

EXPERIÊNCIA DA ACESITA NA FORMAÇÃO DE PESQUISADORES PARA A ÁREA  
DE METALURGIA, SUA METODOLOGIA DE PESQUISA E RESULTADOS

AUTORES:

- . Anfilófilo Salles Martins
- . Hênio Loures Fontes
- . José Luiz Resende Pimenta

RESUMO:

O trabalho proposto visa à apresentação das políticas e diretrizes da Empresa para o desenvolvimento de pesquisa tendo, como objetivo, a absorção, adaptação e desenvolvimento de tecnologias.

Apresentam-se os diversos Programas de Formação de Pessoal de Nível Universitário e sua integração com as Universidades, desde os Cursos de Graduação através do Programa de Iniciação Científica até o de Mestrado e Doutorado.

Apresentar-se-ão também os resultados obtidos pela Empresa ao longo de 12 anos desses programas, assim como a atuação dos pesquisadores já formados e sua metodologia de trabalho no âmbito da Usina Siderúrgica em Timóteo - MG.

- 
- . Anfilófilo Salles Martins - Engenheiro Mecânico, Chefe da Seção de Formação e Treinamento - ACESITA
  - . Hênio Loures Fontes - Matemático - Administrador de Empresas, Assistente de Recursos Humanos - ACESITA
  - . José Luiz Resende Pimenta - Engenheiro Metalurgista, Chefe da Divisão de Metalurgia - ACESITA

## 1 - INTRODUÇÃO

A ACESITA, durante a fase de expansão iniciada em 1974, necessitava de uma equipe altamente especializada para absorver e adaptar as tecnologias, visando a produzir aços especiais até então importados. Estabeleceram-se políticas e diretrizes de pesquisas tecnológicas e de pessoal da área de pesquisa que resultou na formação, numa primeira fase, de 51 mestres, sendo 30 dissertações defendidas em metalurgia e, numa segunda fase iniciada em 1986, está previsto formação de 29 mestres e 11 doutores em metalurgia.

A equipe preparada atua na Empresa fornecendo suporte tecnológico nas áreas de processo e de produto, promovendo melhorias e inovações. Faz intercâmbio com Universidades e Centros de Pesquisa e Desenvolvimento. Participa dos rumos técnico e científico da Empresa.

## 2 - DESENVOLVIMENTO

Com a expansão, a ACESITA teria que absorver novas tecnologias e, conseqüentemente, era necessário elevar o nível técnico de seus recursos humanos, para que se pudessem implantar e colocar, em operação, novos equipamentos.

Estrategicamente a ACESITA adotou um modelo de buscar tecnologia em diversos países do mundo e em empresas diversificadas, dentro da sua linha de produção, para que pudessemos conhecer melhor as várias experiências internacionais e adaptá-las a sua realidade, visando ao pleno domínio da Tecnologia, e ao mesmo tempo formar uma equipe de pesquisadores com embasamento técnico-científico para facilitar a comunicação no intercâmbio com técnicos estrangeiros, visando a garantir uma transferência de tecnologia e posteriormente adaptá-la à realidade nacional.

No Anexo 1, apresentamos um quadro relacionando os principais equipamentos implantados, área de implantação e a tecnologia de origem.

Para assegurar a transferência de Tecnologias, necessário também foi definir, por parte da Empresa, quais seriam as crenças e valores que iriam apoiar todo o processo como também definir as políticas de Pesquisas Tecnológicas.

A Empresa acredita:

- . Na capacidade de desenvolvimento das pessoas.
- . Na livre iniciativa, como forma para seu permanente desenvolvimento, tendo o lucro como indicador da boa condução dos negócios.
- . Na necessidade de constante desenvolvimento de sua tecnologia para assegurar o seu contínuo crescimento.

Quanto às Políticas de Pesquisa Tecnológica, citamos algumas:

- . Procurar fortalecer-se em termos de tecnologia industrial própria, executando pesquisas e desenvolvimento nas áreas de conhecimento científico relevante a suas atividades.
- . Não pretender a auto-suficiência em pesquisas e desenvolvimento apoiando-se, sempre que possível, em entidades externas para sua realização.

O desenvolvimento tecnológico da Empresa, em função da expansão, pode ser dividido em 3 fases distintas, conforme descrição a seguir:

1ª Fase - 1975 a 1980:

Tivemos neste período a implantação dos diversos equipamentos dentro do fluxo de produção, bem como a operação dos mesmos. Destaca-se também como uma fase de Absorção de Tecnologia. Já neste período, tivemos concluído o 1º Programa de Formação de Mestres.

2ª Fase - 1981 a 1985:

Este foi o período de produção e consolidação da nossa primeira fase de expansão. Procuramos adaptar a tecnologia à realidade nacional. Foi um período marcado pelo treinamento interno visando ao repasse e divulgação dos conhecimentos absorvidos e já adaptados.

3ª Fase - 1986:

Fase de sustentação e desenvolvimento de tecnologias, que irá garantir a repetitividade dos resultados alcançados bem como promover o desenvolvimento de sua própria tecnologia. Inclui-se, nesta fase, uma nova etapa de Formação de Mestres e

Doutores.

Apresentamos, no Anexo 2, em forma de diagrama, as fases do desenvolvimento tecnológico citadas.

## 2.1- Formação de Mão-de-obra para a Área de Pesquisa

A ACESITA, dentro do seu modelo de desenvolvimento tecnológico, sempre procurou manter um relacionamento com as Universidades. Este envolvimento acontece em 2 momentos: o primeiro na fase de formação acadêmica com o desenvolvimento do programa de iniciação científica e posteriormente num estágio mais avançado de conteúdo tecnológico, em programas de especialização e de pós-graduação.

Apresentamos, no Anexo 3, o diagrama representativo do modelo de Formação e Preparação de Pessoal Universitário.

### 2.1.1- Programa de Iniciação Científica

A formação de um pesquisador e a sua identificação com uma empresa deve começar ainda na fase de formação acadêmica a partir do 7º período do Curso de Graduação, quando se inicia o processo de despertar, no mesmo, o espírito de pesquisa, orientando-o devidamente para este fim.

O referido programa tem como objetivo maior, identificar estudantes universitários com potencial para se desenvolver na área de pesquisa, visando no futuro, a constituição de uma equipe especializada, voltada para esta área.

Este programa envolve as seguintes Universidades:

- . Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG - Belo Horizonte - MG
- . Instituto de Tecnologia - MIT - Governador Valadares - MG
- . Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP - Ouro Preto - MG
- . Centro Federal de Educação Tecnológica - CEFET - Belo Horizonte - MG.

A Empresa mantém atualmente um quadro de 27 estudantes integrados ao programa,

recebendo cada um uma bolsa de complementação educacional.

As etapas do programa constituem-se de: Estágio de Férias na Usina Siderúrgica, onde o estudante conhece a Empresa e tem oportunidade de colocar em prática os conhecimentos adquiridos; Pesquisas em Assuntos de interesse da Empresa com orientação de Professores e Técnicos da Usina desenvolvem-se, nas Universidades, durante os períodos de aula.

Durante o programa faz-se um acompanhamento sistemático pela área de Recursos Humanos e Área Técnica e, ao final do curso acadêmico, dependendo do desempenho apresentado pelo estudante, faz-se um convite para admissão no quadro de Trainee da Empresa.

#### 2.1.2- Programa de Trainee

O Programa de Trainee tem como objetivo ter pessoal recém-formado, admitido e adaptado à realidade da Empresa, visando ao seu aproveitamento futuro em atividades Gerenciais, de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico.

A seleção do pessoal é feita através do Programa de Iniciação Científica e Estágio.

O Programa tem a duração de 2 anos, prevendo-se rodízio dos Trainees em áreas afins, visando a dar-lhes oportunidade de maior conhecimento do processo de produção.

Ao Trainee é dada a oportunidade de desenvolver projetos específicos, bem como participar de projetos de capacitação. Após o período de preparação, o Trainee é aproveitado em uma função Técnica ou Gerencial, de acordo com suas potencialidades e necessidades da Empresa.

A função técnica subdivide-se em 2 áreas de atuação, sendo uma de apoio a Produção, mais voltada à operacionalização e outra de pesquisa.

### 2.1.3- Programa de Mestrado e Doutorado

Iniciado em 1975, o programa já formou 30 Mestres em Metalurgia, num total de 39 matriculados, no período de 1975 a 1981. Vide quadro demonstrativo, Anexo 4.

Em 1986, a ACESITA decidiu pela reimplantação de tal programa, considerando a necessidade de fixação e desenvolvimento tecnológico, bem como garantir a repetitividade dos resultados alcançados até então. Vide quadro demonstrativo, Anexo 5.

Assim sendo, o referido programa teve, no passado, o objetivo de formar uma equipe altamente especializada para absorver e adaptar tecnologias úteis à Empresa. Atualmente, entretanto, o objetivo é formar uma equipe que possa sustentar e desenvolver essas tecnologias.

O programa tem o seu desenvolvimento junto à Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), por intermédio da Fundação Cristiano Ottoni (FCO). A maior parte dos recursos é financiado, pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP).

A coordenação administrativa está sob a responsabilidade da área de Recursos Humanos, existindo também uma coordenação técnica subdividida de acordo com as especialidades do programa.

Estamos desenvolvendo um Programa de Mestrado nas seguintes especialidades:

- . Metalurgia
- . Mecânica
- . Elétrica
- . Eletrônica
- . Automação
- . Administração

E o programa de Doutorado na Especialidade de Metalurgia.

#### Etapas:

Seleção dos Candidatos:

Feita na Usina após indicação por parte das Chefias das áreas. É feita uma análise dos candidatos sob vários aspectos, inclusive uma entrevista com o Coordenador

Técnico responsável pela especialidade do programa.

#### Preparação e Nivelamento:

Esta etapa é necessária para uma reciclagem dos conhecimentos acadêmicos do futuro Mestrando, sendo a fase de nivelamento eliminatória. Ocorre na Usina e na Universidade, respectivamente.

#### Obtenção de Créditos:

Desenvolve-se na Universidade com duração variando de 12 a 18 meses. Nesta fase, cursam-se disciplinas determinadas pelo futuro tema de dissertação ou tese a ser defendida.

#### Defesa de Dissertação ou Tese:

Desenvolve-se na Usina e na Universidade, variando em função do tema, com uma duração prevista de 1 a 3 anos. Nesta etapa exige-se o desenvolvimento de um tema com aplicabilidade de acordo com os interesses da ACESITA.

### 3 - ATUAÇÃO E PLANO DE CARREIRA

Os pesquisadores são agrupados fisicamente junto às áreas de operação e administrativamente gerenciados pela Divisão de Metalurgia.

Estes grupos são feitos por processo ou por produto conforme a necessidade da Empresa.

O modo de atuação é feito através de serviços de apoio técnico para os problemas de curta duração ou de projetos em estrutura matricial para aqueles que demandam maior tempo de duração.

Após a fase de conclusão de créditos, os mestrandos são alocados na Divisão de Metalurgia e seguem uma carreira de pesquisador específica na Empresa, conforme discriminação a seguir:

- . Pesquisador Assistente I - Após a conclusão dos créditos.
- . Pesquisador Assistente II - Após a defesa da dissertação.

- . Pesquisador Júnior - após 6 anos de experiência
- . Pesquisador Senior - após 10 anos de experiência

#### 4 - RESULTADOS

O Programa e uma atuação conjunta dos pesquisadores permitiram um trabalho de equipe com as áreas da Usina, o que tem contribuído efetivamente para o processo de produção de:

- Gusa com sistema de injeção de finos de carvão (patente ACESITA);
- Chapas inoxidáveis laminadas a frio;
- Aços silícios de GNO de baixa perda;
- Aços silícios de GO via LD, VOD, Laminadores Steckel e Laminação a Frio (Tecnologia ACESITA);
- Chapas de aço alto-carbono com baixa anisotropia;
- Chapas de aço ao Carbono microligados de alta resistência;

Ressalta-se também a melhoria do rendimento e da qualidade dos aços não-planos para construção mecânica e o desenvolvimento de aços em barras de corte livre.

Numa avaliação formal do programa, verificamos que os trabalhos produzidos pelos pesquisadores, geraram:

- Aumento de rendimento;
- Redução no consumo de óleo combustível;
- Garantia da estabilidade de qualidade;
- Organização, eficiência e uniformização dos métodos de trabalho;
- Redução de reclamações e devoluções de produto;
- Participação ativa na área de produção de álcool;
- Ampliação do leque de oferta de produtos;
- Substituição de importação de produto acabado;
- Independência tecnológica.

Constatou-se também que a Empresa já obteve um retorno de 5 vezes o custo do programa.



A seguir, apresentamos uma relação das dissertações defendidas por ordem cronológica de defesa.

- . Efeito de uma Normalização na Evolução da Textura e no Enrugamento do Aço Inoxidável.
- . Determinação das Tensões de Escoamento em Estado Plano de Deformação.
- . Modelo Matemático para Alto-Forno a Carvão Vegetal.
- . Determinação de Tensão de Trefilação de Barras Cilíndricas.
- . Estudo das Causas do Desgaste de Refratários de Conversores LD Durante a Fabricação de Aços de Médio e Alto Carbono.
- . Análise do Processo de Laminação a Quente.
- . Tratamento Termo-Químico do Minério para Altos-fornos a Carvão Vegetal Operando em Alta Produtividade.
- . Análise Térmica do Linhotamento Contínuo.
- . Contribuição ao Estudo dos Fornos Elétricos.
- . Modelo de Circulação dos Álcalis em Alto-forno a Carvão Vegetal.
- . Estudo sobre a Anisotropia nas Propriedades Mecânicas de Chapas de Aço com Alto Teor de Carbono Laminadas a Quente.
- . A Estimativa de Temperabilidade do Aço SAE 8620 a Partir de sua Composição Química e Tamanho do Grão.
- . Diagnóstico da Substituição de Combustível numa Usina Siderúrgica Integrada a Carvão Vegetal, Baseado num Modelo Energético Efetivamente Implantado.
- . Controle Estático do Processo LD.
- . Macrosegregação em Lingotes de Aço Acalmado.
- . Influência das Variáveis de Processamento na Esferoidização do Aço SAE 52100.
- . Modelo Matemático do Alto-forno a Carvão Vegetal a Luz da Aplicação de Fenômenos de Transporte.
- . Estudo das Propriedades dos Cilindros Fundidos para Laminação.
- . Desenvolvimentos Experimentais e Operacionais para a Produção do Aço Inoxidável

Ferrítico ABNT 430 na ACESITA.

- . Análise de Variação das Propriedades Mecânicas a Tração Provocadas pela Trefilação de Barras de Aço AISI 1212.
- . Estudo da Influência das Condições Geométricas do Processo de Laminação na Geração de Trincas no Trem Desbastador da ACESITA.
- . Controle do Processo AOD.
- . Análise da Formabilidade a Quente do Aço Ressulfurado ao Chumbo SAE 12614 Previamente Conformado.
- . Formabilidade a Quente dos Aços Ressulfurados Baixo Carbono em Estado Bruto de Fusão, no Desbastador da ACESITA.
- . Determinação da Bitola Intermediária Ótima o Aço Silício Laminado a Quente Via Steckel.
- . Distribuição de Sulfeto no Aço Silício 3% Via Laminação Steckel.
- . Determinação da Sequência de Passes na Laminação a Quente de Placas de Aço.
- . Controle do Processo de Fabricação de Aços ao Silício Via VOR.
- . Estudo Experimental da Laminação de Aços ao Carbono e Microligados em Laminador Steckel.
- . Análise de Resultados Operacionais da Injeção de Finos do AF-2 da acesita.
- . Influência da Intensidade de Deformação a Frio no Comportamento Anódico do Aço Inoxidável ABNT 304.
- . Otimização da Qualidade do Sinter a Carvão Vegetal.
- . Influência da Redução sobre a Estampabilidade de Chapas de Aço Inoxidável ABNT 430 Laminadas a Frio.

No período de 1975 a 1988, foram apresentados 187 trabalhos pelos pesquisadores nos Simposios Internos Semestrais da ACESITA, o que corresponde a um percentual de cerca de 60% em relação ao total apresentado.

## 5 - CONCLUSÃO

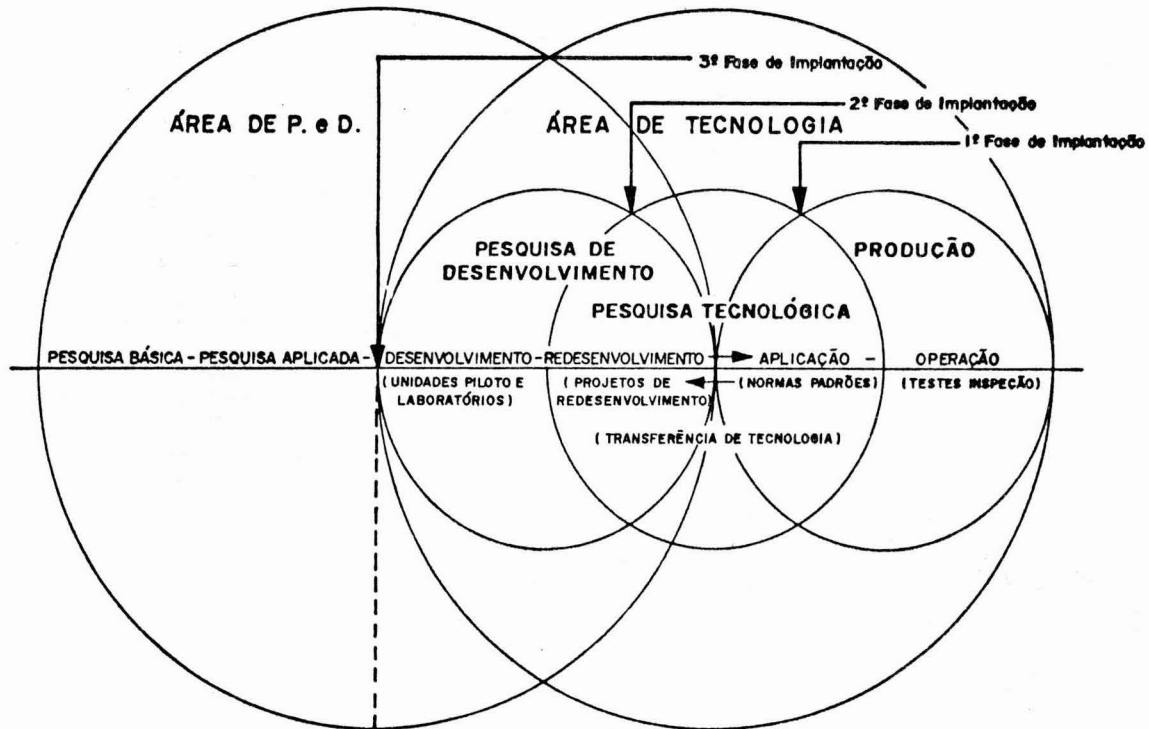
O Programa de Formação de Mestres e Doutores ensejou à ACESITA constituir uma equipe técnica capacitada, que tem atendido os objetivos propostos em sua expansão, pois desenvolveu uma linha de produtos de tecnologia altamente sofisticada e inédita no país na produção de aços ao silício e inoxidável em planos laminados a frio que vêm atendendo plenamente à necessidade do mercado brasileiro.

## 6 - BIBLIOGRAFIA

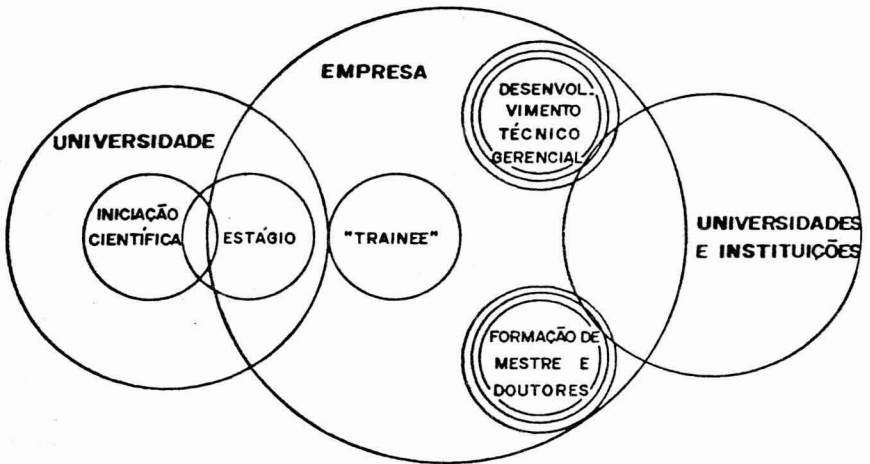
- 1 - GODOY, J. Martins - Relacionamento Empresa/Universidade: A Perspectiva da Universidade, UFMG, Belo Horizonte, 1982.
- 2 - PIMENTA, J. L. Resende e Outros - 1º Seminário de Nivelamento de Conceitos da Função de Metalurgia: Plano de Capacitação de Executivos/Programa a Nível de Organização, Timóteo, 1977.
- 3 - CARVALHO, T. M. Macedo; COSTA, J. M. Barcelos - Plano de Estágio/Iniciação Científica, Timóteo, 1985.
- 4 - FONTES, H. Loures - Produção Científica do Programa de Mestrado na ACESITA, Timóteo, 1983.
- 5 - ARCIONI, Wagner - Projeto Trainee - Reserva de Mão-de-obra Estratégica, Timóteo, 1979.

<b>ÁREA</b>	<b>EQUIPAMENTO/PROCESSOS</b>	<b>TECNOLOGIA</b>
REDUÇÃO	ALTO FORNO	ACESITA DELATRE DAVINER
ACIARIA	FORNO LD II LINGOTAMENTO CONTÍNUO AOD VOR METALURGIA NA PANELA	NIPPON STEEL VOEST ALPINE CONCAST UNION CARBIDE DAIDO STEEL DAIDO STEEL DAIDO STEEL
LAMINAÇÃO PLANOS	LAMINAÇÃO A QUENTE LAMINAÇÃO SILÍCIO LAMINAÇÃO INOX	SURA - HAMMARS ARMCO STEEL ARMCO STEEL
LAMINAÇÃO NÃO PLANOS	RE-DESENVOLVIMENTO DOS PROCESSOS BARRAS GROSSAS BARRAS FINAS BENEFICIADOS	DAIDO STEEL

**PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS  
IMPLANTADOS NA USINA SIDERÚRGICA DE TIMÓTEO**



FASES DO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO



**FORMAÇÃO E  
PREPARAÇÃO DE PESSOAL UNIVERSITÁRIO**

SITUAÇÃO ESPECIALIDADES	MATRÍCULADOS	TESES DEFENDIDAS	DEIXARAM O CURSO	DEIXARAM CIA.		ATUAM CIA.	
				COM TESE DEFENDIDA	SEM TESE DEFENDIDA	ÁREA PESQUISA	EM OUTRA ÁREA
METALURGIA	39	30	3	7	6	18	5
TÉRMICA	6	4	-	-	2	4	-
MECÂNICA	1	-	1	-	-	-	-
ELÉTRICA	3	3	-	1	-	1	1
ELETRÔNICA	2	1	-	-	1	-	1
TOTAL	51	38	4	8	9	23	7

PERÍODO: 1975 - 1981

DEMONSTRATIVO DO PROGRAMA MESTRADO

**MESTRADO**

ESPECIALIDADE	ÁREA DE CONCENTRAÇÃO	1986	1987	1988	1989	TOTAL
METALURGIA	EXTRATIVA	2	2	2	2	8
	SOLIDIFICAÇÃO	-	1	1	-	2
	CONFORMAÇÃO MECÂNICA	-	3	4	4	11
	METALURGIA FÍSICA	5	1	1	-	7
	APLIC. DE MATERIAIS E SOLDAS	-	1	-	-	1
MECÂNICA	CONSTRUÇÃO DE MÁQUINAS	1	-	-	-	1
	TÉRMICA	1	-	1	-	2
ELÉTRICA	SISTEMA DE POTÊNCIA	1	-	-	-	1
ELETRÔNICA	ELETRÔNICA	-	2	-	1	3
AUTOMAÇÃO	CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO	3	2	3	3	11
	MATEMÁTICA DA COMPUTAÇÃO	-	1	2	2	5
ADMINISTRAÇÃO	GESTÃO DA TECNOLOGIAS	-	1	-	-	1
	<b>T O T A I S</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>53</b>

**DOUTORADO**

ESPECIALIDADE	1986	1988	1989	TOTAL
METALURGIA	1	5	5	11

PROGRAMAÇÃO PREVISÃO - 1986 - 1989