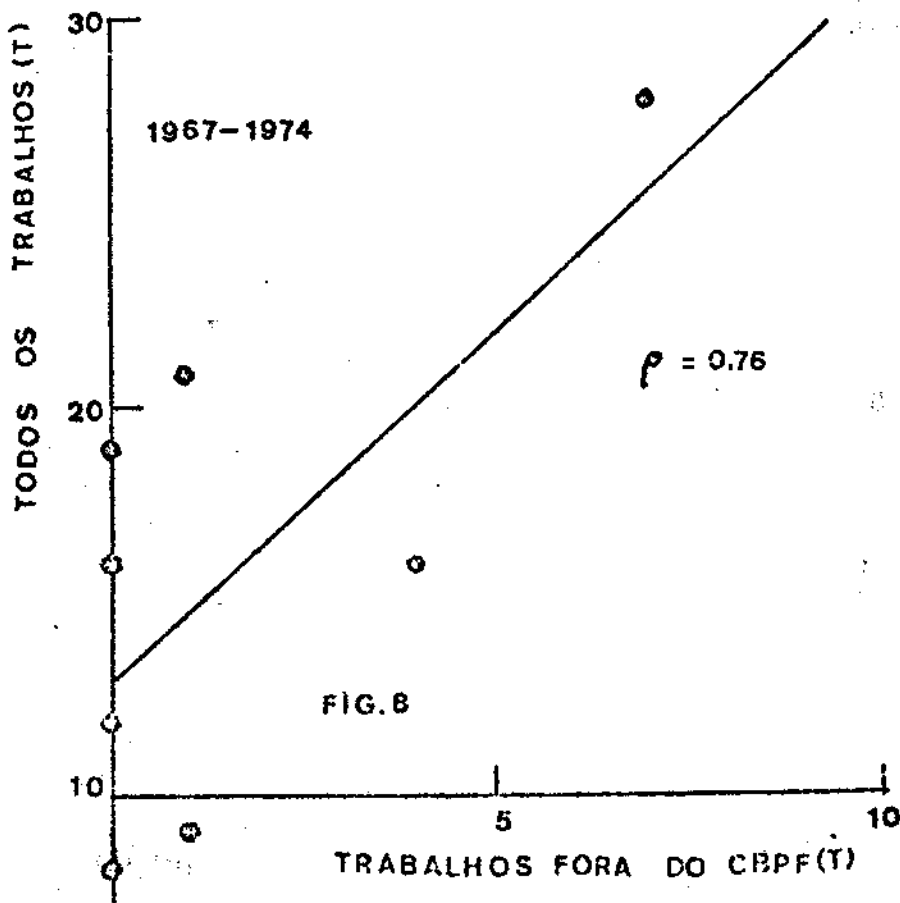
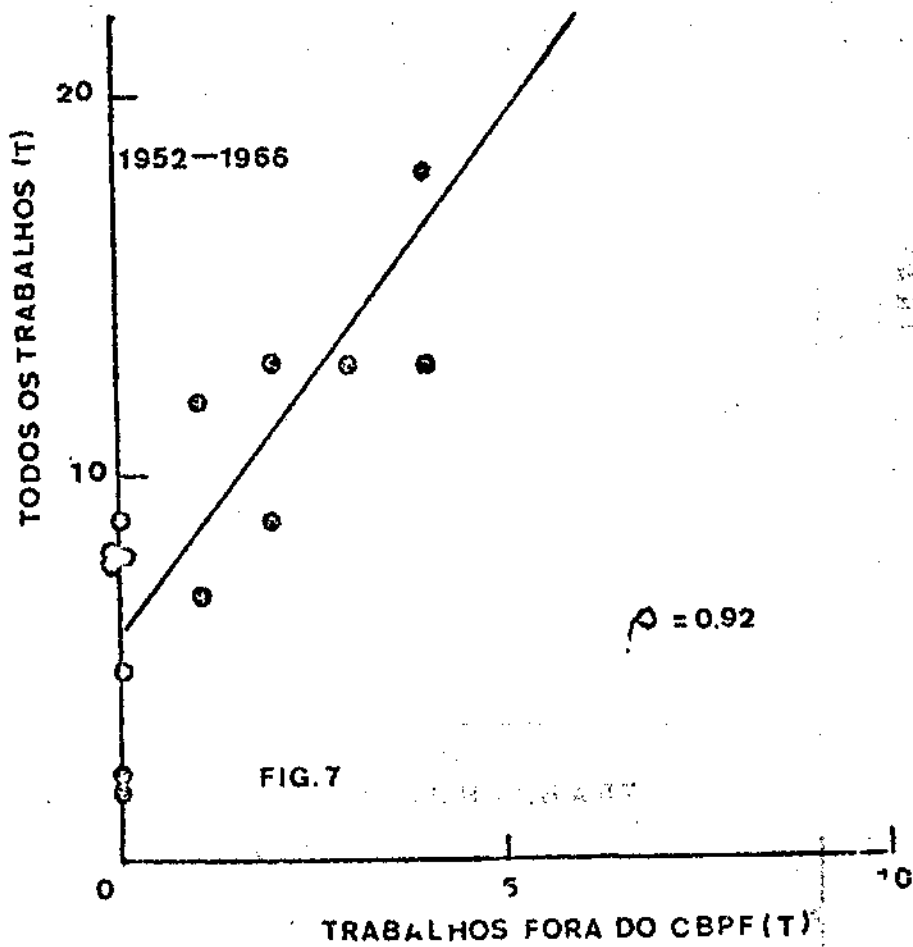


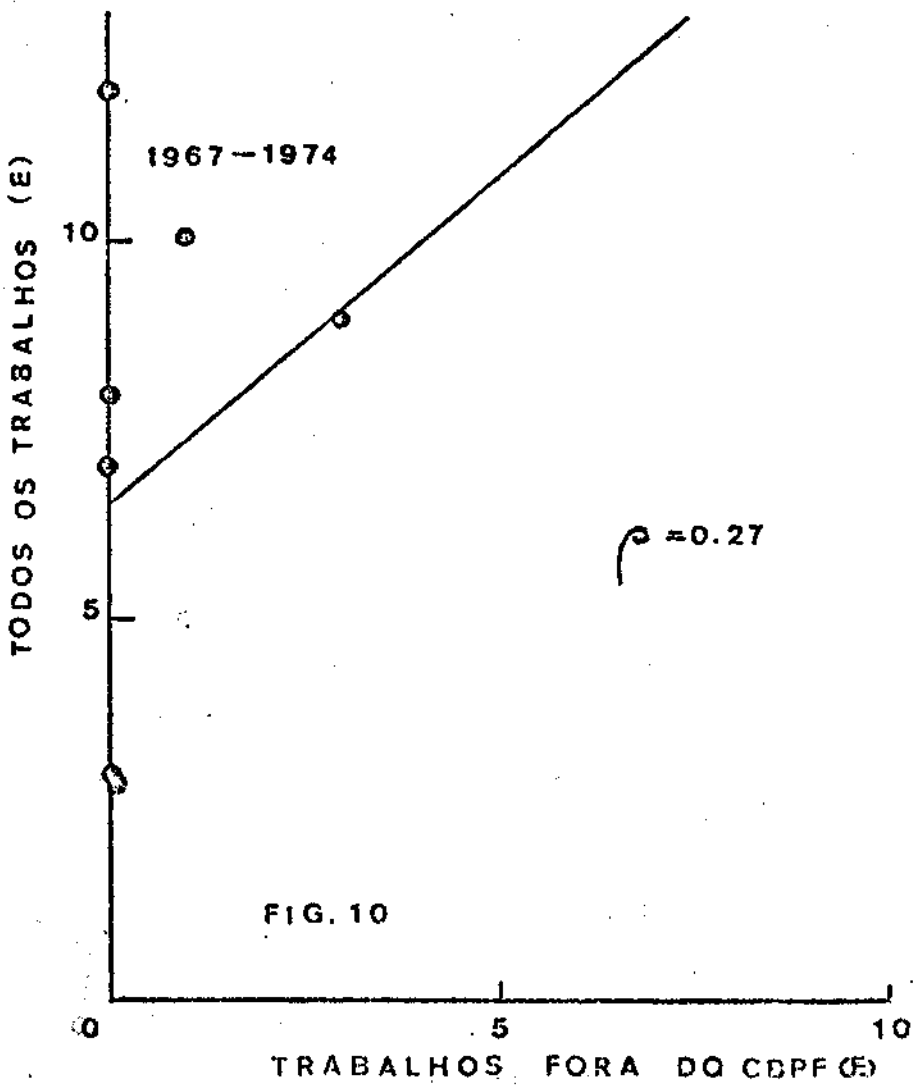
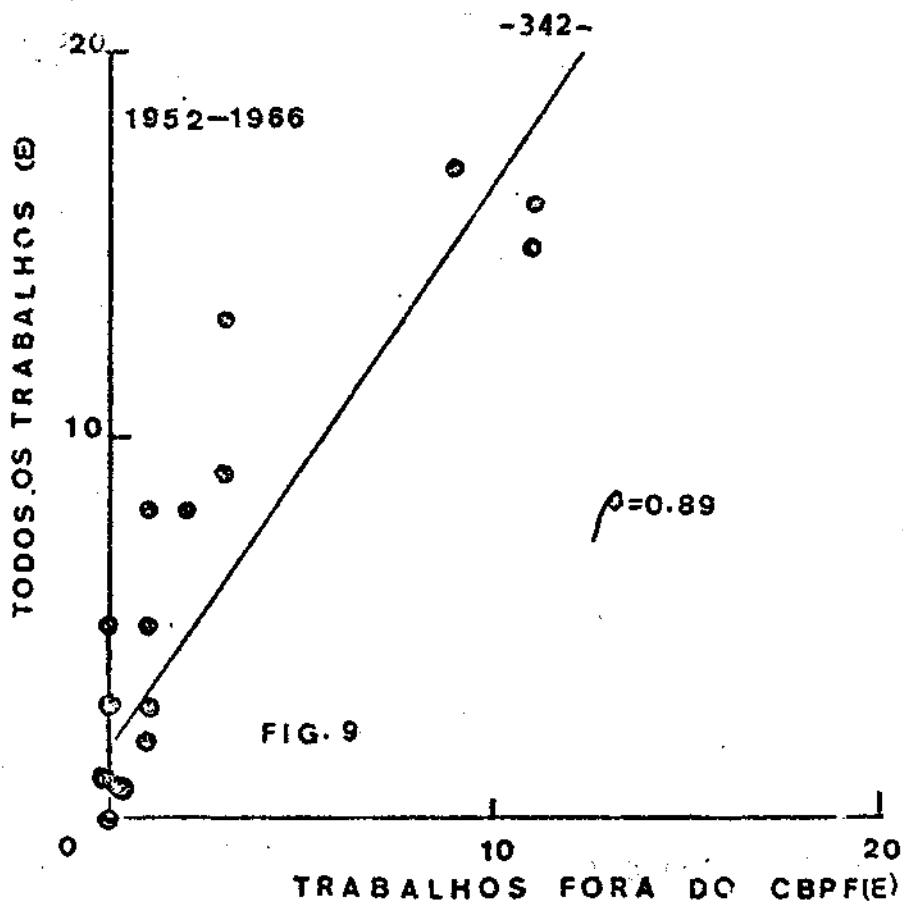
or mas as oscilações na componente experimental foram mais efetivas para moldar os detalhes da tendência global; em particular, como vimos, o máximo em 1961 está fortemente associado à produção desse setor. No período seguinte a produção teórica foi tão abundante que dominou completamente todos os aspectos da tendência global.

O grau de associação entre os dois setores é estimado usando o fato de que a soma dos quadrados dos coeficientes de correlação em cada período deve estar entre 1 (setores estatisticamente independentes) e 2 (setores fortemente correlacionados); os valores encontrados são 1,59 e 1,58, respectivamente, para o primeiro e segundo períodos. Este resultado conduz a valores a meio caminho entre 0 e 1 para o coeficiente de correlação entre os setores nos dois períodos (os valores calculados são 0,60 e 0,54). Essa região está fora dos limites de confiança aceitáveis usualmente para qualquer inferência sobre o grau de associação das duas componentes, a salvo das flutuações estatísticas. Assim, o resultado é compatível com a inexistência de qualquer grau de dependência entre aqueles setores.

Os dois setores podem entretanto revelar um ligeiro acoplamento genuíno produzido indiretamente, através das facilidades instaladas e de projetos de interesse comum. Qualquer melhoramento nas facilidades instaladas para cálculo numérico, por exemplo, ou nos serviços de biblioteca - favorecendo o acesso e dando cobertura mais ampla à literatura de uso corrente - tende a afetar positivamente ambos os setores; a existência de projetos de formação de pessoal de interesse comum, como o dos cursos de pós-graduação, favorece a seleção de vocações e o apuro na qualificação que leva em princípio efeitos estimulantes a ambos os setores.

Acreditamos que o aumento vertical na produção teórica registrado no segundo período deveu-se em boa medida a aperfeiçoamento nesses organismos de infraestrutura. Que a resposta do setor experimental não tenha sido tão brilhante nesse particular se compreende porque esse setor depende criticamente de outros organis -





mos de infraestrutura, além daqueles, e porque a organização curricular do CBPF favorece nitidamente as vocações teóricas.

O grau de acoplamento à produção global de cada setor da componente não vinculada ao CBPF em cada um dos períodos pode ser estimado a partir dos dados das Figs. 7 - 10. Constatase que no período 1952-1966 tanto a componente não vinculada do setor teórico como a do setor experimental mostram significativo acoplamento à produção global setorial. A diferença entre os coeficientes de correlação não é estatisticamente significativa; entretanto a componente não vinculada do setor experimental pode ter afetado mais fortemente a produção global do período porque seu volume foi maior que a do setor teórico. No período seguinte os valores dos coeficientes de correlação são compatíveis com um grau desprezível de associação entre as componentes, embora possa ter havido um ligeiro acoplamento genuíno no caso teórico. Nesse período o comportamento da produção de cada setor passou a ser francamente dominado pela componente vinculada ao CBPF em ambos os setores.

As principais conclusões desta análise são:

- 1) Os dois períodos tiveram fases ascendentes dominadas por condições psicológicas desiguais, francamente favoráveis no primeiro e desfavoráveis no segundo.
- 2) A produção científica global se tornou mais independente da componente externa ao CBPF no segundo período, tanto no volume como na susceptibilidade.
- 3) Fatores sinérgicos entre os setores teórico e experimental, se presentes, não foram operantes no plano da pesquisa científica, mas indiretamente, através da infraestrutura de uso comum e do projeto de pós-graduação em curso no segundo período.
- 4) A institucionalização dos cursos de pós-graduação, de colaborações científicas, a adoção de formas de intercâmbio favorecendo a vinda de visitantes e a melhoria da infraestrutura de apoio, particularmente nos setores de cálculo numérico, documenta

ção e informação científica, dão conta dos principais aspectos e comportamentos do segundo período relativamente ao primeiro, constatados nesta análise.

Agradecemos à Themis F. Gomes e Helena de Souza Ciccari-  
no pelo trabalho de elaboração, crítica e atualização do ACCUMULA-  
TED INDEX OF PUBLICATIONS.

### Referências

1. A. MARQUES: CBPF - 21 Anos de Trabalhos Científicos, Ciência e Sociedade, Vol. II, Nº 1 (1973).
2. T.F. GOMES e A. MARQUES: Uma Seleção de Periódicos Científicos para a Área da Física, Ciência e Sociedade, Vol. II, Nº 7 (1974).
3. CBPF ACCUMULATED INDEX OF PUBLICATIONS, ed. 1975 (na impressão).