

"A FEA e a USP respeitam os direitos autorais deste trabalho. Nós acreditamos que a melhor proteção contra o uso ilegítimo deste texto é a publicação online. Além de preservar o conteúdo motiva-nos oferecer à sociedade o conhecimento produzido no âmbito da universidade pública e dar publicidade ao esforço do pesquisador. Entretanto, caso não seja do interesse do autor manter o documento online, pedimos compreensão em relação à iniciativa e o contato pelo e-mail [bibfea@usp.br](mailto:bibfea@usp.br) para que possamos tomar as providências cabíveis (remoção da tese ou dissertação da BDTD)."

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA  
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE  
“MODELAGEM MATEMÁTICA EM FINANÇAS”

## **Modelagem de Passivo de Fundos de Pensão**

**Vitor Michele Ziruolo**

Orientador

Prof. Dr. Júlio M. Stern

São Paulo

2004

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA  
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE  
“MODELAGEM MATEMÁTICA EM FINANÇAS”

## **Modelagem de Passivo de Fundos de Pensão**

**Vitor Michele Ziruolo**

Dissertação apresentada à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade e ao Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre.

Orientador

Prof. Dr. Júlio M. Stern

São Paulo

2004

## RESUMO

O trabalho é um estudo sobre Modelagem de Passivo de Fundos de Pensão com Plano de Benefício Definido. Adotamos uma abordagem baseada em um processo ramificado considerando o comportamento aleatório dos fluxos futuros de benefícios e contribuições de cada participante, em substituição ao cálculo atuarial usual. Introduzimos também uma medida de risco para os valores esperados de benefícios e contribuições. Este modelo foi testado para o caso da Fundação ELOS, comprovando a eficácia do modelo proposto. Também neste trabalho, nós realizamos o ajuste de uma Tábua de Mortalidade utilizando o método PEXE (Piecewise Exponential Estimator), baseado em dados da Secretaria de Saúde do Estado de Santa Catarina. A partir da utilização desta Tábua Ajustada na análise atuarial da Fundação, foi possível realizar um estudo comparativo e concluir sobre a validade do método PEXE para determinar uma previsão de mortalidade mais precisa para uma população específica. Estes resultados são de extrema relevância para uma gestão mais eficiente do ativo da Fundação, visando honrar seus compromissos futuros com seus beneficiários.

## **ABSTRACT**

*The work is a study on Modeling of Liabilities of Pension Funds with Plan of Definite Benefit. We adopted a boarding based on a branching process, considering the random behavior of the future flows of benefits and contributions of each participant, in substitution to the usual actuarial analysis. We also introduced a measure of risk for the expected values of benefits and contributions. This model was tested for the case of the Foundation ELOS, proving the effectiveness of the considered model. In this work, we also carried through the adjustment of a Mortality Table using method PEXE, based on data of the Secretariat of Health of the State of Santa Catarina. From the use of this Adjusted Table in the actuarial analysis of the Foundation, it was possible to carry through comparative studies and to conclude on the validity of method PEXE to determine a more accurate forecast of mortality for a specific population. These results have extreme relevance for a more efficient management of the Foundation's asset, aiming to honor its future commitments with its beneficiaries.*

**Agradecimentos:**

Registro meu agradecimento a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o resultado deste trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Júlio Stern, pela compreensão e confiança depositadas em meu trabalho, sem os quais não teria obtido sucesso.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto de Bragança Pereira, pelos seus aconselhamentos e disponibilidade sempre que precisei.

Ao colega Fábio Nakano, pela sua inestimável ajuda ao longo de a toda execução do trabalho.

À Fundação ELOS, com referência especial ao Silvio Satti e ao Stenio Manfredini, pelo apoio e acesso irrestrito aos dados primários.

Ao Prof. Dr. José Roberto Securato, por ser uma pessoa fundamental em minha formação acadêmica e profissional.

Ao Banco Safra S.A. que investiu em meu desenvolvimento profissional, com referência especial a Vitória Boldrim e Dráuzio Ferreira.

Ao meu chefe Rene Burim, pelo apoio irrestrito, e ao colega Álvaro Arcos, pela ajuda na obtenção de dados.

À Aline, pelo seu incentivo no período no qual me dediquei a esta dissertação.

À Maria José, por ser um exemplo de luta e determinação em minha vida.

Por fim, agradeço a todos os meus amigos e familiares que me motivaram, diariamente, para alcançar meus objetivos.

<b>1. Introdução.....</b>	<b>7</b>
1.1. Previdência Complementar.....	7
1.2. Plano de Benefício Definido.....	9
1.3. Fundação ELOS.....	10
1.4. Regulamento do Plano.....	12
1.4.1. Contribuições.....	12
1.4.2. Benefícios.....	13
<b>2. Análise Atuarial por Processos Ramificados.....</b>	<b>16</b>
2.1. O Modelo.....	16
2.2. Construção do Processo Ramificado.....	17
2.3. Árvore para Participantes Ativos.....	18
2.4. Árvore para Participantes Aposentados.....	20
2.5. Tábuas de Expectativa de Vida – Método PEXE.....	22
<b>3. Aplicação à Fundação ELOS.....</b>	<b>30</b>
3.1. Cálculo Atuarial em Condições Padrão.....	30
3.1.1. Parâmetros do Modelo.....	30
3.1.2. Resultados.....	33
3.2. Cálculo Atuarial com Tábua Ajustada via PEXE.....	41
3.2.1. Tábua Ajustada via PEXE.....	41
3.2.2. Resultados.....	45
<b>4. Conclusões.....</b>	<b>47</b>
<b>Referência Bibliográfica.....</b>	<b>49</b>

# Capítulo 1

## Introdução

Neste capítulo, discutiremos o objetivo do trabalho e as razões teóricas para o seu desenvolvimento. Faremos uma breve exposição sobre o setor de Previdência Complementar e detalharemos o caso da Fundação ELOS, bem como as regras de seu Plano de Benefícios.

### 1.1 Previdência Complementar

O benefício pago pela Previdência Social, em sua grande maioria, não assegura a manutenção do padrão de vida do trabalhador, principalmente para os trabalhadores de remuneração média ou alta, o padrão de vida cai e aquela aposentadoria que era um prêmio depois de tantos anos, mais parece um castigo. À medida que a idade avança, essa é uma preocupação cada vez mais crescente.

As empresas também sentem a necessidade de assegurar para seus empregados um complemento aos benefícios da Previdência Social, como forma de aumentar a produtividade e como recompensa pelos anos de dedicação; a manutenção de um programa de Previdência Complementar passou a ser importante para as empresas na contratação de profissionais, bem como passou a orientar a escolha destes, quando da procura de uma colocação.

Em 1978, foi regulamentada a Previdência Complementar, como um benefício que as empresas podiam proporcionar a seus empregados. Surgiram as entidades abertas e fechadas de previdência privada; estas sem fins lucrativos, ao contrário das abertas.

A constituição de um plano próprio hoje em dia, só se justifica no caso de grandes empresas ou grupos econômicos, pelos custos e complexidade envolvidos. É muito comum, por isso, que a decisão de implantar o benefício seja acompanhada da decisão de aderir a planos já existentes, fechados (fundos multi-patrocinados), ou abertos (previdência privada administrada por bancos ou seguradoras).

A decisão deve levar em conta os custos administrativos, as perspectivas de rentabilidade, a diversificação dos investimentos, a segurança, a participação e a transparência.

Os Fundos de Pensão são entidades de previdência privada, fiscalizadas pela Secretaria de Previdência Complementar, do Ministério da Previdência, cujo objetivo é o pagamento aos seus participantes de um valor adicional ao que é concedido pelo INSS. Estes fundos são organizados para beneficiar os empregados de uma empresa ou um grupo de empresas. Essas entidades não têm fins lucrativos e são custeadas com recursos arrecadados tanto das patrocinadoras como dos participantes. Existem mais de 350 Fundos de Pensão no Brasil e o Patrimônio desses fundos alcança cerca de R\$ 200 bilhões.

As contribuições para o Fundo devem vir tanto da empresa como dos empregados, existindo casos em que só a empresa contribui; a parte da empresa deve corresponder, no mínimo, a 30% das contribuições totais. A despesa da empresa referente à contribuição para o Fundo, para ser dedutível no cálculo do imposto de renda, não deve ultrapassar a 20% da folha de salários. As contribuições dos empregados são dedutíveis da Renda Bruta, no cálculo do Imposto de Renda, até o limite de 12% do rendimento anual.

Quando o empregado perde o vínculo empregatício com a empresa, antes de ser elegível a receber um benefício de aposentadoria, é garantido o direito de resgatar o total ou parte das contribuições por ele feitas; mais recentemente, passou a haver a possibilidade de receber também parte ou toda a contribuição feita pela empresa.

Os Fundos de Pensão administram Planos de Benefício Definido (ou seja, que garantem ao Participante um benefício futuro pré-estabelecido e vitalício), ou de Contribuição Definida (em que o benefício futuro depende do capital acumulado ao longo do período de contribuição, e da rentabilidade obtida).

Existem também planos mistos, basicamente de contribuições definidas, mas incluindo algum benefício de risco (invalidez e morte). Há ainda os planos de benefícios definidos, complementares ao INSS, e outros que são totalmente desvinculados do INSS.

No Plano de Benefício Definido, por este garantir uma renda pré-determinada ao trabalhador, torna-se fundamental um trabalho específico e detalhado de estimação do passivo do Fundo de Pensão, bem como a determinação de medidas de risco associadas às

variáveis que afetam o cálculo deste passivo, sem os quais torna-se impossível uma gestão eficiente do ativo da Fundação.

Descreveremos no próximo tópico, algumas características e riscos associados ao modelo de Plano de Benefício Definido.

## 1.2 Plano de Benefício Definido

A principal característica deste tipo de plano, como já dito anteriormente, é o fato dele garantir uma renda pré-determinada diretamente relacionada ao salário do beneficiário, quando ativo a título de complementação de aposentadoria. Além desta característica podemos apresentar outros aspectos importantes relacionados ao Plano BD:

- Solidariedade: de uma maneira geral, esta espécie de plano sempre adota alguma forma de solidariedade entre seus participantes, de maneira que haja transferência de renda dos participantes de maiores salários de participação para os que têm menos capacidade de contribuição;

- Riscos Atuariais: as necessidades de financiamento dos benefícios cobertos pelo plano ou insuficiência de reservas matemáticas são providas e partilhadas entre patrocinador e participante;

- Riscos Financeiros: as insuficiências de retorno das aplicações dos ativos garantidores dos benefícios do plano são também absorvidas pelo patrocinador, juntamente com o participante;

Compreender como interagem os riscos atuariais e financeiros é um aspecto primordial na formulação das estratégias de investimentos, pois a entidade deve incorrer em um risco financeiro, para gestão dos recursos, compatível com o nível do risco atuarial de seus planos.

Com relação aos Riscos Atuariais, as entidades, ao avaliarem a evolução de seus planos de benefícios, deverão verificar se houve ou não desvio entre as premissas planejadas e as efetivamente realizadas; aí, então, deverão corrigir os possíveis desvios das premissas atuariais, que se configuram em dois grupos:

I – Financeiras

Taxa Real de Juros - avaliar se a taxa de retorno dos investimentos prevista pelo atuário se efetivou. Caso contrário, buscar os motivos e avaliar a necessidade de ajustes no plano de custeio, para compensar os resultados não obtidos.

Crescimento Real dos Salários - é uma variável importante, pois o salário de benefício é calculado na base do salário da data de aposentadoria - e não do salário atual - e quanto maior a taxa de crescimento do salário, maior será o benefício estimado e os seus efeitos no montante das reservas matemáticas de aposentadoria. É importante que a entidade, em conjunto com o atuário, reavalie essa hipótese, periodicamente, para que esteja sempre mais próxima possível da política de recursos humanos da patrocinadora.

## II – Biométricas

Tábuas Biométricas - a probabilidade de falecimento do grupo em análise pode levar o plano a reduzir ou aumentar os seus custos. Se a tábua biométrica utilizada sugerir uma probabilidade de morte maior que a observada, irá projetar valores de reservas de benefícios por morte, superiores aos necessários. Em compensação, para aqueles benefícios que se deve projetar o período de sobrevivência, tais como benefícios de aposentadoria, terão suas reservas subestimadas, ou seja, reservas menores que as observadas. Como os benefícios de aposentadoria são os de valores mais significativos, é aconselhável que a tábua adotada pelo atuário apresente probabilidade de morte um pouco inferior à observada.

Como objeto de estudo neste trabalho, utilizaremos o Plano de Benefício Definido da Fundação ELOS. No próximo tópico apresentaremos a Fundação.

### **1.3 Fundação ELOS**

No dia 17 de julho de 1973, foi criada a Fundação Eletrosul de Previdência e Assistência Social – ELOS. Em 23 de dezembro de 1997, ocorreu a cisão parcial da Patrocinadora - Instituidora, Centrais Elétricas do Sul do Brasil S.A. - Eletrosul (que, em 23 de dezembro de 1998, teve alterada a sua razão social para Empresa Transmissora de Energia Elétrica do Sul do Brasil S.A. - Eletrosul), com a constituição da “Centrais Geradoras do Sul do Brasil S.A. – Gerasul”, privatizada em 15 de setembro de 1998.

Em 22 de fevereiro de 2002, os acionistas da Tractebel, em Assembléia Geral Extraordinária, aprovaram a mudança de denominação Social da companhia de Centrais Geradoras do Sul do Brasil S.A - Gerasul para Tractebel Energia S.A.

A Fundação Eletrosul de Previdência e Assistência Social - ELOS, que atua no segmento econômico de Seguridade Social, com vocação especializada para administrar Fundo de Pensão, tem como missão atual assegurar a complementação dos benefícios da previdência social aos empregados da Eletrosul, da Tractebel Energia e da ELOS e a seus dependentes, administrando o Fundo de Pensão com contribuições das patrocinadoras e dos participantes.

Para se definir, com relativa clareza, o papel de uma Fundação, como a ELOS, é necessário enfocá-la, no mínimo, segundo três óticas distintas:

- Visão Corporativa (ótica da Patrocinadora): Instrumento de política de RH que permite manter e atrair bons profissionais, renovar seus quadros, diminuir tensões trabalhistas, elevar e manter a motivação e grau de satisfação de seus empregados, entre outros.

- Visão Previdenciária (ótica do Participante): Entidade responsável pela gestão dos recursos de uma coletividade, objetivando assegurar a seus participantes, através de reservas técnicas atuarialmente dimensionadas, um Plano de Benefícios, onde se destaca a complementação de aposentadoria e pensão.

- Visão Sócio-Econômica (ótica da Sociedade): Investidor institucional de longo prazo que, em conjunto com as demais Fundações no Brasil, detém cerca de R\$ 200 bilhões, aplicados em imóveis, ações, títulos públicos e privados e outros ativos e que, portanto, se constitui em importante instrumento de alavancagem da economia nacional.

Dentro deste contexto, podemos perceber a importância de preservar a saúde financeira de uma Fundação como a ELOS. No próximo capítulo detalharemos a modelagem proposta por Stern, Pereira e Nakano [1], que será aplicada para a análise atuarial de um Plano de Benefício Definido da Fundação ELOS, mas antes descreveremos os aspectos relevantes para a análise atuarial contidos no regulamento do Plano BD da Fundação ELOS. Este regulamento está integralmente descrito, para qualquer consulta, no Anexo II.

## 1.4 Regulamento do Plano

A perfeita compreensão das regras contidas dentro do regulamento de um Plano de Benefícios é uma tarefa primordial para efetuar a modelagem de seu fluxo financeiro. As regras de contribuição ou mesmo o valor do benefício podem mudar de plano para plano. Portanto, agora detalharemos estas regras.

### 1.4.1 Contribuições

O Salário Real de Contribuição é o valor sobre o qual incidem as contribuições do participante para a ELOS. Este valor é limitado, mensalmente, a três vezes o maior valor teto do salário de benefício da Previdência Social. Este limite não se aplica aos participantes inscritos até 07.04.1980, podendo este ter optado posteriormente por contribuir pela regra nova, considerando assim, o valor teto de contribuição. As regras de contribuição dos participantes da ELETROSUL estão divididas em dois grupos e são as seguintes:

- Participante aposentado antes de 15.12.00 contribuirá cumulativamente com as taxas abaixo:
  - o 1,80% da parcela do salário de contribuição compreendida até a metade do maior valor teto do salário de benefício da Previdência Social;
  - o 4,60% da parcela do salário de contribuição compreendida entre metade e o maior valor teto do salário de benefício da Previdência Social;
  - o 9,00% da parcela do salário de contribuição que exceder o maior valor teto do salário de benefício da Previdência Social, até três vezes o referido valor teto;
  - o 11,50% da parcela do salário de contribuição que exceder a três vezes o maior valor teto de benefício da Previdência Social.
- Participante ativo e participante aposentado, a partir de 15.12.00, contribuirá cumulativamente com as taxas abaixo:
  - o 2,50% da parcela do salário de contribuição compreendida até a metade do maior valor teto do salário de benefício da Previdência Social;

- o 6,39% da parcela do salário de contribuição compreendida entre metade e o maior valor teto do salário de benefício da Previdência Social;
- o 12,51% da parcela do salário de contribuição que exceder o maior valor teto do salário de benefício da Previdência Social, até três vezes o referido valor teto;
- o 15,59% da parcela do salário de contribuição que exceder a três vezes o maior valor teto de benefício da Previdência Social.

A contribuição relativa à patrocinadora, no caso a ELETROSUL, será paritária com as contribuições dos participantes ativos e dos participantes aposentados após 15.12.00, ou seja, a ELETROSUL depositará mensalmente valor igual ao depósito do participante.

A partir destas regras e conhecendo o salário do participante ativo ou o valor do benefício recebido pelo participante aposentado, podemos calcular a contribuição exata de cada participante.

#### **1.4.2 Benefícios**

O Salário Real de Benefício é o valor correspondente à média aritmética dos salários reais de contribuição, tomados em igual período e corrigidos pelos mesmos índices que a Previdência Social utilizar para o cálculo do seu salário de benefício. Para concessão do benefício devem ser observadas as seguintes carências:

- Os benefícios de complementação de aposentadoria por tempo de serviço e idade são concedidos depois de completada a carência de 120 contribuições para a ELOS. No caso de participante fundador, o prazo de carência é de 60 contribuições mensais;
- Os benefícios de complementação de aposentadoria por invalidez e de pensão são concedidos após carência de 12 contribuições mensais para a ELOS.

Desde que cumpridas as carências acima descritas, os benefícios abrangidos pelo plano e que serão considerados na modelagem, são os seguintes:

- Complementação de Aposentadoria por Invalidez: esta complementação consiste numa renda mensal equivalente à diferença entre o salário real de benefício e o valor da aposentadoria concedida pela Previdência Social. Este benefício independe de carência quando o participante for aposentado em decorrência de acidente de trabalho;
- Complementação de Aposentadoria por Idade: esta complementação consiste numa renda mensal equivalente à diferença entre o salário real de benefício e o valor da aposentadoria concedida pela Previdência Social;
- Complementação de Aposentadoria por Tempo de Serviço: a complementação para aquele participante do sexo masculino que se aposentar com 35 anos de vinculação à Previdência Social, ou do sexo feminino com 30 anos, consiste numa renda mensal equivalente à diferença entre o salário real de benefício e o valor da aposentadoria concedida pela Previdência Social. Para os participantes que preencherem o requisito de carência e idade mínima e decidirem se aposentar antes destes tempos mínimos de vinculação, será aplicado um desconto cumulativo na complementação de 4% por cada ano que faltar para os participantes do sexo masculino e 6% para os participantes do sexo feminino. O limite mínimo de vinculação para estes casos é de 30 anos para o sexo masculino e de 25 anos para o sexo feminino;
- Complementação de Pensão: esta complementação é assegurada, por morte do participante, aos dependentes habilitados como pensionistas pela Previdência Social e consiste numa renda mensal correspondente a uma cota familiar de 50% do valor da complementação de aposentadoria percebida pelo participante assistido, ou da que perceberia por invalidez na data de óbito, acrescida de tantas cotas individuais iguais a 10% do valor da mesma complementação, quantos forem os dependentes, até o máximo de cinco.

O plano da ELOS também disponibiliza a seus participantes outros benefícios como complementação de aposentaria especial e de ex-combatente, complementação de auxílio-reclusão e auxílio funeral por morte de dependente. Porém, estes benefícios não serão

considerados em nosso estudo por seu baixo índice de incidência e pelo alto custo de implementação de tais casos.

Um outro benefício importante é o abono anual que se apresenta como uma 13ª remuneração e pode ser facilmente considerado dentro do modelo, prevendo 13 ao invés de 12 benefícios recebidos pelo participante no período de 1 ano.

Os valores das complementações de aposentadoria e de pensão serão reajustados pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor – INPC da Fundação IBGE. Estes reajustes serão realizados nos meses de reajuste dos benefícios da Previdência Social.

A partir das regras detalhadas acima e considerando o modelo de Análise Atuarial por Processo Ramificado que será apresentado no próximo capítulo, poderemos calcular o fluxo financeiro relacionado ao Plano de Benefício Definido da Fundação ELOS.

## Capítulo 2

# Análise Atuarial por Processos Ramificados

Neste capítulo descreveremos a técnica proposta por Stern, Pereira e Nakano [1], que será empregada para modelar o passivo de um Plano de Benefício Definido da Fundação ELOS. O modelo utiliza uma formulação recursiva de processos ramificados para a análise de cálculo atuarial com o intuito de implementar cálculos precisos e eficientes a respeito de fluxos financeiros individuais ou conjuntos. O fluxo financeiro esperado é computado por funções recursivas que descrevem tal processo, evitando, então, muitas aproximações usadas nos métodos de cálculo atuarial tradicional. Essas funções recursivas também dão uma avaliação direta da variação dos fluxos financeiros com relação às variáveis aos quais este é sensível, bem como outras medidas estatísticas.

Também descreveremos a técnica que será utilizada para estimar uma Função de Mortalidade para o Estado de Santa Catarina, região de localização da Fundação. Com esta Tábua Ajustada, poderemos concluir sobre o impacto de diferenças de expectativa de vida da população de uma região específica, se comparada com a média nacional.

### 2.1 O Modelo

O principal benefício para um membro de Plano de Pensão com Benefício Definido é a retirada de um rendimento mensal vitalício. Antes da retirada deste benefício, o participante é chamado ativo. O rendimento retirado é uma função dos rendimentos passados ou contribuições (como a média dos últimos períodos) do participante. Este participante ativo faz contribuições para o Plano de Pensão e essas contribuições podem ser complementadas por um fiador ou patrocinador (como um patrão ou governo). Um participante ativo se tornará inativo quando aposentado, na maturidade, ou antes disto, se incapacitado (por ferimentos ou doença). Um participante ativo também pode vir a retirar-se do Plano de Pensão por motivos como desligamento da empresa patrocinadora.

O participante pode ter dependentes (normalmente sua família) que têm direitos à uma pensão mensal depois da morte do mesmo. Os dependentes podem ser permanentes, os quais vão receber uma pensão vitalícia (como esposa/viúva, crianças incapacitadas) ou temporários, que irão receber a pensão por um tempo determinado (por exemplo, crianças normais ao completarem idade superior a 21 anos). A pensão para os dois tipos de dependentes é uma fração do benefício de aposentadoria. Um item a ser adicionado é a assistência em caso de morte que também pode estar disponível para a família (quantia total).

Alguns obstáculos e correções aumentam a complexidade do modelo básico, por exemplo:

- A retirada e todos os outros benefícios definidos por ela, podem ser corrigidos por um índice inflacionário de longo prazo, ou podem ser ajustados pelo rendimento de um membro ativo com mesmo status de um membro aposentado.

- O tempo para retirada pode ser baseado na idade dos membros e tempo de serviço, como também nas regras do Plano de Pensão e regulamentações governamentais, ambos sofrendo alterações com o tempo.

- Os membros podem receber um benefício básico do governo, estando o Plano de Pensão comprometido a complementá-lo de acordo com as regras definidas no regulamento do Plano.

- A mudança de hábitos sociais e definições legais podem mudar o direito dos dependentes (como amantes e crianças geradas em relacionamentos extraconjugais).

- Membros (assim como seus fiadores) podem exigir que suas contribuições sejam corrigidas pela inflação ou índices de investimento financeiro.

## **2.2 Construção do Processo Ramificado**

O processo ramificado é descrito por uma árvore, onde cada vértice (ou nó) corresponde a um estado, e cada arco conectando dois vértices corresponde a uma transição que representa um evento, por exemplo, a morte do participante. No processo de cálculo atuarial que estamos estudando, um estado é caracterizado pela idade do membro, tempo de serviço, salário, família, etc. A transição é caracterizada por suas probabilidades, assim

como pelos valores de benefícios e contribuições em que a transição implicará. Usualmente é conveniente calcular benefícios e contribuições como frações do benefício principal, ou alguma outra unidade adimensional.

O valor esperado da variável aleatória (benefícios ou contribuições num dado período) é a soma ponderada pelas probabilidades dos valores da variável aleatória para todas as transições possíveis no período:

$$E[X(t)] = \sum_j \text{Pr}(j) * x(t) \quad (2.1)$$

Sendo:

$W$  = é o conjunto das possíveis transições,

$x(j)$  = os valores possíveis das variáveis aleatórias na transição,

$\text{Pr}(j)$  = é a probabilidade da transição.

Podemos também determinar o desvio padrão desta variável aleatória estabelecendo assim, uma medida de incerteza a respeito dos fluxos futuros de benefícios e contribuições.

$$\sigma[X(t)] = \sqrt{E[X^2(t)] - E^2[X(t)]} \quad (2.2)$$

Assumindo que o período em questão seja de um ano, a equação [2.1] calcula o fluxo anual esperado da variável aleatória. Como veremos a seguir, uma forma eficiente de calcular este fluxo é modelar o processo como uma árvore, o que permite que o cálculo seja feito recursivamente.

### 2.3 Árvore para Participantes Ativos

A situação de um participante ativo é definida pela sua idade, tempo de associação, tempo de serviço, salário, etc. Enquanto ativo, é difícil obter uma lista de dependentes confiável, então admite-se que estes membros terão uma família padrão, baseada em dados

estatísticos e no perfil geral do participante. Se ele é ativo no tempo  $t$ , com uma idade  $a$  e tempo de serviço  $e$ , ele irá atingir, no tempo  $t+1$ , um dos quatro possíveis estados: ativo, vivo e capaz; morto; inválido e desligado. Morte, invalidez e retirada são riscos concorrentes, com funções condicionadas a não ocorrência dos riscos precedentes,  $hd(a)$ ,  $hb(a)$  e  $hw(e)$ . Então a transição de probabilidades (exceto a retirada determinada pela maturidade) para morte, invalidez e retirada são, respectivamente:

$$hd(a), hb(a), hw(e) \quad (2.3)$$

Sendo:

- $hd(a)$  = é a probabilidade de ocorrência de morte do participante,
- $hb(a)$  = é a probabilidade de entrada em invalidez do participante,
- $hw(e)$  = é a probabilidade de retirada do participante,

E a probabilidade para ativos remanescentes é:

$$(1 - hd(a)) * (1 - hb(a)) * (1 - hw(e)) \quad (2.4)$$

Se o participante se retirar, ele recebe uma soma total baseada nas suas contribuições passadas. Se ele morrer ou se tornar inválido, ele prematuramente (em comparação com a maturidade) entra em aposentadoria.

O processo ramificado do participante ativo está então limitado pelo tronco principal de sobrevivência a todos os riscos, numa estrutura que se assemelha mais a um “bambu” do que a uma árvore. As folhas do bambu são o estado terminal da retirada, ou a raiz de um processo ramificado de aposentadoria ou pensão. Na figura [2.1], podemos observar como exemplo, o processo detalhado para um participante ativo de 58 anos de idade. Na figura, os nós representam os estados possíveis de serem atingidos com a probabilidade de ocorrência de cada estado definida pelas equações [2.3] e [2.4]. Percebemos que o tronco principal, como já mencionado, termina com a aposentadoria do participante. Os eventos de aposentadoria, invalidez e morte, são a raiz dos processos ramificados relacionados à pensão e aposentadoria.

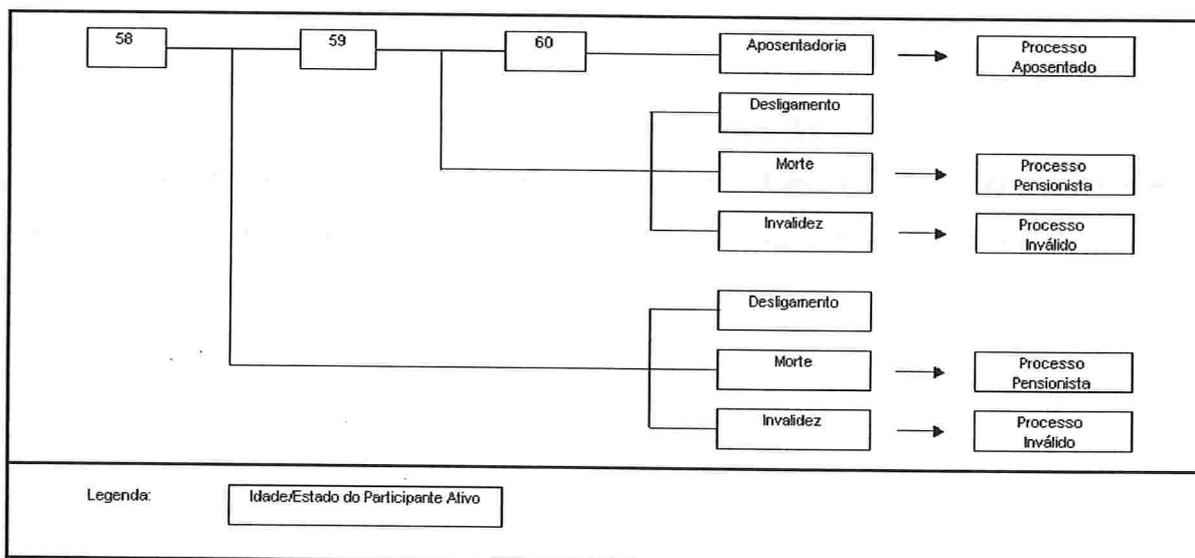


Figura 2.1: Processo Ramificado para Participante Ativo

## 2.4 Árvore para Participantes Aposentados

O estado de um participante aposentado é definido pela sua idade, benefícios e a lista de dependentes. Vamos assumir que um dos participantes aposentados tem, no máximo um dependente vitalício (esposa). Sendo a idade do participante aposentado e de sua esposa  $(x, y)$  no tempo  $t$ , se o participante e sua esposa estão ambos vivos no tempo  $t$ , o membro estará, no tempo  $t+1$ , em um dos quatro possíveis estados seguintes, dependendo da sobrevivência dele e de sua esposa:  $(x+1, y+1), (x+1, \sim), (\sim, y+1), (\sim, \sim)$ , onde  $(\sim)$  indica morte. A probabilidade de cada uma das transições ocorrer é dada pelo índice de mortalidade  $h(a)$ , nas respectivas idades:

$$\Pr(t, (x, y), (x+1, y+1)) = (1-h(x)) * (1-h(y)) \quad (2.5)$$

$$\Pr(t, (x, y), (x+1, :)) = (1-h(x)) * h(y) \quad (2.6)$$

$$\Pr(t, (x, y), (:, y+1)) = h(x) * (1-h(y)) \quad (2.7)$$

$$\Pr(t, (x, y), (:, :)) = h(x) * h(y) \quad (2.8)$$

Sendo:

$h(x)$  = é a probabilidade de ocorrência de morte do participante aposentado na idade  $x$ ,

$h(y)$  = é a probabilidade de ocorrência de morte da esposa do participante aposentado na idade  $y$ .

Um participante aposentado deixa o sistema do Plano de Pensão quando todos os fluxos financeiros por ele gerados deixarem de existir. Isto ocorre após a sua morte e de seus dependentes e as folhas da árvore ramificada do participante aposentado são os estados finais ( $\sim, \sim$ ). Dependentes temporários (filhos) supostamente sobrevivem sempre até a idade adulta.

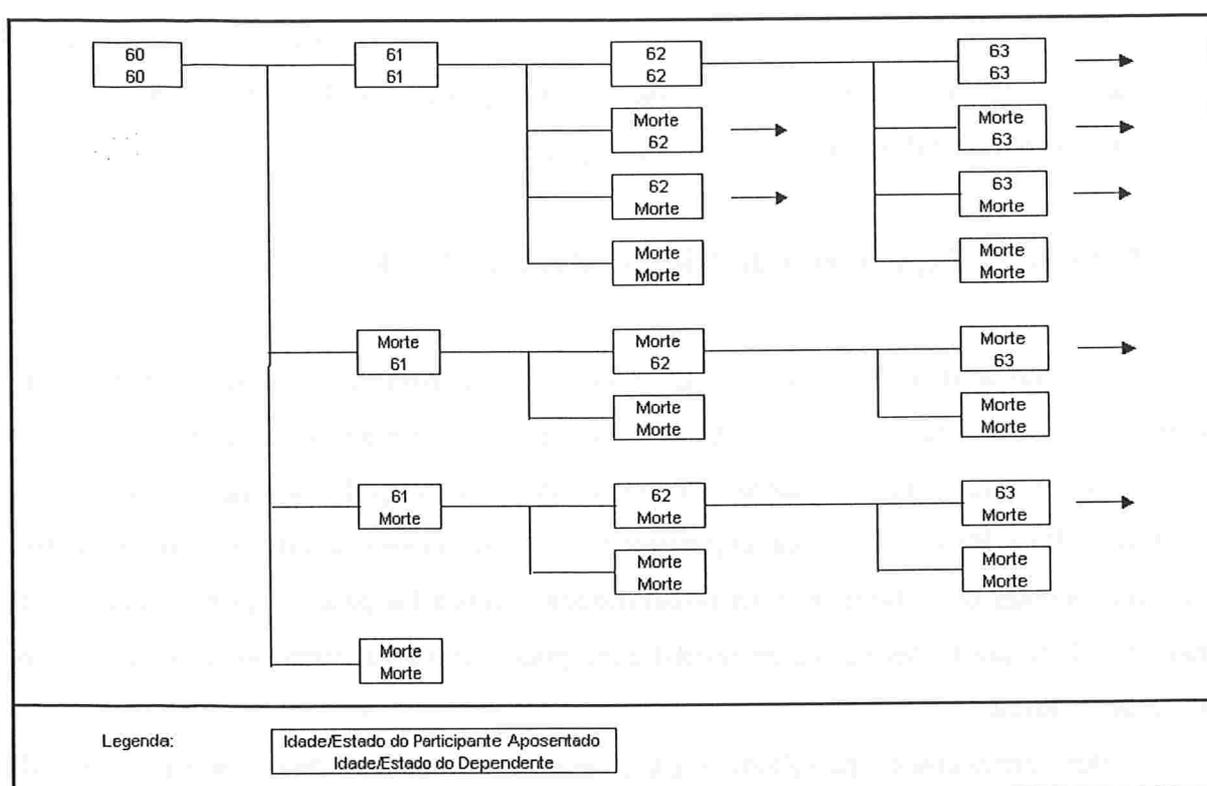


Figura 2.2: **Processo Ramificado para Participante Aposentado**

Na figura [2.2] podemos observar a dinâmica do processo de um participante aposentado com 60 anos de idade que possui como dependente uma esposa com 60 anos de idade também. Como mencionamos anteriormente, podem existir múltiplos dependentes vitalícios e uma possibilidade é incorporar esses dependentes diretamente no processo ramificado, através de um alto custo computacional. Acontece que as regras padrões de Planos de Pensão de Benefício Definido somente consideram o número total de

dependentes vivos após a morte dos participantes. Isto permite uma simplificação significativa: a modelagem dos dependentes vitalícios no processo ramificado de aposentadoria é feita a partir de um dependente vitalício virtual, que seja correspondente ao último dependente vitalício real sobrevivente. O fluxo financeiro de dependentes permanentes mortos antes do último sobrevivente pode, então, ser modelado a partir de fluxos financeiros independentes.

A modelagem precisa de múltiplos dependentes permanentes tem um impacto significativo nos benefícios de fluxos financeiros esperados para os mesmos (normalmente 30%).

Para o caso de participantes aposentados por invalidez o processo é similar, apenas considerando que a probabilidade de morte do participante inválido normalmente é tratada separadamente com tábuas de sobrevivência específicas.

## **2.5 Tábuas de Expectativa de Vida – Método PEXE**

Tabelas de índices de mortalidade são disponíveis para vários países e a tabela mais comumente usada no Brasil é a AT-49. Porém, uma população específica, como os membros de uma dada companhia ou Plano de Pensão, pode se afastar das médias nacionais. Para Planos de Pensão específicos, com um número significativo de membros, devemos ajustar tais tabelas e outra possibilidade é ajustá-las para a região de atuação da empresa. Este ajuste das tábuas de mortalidade pode representar impacto significativo nos resultados obtidos.

Demonstraremos um método para estimar a função de sobrevivência a partir da distribuição etária de uma série de dados coletados denominado Piecewise Exponential Estimator, ou PEXE, já aplicado para ajustar funções de sobrevivência para dispositivos eletrônicos por Kim e Proscham [2] e mais tarde por Gamerman [4]. Esta técnica pode ser utilizada também para indivíduos com o fim de traçar uma função de sobrevivência de uma população.

Para exemplificar o modelo, consideremos os seguintes eventos para um determinado indivíduo de 40 anos de idade:

- Morrer antes do 41º aniversário. Se isto acontecer nós sabemos sua idade exata de morte. Suponha que a idade de morte do indivíduo  $i$  seja  $x_i$  anos. A probabilidade deste indivíduo morrer exatamente com a idade  $x_i$  é dada pela função de mortalidade  $f(x_i)$ .
- Se retirar do estudo por outras razões antes de seu 41º aniversário. Se isto acontecer, tudo que sabemos sobre este indivíduo é que ele estava vivo quando se retirou. Então, a idade exata do indivíduo  $i$  era  $x_i$  quando se retirou, sendo que a probabilidade dele ainda estar vivo nesta idade é justamente  $S(x_i)$ , valor este da função de sobrevivência na idade  $x_i$ .
- Sobreviver até seu 41º aniversário. A probabilidade disto acontecer é  $S(1)$ .

Nós podemos agora combinar o 2º e o 3º evento citados acima para notar que, se o indivíduo não morre, então tudo que nós sabemos é que ele sobreviveu até a idade  $x_i$  anos, onde:

$$x_i = \begin{cases} \text{idade\_de\_retirada} & , \text{se\_indivíduo\_se\_retira} \\ 1 & , \text{se\_indivíduo\_sobrevive} \end{cases} \quad (2.9)$$

Agora supomos uma amostra de  $n$  indivíduos, e consideremos que eles representam toda informação relevante a respeito da taxa de mortalidade  $\lambda$ . O que nós queremos fazer é encontrar o melhor estimador de  $\lambda$ , a partir dos dados que possuímos.

Se nós possuímos simplesmente dados a respeito de um indivíduo  $i$ , o qual morreu exatamente na idade  $x_i$ , o melhor estimador do valor de  $\lambda$  deveria ser o valor que maximiza  $f(x_i)$ , a probabilidade de morrer exatamente na idade  $x_i$ , considerando que este é o único valor de  $\lambda$  que se ajusta aos dados que temos.

Se nós tivermos somente dados a respeito de um indivíduo  $i$ , que não foi observado até a morte (isto é, foi censurado), o melhor estimador do valor de  $\lambda$  deveria ser o valor que maximiza  $S(x_i)$ , onde  $x_i$  está definido [2.9]. Em outras palavras, se nós somente tivermos dados para um indivíduo  $i$ , que não morreu, então nosso melhor estimador da taxa de mortalidade  $\lambda$ , deveria ser o valor que maximiza a probabilidade deste indivíduo ainda estar vivo até  $x_i$ . Claramente neste caso, o melhor estimador é zero.

Naturalmente dados de apenas um indivíduo não são muito usados para estimação de taxas de mortalidade. Geralmente, em uma análise de mortalidade, nós observamos uma amostra de  $n$  indivíduos e nós queremos encontrar o melhor estimador do valor de  $\lambda$  baseado nos dados de todos os indivíduos.

Para um indivíduo que morre, o melhor estimador do valor de  $\lambda$  que irá maximizar a quantidade demonstrada em [2.10], onde existem  $n_1$  indivíduos que morrem entre seu  $x^o$  aniversário e  $x+1^o$  aniversário. Em outras palavras, nós queremos maximizar o produto de  $f(x_i)$  para todos os indivíduos que morreram.

$$\left[ f(x_1) \quad f(x_2) \quad f(x_3) \quad \dots \quad f(x_{n_1}) \right] \quad (2.10)$$

Note que esta quantidade é justamente a probabilidade combinada do indivíduo  $\lambda$  morrer com a idade  $x_1$ , o indivíduo 2 morre com a idade  $x_2$ , o indivíduo 3 morre com a idade  $x_3$ , e assim por diante. Desta forma, esta é a probabilidade combinada dos dados que nós observamos realmente serem observados. Nós estamos conseqüentemente tentando encontrar o valor de  $\lambda$  que maximiza a chance dos dados realmente observados serem observados. Este é o significado do termo “máxima verossimilhança”.

Para os indivíduos que não morreram, o melhor estimador do valor de  $\lambda$  que maximizará a quantidade demonstrada em [2.11], onde existem  $n_2$  indivíduos que não morreram entre o  $x^o$  aniversário e o  $x+1^o$  aniversário. Em outras palavras, nós queremos maximizar o produto de  $S(x_i)$  para todos os indivíduos que não morreram.

$$\left[ S(x_1) \quad S(x_2) \quad S(x_3) \quad \dots \quad S(x_{n_2}) \right] \quad (2.11)$$

Agora podemos juntar [2.10] e [2.11] para dizer que, para a amostra inteira de  $n$  indivíduos, nós queremos maximizar a seguinte quantidade:

$$\left[ \prod_{n_1} f(x_i) \quad \prod_{n_2} S(x_i) \right] \quad (2.12)$$

Definiremos a variável  $\alpha_i$ , tal que se o indivíduo  $i$  morre,  $\alpha_i$  é igual a  $1$ , e se o indivíduo  $i$  não morre,  $\alpha_i$  é igual a *zero*. Consideremos então a quantidade:

$$[f(x_i)]^{\alpha_i} [S(x_i)]^{1-\alpha_i} \quad (2.13)$$

Se o indivíduo  $i$  morre, então  $\alpha_i$  é igual a  $1$  e  $1-\alpha_i$  é igual a *zero*. Assim temos:

$$f(x_i) = [f(x_i)]^{\alpha_i} \cdot [S(x_i)]^{1-\alpha_i} \quad (2.14)$$

Se o indivíduo  $i$  não morre, então  $\alpha_i$  é igual a *zero* e  $1-\alpha_i$  é igual a  $1$ . Neste caso temos:

$$S(x_i) = [f(x_i)]^{\alpha_i} \cdot [S(x_i)]^{1-\alpha_i} \quad (2.15)$$

Desta forma o produto da quantidade demonstrada em [2.13] para todos os  $n$  indivíduos da amostra é igual à quantidade demonstrada em [2.12]. Este produto sobre todos os  $n$  indivíduos da amostra é denominado verossimilhança,  $L$ . Temos então:

$$L = \prod_{i=1}^n [f(x_i)]^{\alpha_i} \cdot [S(x_i)]^{1-\alpha_i} \quad (2.16)$$

Agora queremos encontrar o valor de  $\lambda$  que maximiza a verossimilhança  $L$ . Para isto, inicialmente precisamos expressar  $L$  como uma função de  $\lambda$ . Conforme demonstrado por Hinde [7] temos:

$$L = \prod_{i=1}^n [\lambda e^{-\lambda x_i}]^{\alpha_i} \cdot [e^{-\lambda x_i}]^{1-\alpha_i} \quad (2.17)$$

Nós agora temos que diferenciar a equação [2.17] com relação à  $\lambda$ . Percebemos que o valor de  $\lambda$  que maximiza a verossimilhança  $L$  será o mesmo valor que irá maximizar o logaritmo da verossimilhança  $L$ . Olhando a equação [2.17], fazemos esta alteração por ser muito mais fácil diferenciar o logaritmo da verossimilhança que diferenciar a própria verossimilhança. Calculando o logaritmo natural da equação [2.17] teremos:

$$\ln L = \sum_{i=1}^n \alpha_i (\ln \lambda) - \sum_{i=1}^n \lambda x_i \quad (2.18)$$

Nós podemos agora diferenciar a equação [2.18] com relação à  $\lambda$  e obtemos:

$$\frac{d(\ln L)}{d\lambda} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{\lambda} - \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.19)$$

Igualando [2.19] a zero temos:

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{\sum_{i=1}^n x_i} \quad (2.20)$$

Não demonstramos aqui, mas de acordo com Hinde [7], a derivada de segunda ordem do logaritmo natural de  $L$  mostra que este é um ponto de máximo garantindo assim, que encontramos o estimador de máxima verossimilhança para a taxa de mortalidade  $\lambda$ .

Sabemos agora que o Estimador de Máxima Probabilidade para a taxa de mortalidade de uma distribuição exponencial, também utilizado por Gamerman [4] em seu trabalho com dispositivos eletrônicos, é:

$$\lambda = \frac{\text{Número de mortes observado}}{\text{Número total de tempo em teste}} \quad (2.21)$$

No modelo demonstrado por Gamerman [4] em seu estudo, pressupõe-se o acompanhamento de uma população desde seu início até sua total extinção, registrando-se a cada ano, o número de sobreviventes às idades exatas, bem como a contabilização dos indivíduos que, por motivos diversos, deixaram de ser acompanhados. Como essa é uma tarefa quase impossível de se levar a efeito, utiliza-se a mortalidade prevalecente em um certo período para gerar os sobreviventes de uma população hipotética,  $I(x)$ , a partir de um número de nascimentos, geralmente 100.000, denotado por  $I(0)$ .

Pode-se, ainda, distinguir dois tipos de Tábuas de Mortalidade. A Tábua Abreviada, que considera as idades 0, 1, 5, 10, 15, 20,.....75 e 80 anos ou mais, e a Tábua Completa, que abrange todas as idades simples desde 0 até 80 anos ou mais.

Como descreveremos mais adiante, é recomendável que se obtenha a Tábua Completa a partir de uma Tábua Abreviada de Mortalidade, tendo em vista os erros de declaração da idade, tanto na população recenseada, quanto nos óbitos ocorridos e registrados em determinado ano ou período. Ao trabalhar com grupos quinquenais de idade, geralmente não há necessidade de se suavizar a curva que descreve a mortalidade por idade.

Cabe salientar também que, no Brasil, ainda persiste um problema típico encontrado na maioria dos países latino-americanos: o subregistro dos eventos vitais. No caso dos nascimentos, existe uma parcela de pessoas que nunca será registrada e outra que terá seu registro efetuado tardiamente. Já no tocante aos óbitos, é muito mais provável tratar-se de uma situação relacionada ao não registro.

Os dados básicos para a construção de uma Tábua Abreviada de Mortalidade de um país ou qualquer subdivisão geográfica são os seguintes:

- A população residente, por sexo, classificada segundo os grupos etários “menores de 1”, “1 a 4”, “5 a 9”, “10 a 14”, “15 a 19”, ....., “75 a 79”, “80 anos ou mais”. A população deve estar localizada temporalmente na metade do ano  $t$  para o qual se pretende estimar a mortalidade. Esta população, quer seja do sexo masculino ou do feminino, é designada por  $P(x,n)$ , onde  $x = 0, 1, 5, 10, 15, \dots, 75$  e  $n = 1, 4, 5, 5, 5, \dots, 5$ ;
- Óbitos ocorridos e registrados ao longo do ano  $t$ , classificados segundo os mesmos grupos e os mesmos intervalos de idade anteriores, aos quais será atribuída a notação  $O(x,n)$ .

Inicialmente, podemos calcular as Taxas de Mortalidade por Idade,  $\lambda(x,n)$  que representa a incidência da mortalidade entre as idades  $x$  e  $x+n$ . Como sabemos da equação [2.21], o estimador de máxima verossimilhança de  $\lambda(x,n)$  é dado pela razão entre o número total de mortes observado e o número total de tempo em teste da população. É fácil perceber que o número total de mortes observado é dado por  $O(x,n)$  e que o número total de tempo em teste é a própria população  $P(x,n)$  dado que estamos observando esta população durante um único ano  $t$ . Portanto, temos:

$$\lambda(x,n) = \frac{O(x,n)}{P(x,n)} \quad (2.22)$$

As Taxas de Mortalidade por Idade são apropriadamente convertidas em Probabilidades de Morte entre as Duas idades  $x$  e  $x+n$ ,  $f(x,n)$ , assumindo que a Função de Mortalidade  $f(x)$  desconhecida é exponencial no intervalo entre  $x$  e  $x+n$ :

- Para as idades a partir dos 5 anos,

$$f(x,5) = 1 - e^{-5*\lambda(x,5)} \quad (2.23)$$

- Para as idades entre 1 e 4 anos,

$$f(1,4) = 1 - e^{-4*\lambda(1,4)} \quad (2.24)$$

- Para os menores de 1 ano,

$$f(0,1) = 1 - e^{-\lambda(0,1)} \quad (2.25)$$

A aplicação da função  $f(x,n)$  na função  $I(x)$  permite gerar os óbitos esperados entre duas idades exatas, desde a idade 0 até o último sobrevivente da população hipotética. Utilizamos então, uma interpolação exponencial para determinar a função  $I(x)$  completa e a partir desta informação, torna-se trivial a obtenção da função  $f(x)$  para todas as idades dado que:

$$f(x) = \frac{I(x) - I(x+1)}{I(x)} \quad (2.26)$$

Sob condições normais, este estimador de Tábua de Mortalidade se mostra muito consistente. A grande vantagem prática do estimador PEXE é que ele apresenta uma suposição de formato e continuidade para construir a função de mortalidade, destacando-se assim de outros estimadores, comumente utilizados como demonstrado por Kim e Proscham [2].

Portanto, facilmente podemos agora utilizar esta modelagem para, a partir de dados de população e mortalidade de uma determinada região, ajustar uma função de sobrevivência e utilizá-la em substituição à tabela AT-49 na análise atuarial, estabelecendo uma medida mais precisa para uma empresa com atuação restrita em uma determinada região. No próximo capítulo, aplicaremos a modelagem para passivo de fundos demonstrada, para o caso da Fundação ELOS. Em seguida apresentaremos uma Tábua de Mortalidade ajustada pelo método descrito neste capítulo para o Estado de Santa Catarina, região onde se localiza a ELOS, e utilizaremos esta tábua na análise atuarial.

## Capítulo 3

# Aplicação à Fundação ELOS

Neste capítulo, inicialmente aplicaremos a modelagem por processos ramificados para os dados da Fundação ELOS, comparando os resultados com o parecer atuarial da Fundação para o ano de 2003 e apresentando medidas de risco associadas ao fluxo financeiro encontrado. Depois utilizaremos o estimador PEXE para ajustar uma Função de Mortalidade para o Estado de Santa Catarina, onde está localizada a Fundação, baseados em informações disponibilizadas pela Secretaria Estadual de Saúde de Santa Catarina de mortalidade e população do ano de 2002, substituindo a tabela AT-49 e estabelecendo uma análise comparativa para a análise atuarial.

### 3.1 Cálculo Atuarial em Condições Padrão

Como primeira aplicação, utilizaremos as mesmas premissas usadas pela Fundação ELOS em sua análise anual, com o interesse de comparar nossos resultados com o parecer atuarial da Fundação e demonstrar assim, a consistência do modelo. Apenas para as tábuas de mortalidade de inválidos e de entrada em invalidez utilizaremos tábuas diferentes das utilizadas pela ELOS por serem estas, tábuas de uso exclusivo do atuário da Fundação. Descreveremos então, na próxima seção, estas premissas utilizadas no cálculo e em seguida apresentaremos os resultados obtidos para toda massa de participantes da Fundação.

#### 3.1.1 Parâmetros do Modelo

A tábua de Mortalidade Geral utilizada para nosso cálculo será a AT-49. Esta tabela pressupõe uma probabilidade 1 para morte aos 109 anos. Na figura [3.1] podemos observar a distribuição de probabilidades desta tábua:

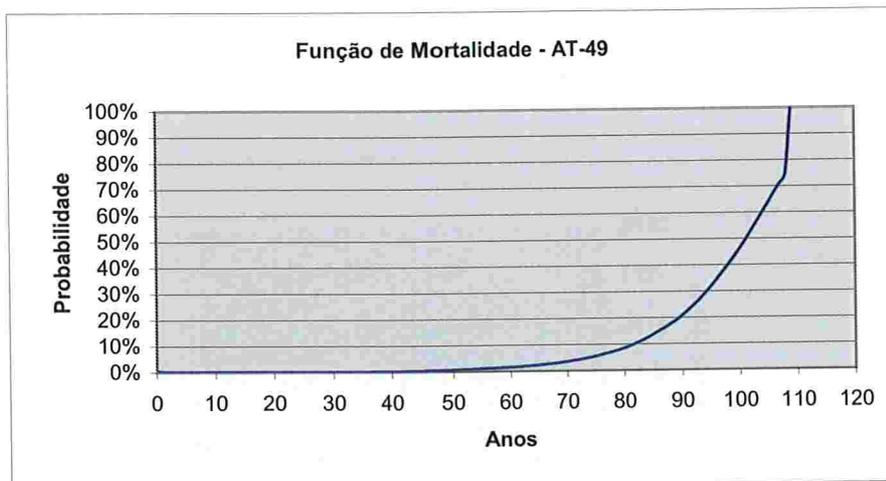


Figura 3.1: Tábua de Mortalidade AT-49

Existem outras Tábuas de Mortalidade como a EB-7, que prevê probabilidade 1 de morte aos 100 anos, mas estas tábuas são mais antigas e já se encontram desatualizadas frente o contínuo aumento da expectativa de vida da população brasileira.

Para definir a probabilidade de um participante ativo se tornar inválido, utilizaremos a tábua Álvaro-Vindas que pode ser observada na figura [3.2].

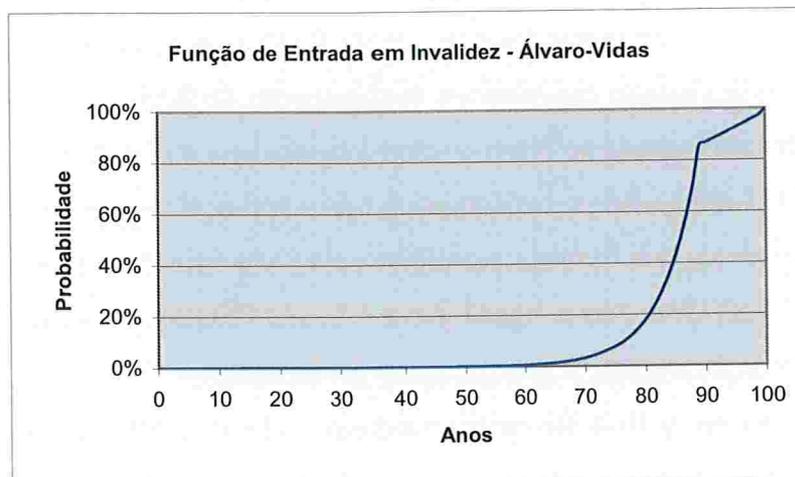


Figura 3.2: Tábua de Entrada em Invalidez Álvaro-Vindas

A mortalidade de participantes em estado de invalidez é tratada separadamente, por uma tábua de mortalidade específica fornecida pelo IAPC.

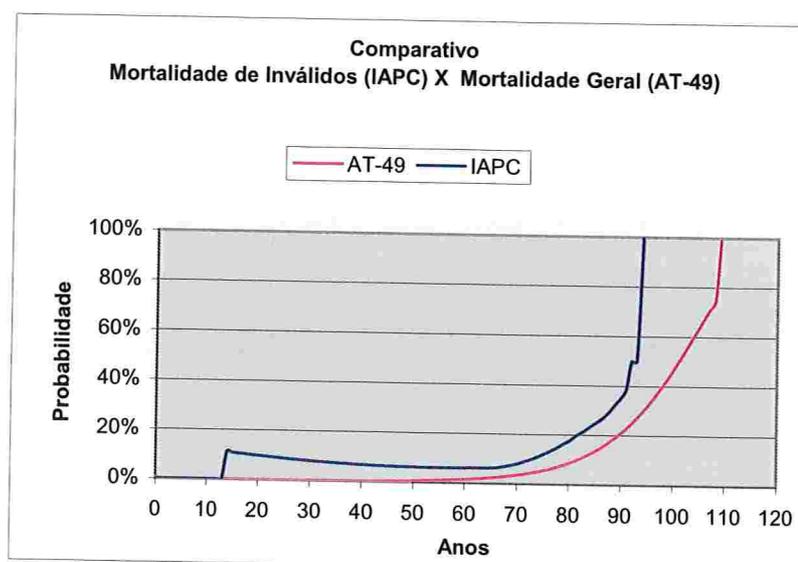


Figura 3.3: **Mortalidade de Inválidos (IAPC) versus Mortalidade Geral (AT-49)**

Podemos observar na figura [3.3] como a mortalidade considerada para os inválidos é bem maior do que a dos outros participantes demonstrada pela AT-49.

Outra variável biométrica relevante é a rotatividade e esta representa a probabilidade do participante se desligar da empresa patrocinadora e por consequência, do Plano de Pensão. Esta probabilidade também é dependente da idade, mas por falta de base de dados para uma determinação consistente desta dependência, sendo que a Fundação utiliza uma probabilidade constante de desligamento de 0,69% para todas as idades. Esta probabilidade está baseada no histórico de desligamentos da Fundação.

A ELOS utiliza em seus cálculos uma taxa real de desconto de 6% ao ano, valor este que se apresenta como o máximo permitido pela Secretaria de Previdência Complementar. Esta variável está diretamente ligada à taxa de investimento do patrimônio da Fundação, bem como das contribuições recebidas ao longo do tempo.

O Crescimento Real de Salário utilizado será de 3,89% ao ano e este número se baseia em estudos da própria área de recursos humanos da ELOS.

Portanto, temos resumido na tabela [3.1] os parâmetros gerais que serão utilizados em nosso modelo.

<b>Parâmetros do Modelo</b>	
Tábua de Mortalidade Geral	AT-49
Tábua de Entrada em Invalidez	Álvaro-Vindas
Tábua de Mortalidade de Inválidos	IAPC
Rotatividade	0,69%
Taxa de Juros	6,00%
Crescimento Real de Salário	3,89%

Tabela 3.1: **Parâmetros Gerais utilizados no modelo**

Como definido no modelo teórico, no caso de morte de um participante ativo, quando ainda em atividade ou já aposentado, o benefício passa para seus dependentes legais, de acordo com regras estabelecidas no regulamento. Para descrever o processo ramificado a partir deste evento, utilizamos uma família padrão que depende da idade e do sexo do participante. Definimos então, para cada idade, uma quantidade hipotética de filhos e a idade hipotética destes filhos e do cônjuge. Através de simulações é possível verificar que para efeito do fluxo financeiro do plano de pensão, a figura do cônjuge é predominante em relação aos filhos e, portanto, estaremos considerando em nosso modelo apenas a existência do cônjuge com uma idade igual ao participante gerador do plano de pensão.

### 3.1.2 Resultados

Utilizando as definições discutidas na seção anterior, aplicamos o modelo à massa de participantes da Fundação ELOS, vinculados à empresa Eletrosul.

Participantes Ativos	1216
Aposentados	247
Pensionistas	9
<b>Total</b>	<b>1472</b>

Tabela 3.2: **Participantes vinculados a Eletrosul**

Como podemos observar na tabela [3.2], a fundação ELOS tem um número total de 1472 participantes vinculados à empresa Eletrosul, dos quais aproximadamente 80% ainda estão na ativa.

<b>Benefícios a Conceder</b>			
<b>Encargos</b>			
	Participante		
Ordinária	295.445.711,28		
Invalidez	6.012.327,14		
Pensão	15.633.012,06		
Reversão em pensão	10.714.702,44		
Desligamento	2.745.405,08		
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>330.551.158,01</b>		<b>330.551.158,01</b>
<b>Contribuições</b>			
	Participante	Patrocinadora	
Ordinária	7.806.456,10	7.806.456,10	
Invalidez	61.326,00	61.326,00	
Pensão	-	-	
Ativo	43.744.308,35	43.744.308,35	
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>51.612.090,44</b>	<b>51.612.090,44</b>	<b>103.224.180,88</b>
<b>TOTAL</b>			<b>227.326.977,12</b>

Tabela 3.3: Resultado dos Benefícios a Conceder

Na tabela [3.3] temos demonstrados os resultados para os participantes ativos, e por consequência considerados como Benefícios a Conceder. A reversão de aposentadoria em pensão, apesar de estar relacionada a um processo de um participante aposentado, também é considerada como Benefício a Conceder.

Percebemos que, para o caso dos encargos dos Benefícios a Conceder, a maior parcela se refere aos encargos com a massa “Ordinária”, que registra o valor atual dos benefícios a serem concedidos aos integrantes que ainda não estejam em gozo de benefício por tempo de serviço ou idade.

Já para o caso das contribuições, a grande parcela se refere à contribuição dos integrantes ativos e à respectiva contribuição paritária por parte da patrocinadora. Nesse caso, as contribuições esperadas destes integrantes, após entrarem em gozo do benefício,

ficam em segundo plano contribuindo com apenas 15% do total de contribuições relacionadas aos Benefícios a Conceder.

<b>Benefícios Concedidos</b>			
<b>Encargos</b>			
	Participante		
Aposentados	116.284.556,74		
Pensionistas	2.450.922,90		
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>118.735.479,64</b>		<b>118.735.479,64</b>
<b>Contribuições</b>			
	Participante	Patrocinadora	
Aposentados	11.642.267,82	11.642.267,82	
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>11.642.267,82</b>	<b>11.642.267,82</b>	<b>23.284.535,63</b>
<b>TOTAL</b>			<b>95.450.944,00</b>

Tabela 3.4: **Resultado dos Benefícios Concedidos**

Os resultados para os Benefícios Concedidos, ou seja, relacionados a aposentados e pensionistas, estão apresentados na tabela [3.4]. É importante ressaltar que os pensionistas apenas são considerados para efeito de encargos, uma vez que são isentos de contribuições. Outro fato relevante é a paridade de contribuição entre o participante aposentado e a patrocinadora, para os participantes que se aposentaram após 15 de dezembro de 2000.

<b>Benefícios a Conceder</b>		
	Valores Obtidos	Valores ELOS
Encargos	330.551.158,01	304.856.645,99
Contribuições	103.224.180,88	102.375.001,38
	227.326.977,12	202.481.644,61
<b>Benefícios Concedidos</b>		
	Valores Obtidos	Valores ELOS
Encargos	118.735.479,64	116.804.847,41
Contribuições	23.284.535,63	37.012.727,36
	95.450.944,00	79.792.120,06
<b>Total</b>	<b>322.777.921,13</b>	<b>282.273.764,66</b>

Tabela 3.5: Comparativo dos resultados com os dados da ELOS

Na tabela [3.5] constatamos que o Passivo Atuarial total da Fundação é da ordem de R\$ 320 milhões, apontando uma diferença próxima de R\$ 40 milhões com os resultados apurados pela ELOS. Aproximadamente R\$ 15 milhões desta diferença corresponde a obrigações contributivas da Patrocinadora, decorrentes do período de antecipação de aposentadorias relativas à conversão de tempo de serviço especial em normal. De acordo com o Plano de Benefícios em vigor, os efeitos causados nas Reservas Matemáticas decorrentes de tais antecipações são de responsabilidade da Patrocinadora. Neste aspecto, foram firmados Termos de Acordo com a mesma, para que estes reembolsos sejam efetuados na forma de contribuições específicas durante os períodos de antecipação do benefício. Os R\$ 25 milhões restantes aparecem nos encargos de Benefícios a Conceder. Esta diferença está relacionada a diferenças nas tábuas de mortalidade de inválidos, na tábua de entrada de invalidez e na determinação da família padrão do participante onde utilizamos parâmetros disponíveis sem ter acesso aos de uso exclusivo da Fundação. De qualquer forma, consideramos muito satisfatória uma diferença de 7,5% no valor esperado do passivo atuarial calculado utilizando nosso modelo e o valor fornecido pelo parecer atuarial da Fundação.

<b>Benefícios a Conceder</b>		
	Valor Esperado	Desvio Padrão
Encargos	330.551.158,01	± 16.858.835,63
Contribuições	103.224.180,88	± 5.791.468,98
	227.326.977,12	± 11.067.366,65
<b>Benefícios Concedidos</b>		
	Valores Obtidos	Valores ELOS
Encargos	118.735.479,64	± 4.045.111,25
Contribuições	23.284.535,63	± 809.283,34
	95.450.944,00	± 3.235.827,91
<b>Total</b>	<b>322.777.921,13</b>	<b>± 14.303.194,56</b>

Tabela 3.6: Valor Esperado e Desvio Padrão do Passivo Atuarial

Na tabela [3.6] estão apresentados o valor esperado e o desvio padrão do Passivo Atuarial da Fundação. Percebemos que o desvio padrão relacionado ao fluxo financeiro de Encargos e Contribuições dos Benefícios a Conceder, de aproximadamente 5% (cinco pontos percentuais), se mostra maior que o desvio padrão relacionado ao fluxo financeiro de Encargos e Contribuições dos Benefícios Concedidos, valor este, de aproximadamente 3,5%. Este comportamento é explicado pelo fato do processo ramificado de um participante ativo ter mais transições e, conseqüentemente, mais incerteza em sua medida do que um participante já aposentado.

Este resultado demonstra claramente o erro no qual o administrador do Fundo de Pensão pode incorrer ao ignorar o comportamento aleatório das variáveis que determinam seu Passivo Atuarial. Sem dúvida, a partir destes resultados, introduzimos uma medida de risco associada ao valor esperado dos Encargos e Contribuições extremamente útil na Gestão de Risco do Fundo de Pensão. Esta informação também dá subsídios para uma melhor alocação dos ativos do Fundo de Pensão, com o objetivo de melhor honrar seus compromissos futuros com seus participantes.

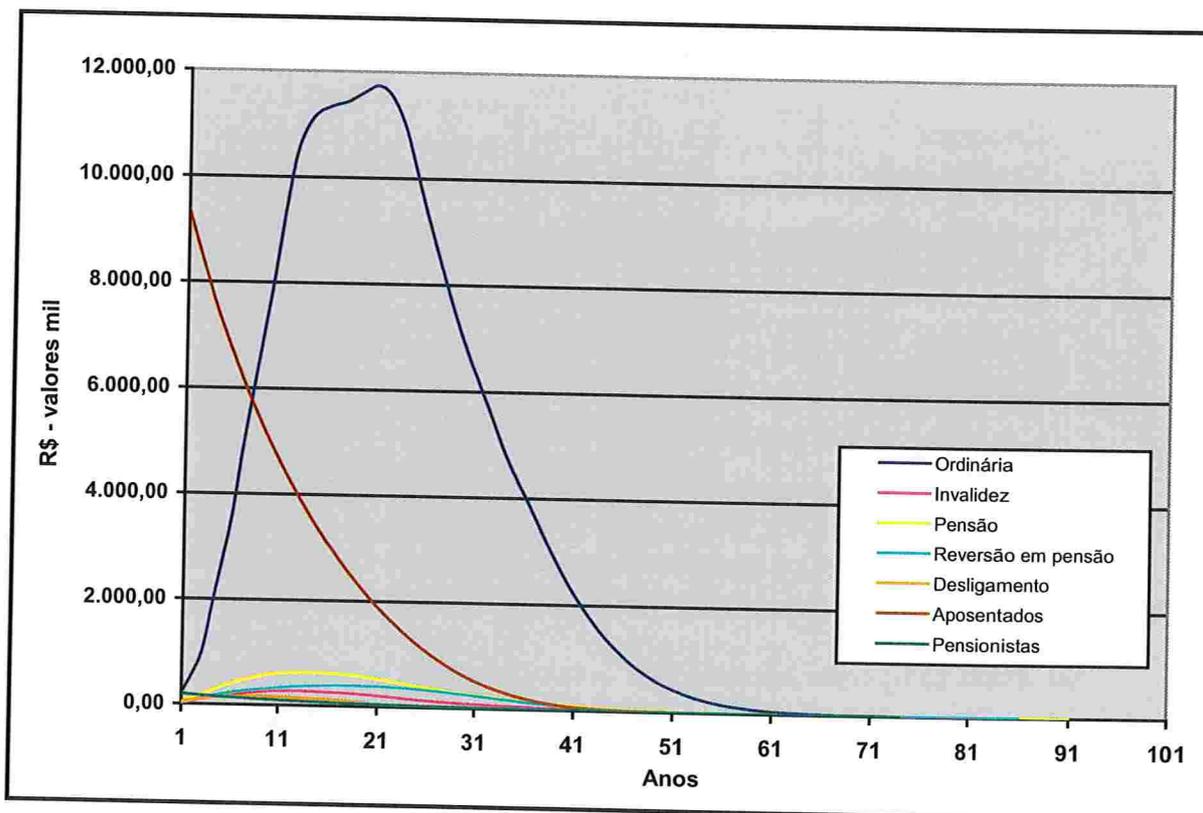


Figura 3.1: Fluxo Financeiro de Encargos da Fundação

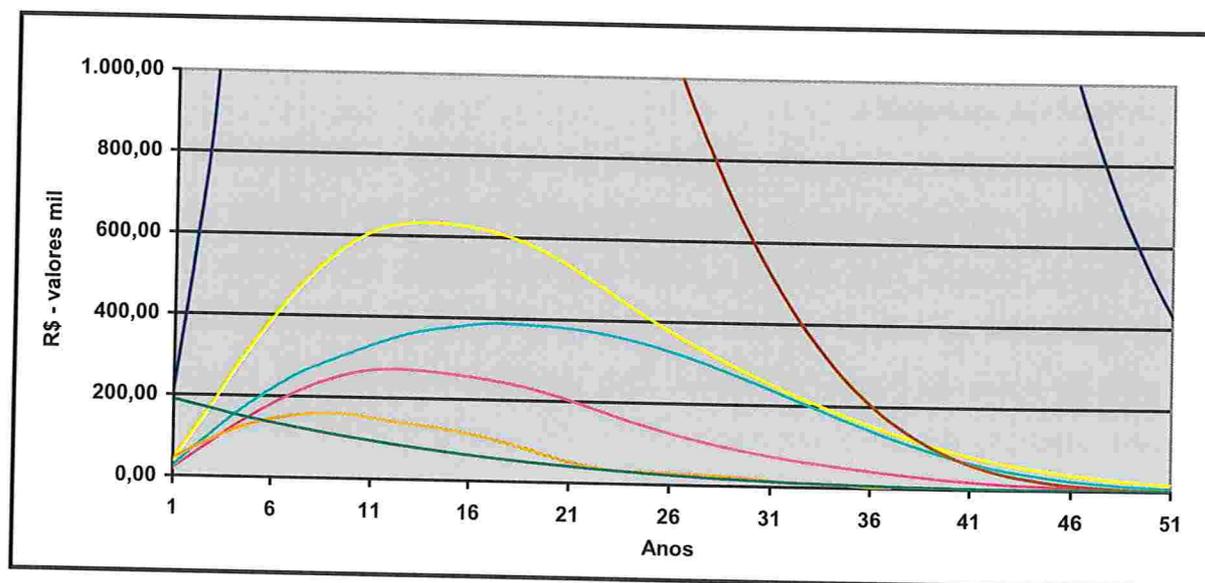


Figura 3.2: Detalhe da Figura 3.1

Na figura [3.1] podemos observar o Fluxo Financeiro segmentado de Encargos da Fundação. Os dois fluxos predominantes ao longo do tempo, estão associados aos benefícios futuros de aposentadoria por tempo de serviço e idade dos participantes ativos, classe essa denominada “Ordinária”, e aos benefícios já concedidos, classe essa denominada “Aposentados”. A figura [3.2] mostra o detalhe dos fluxos financeiros das outras classes consideradas e estes fluxos, separadamente, causam pouco impacto no fluxo total, mas se considerados conjuntamente, podem causar um erro de previsão relevante, sendo assim muito importante à introdução destes estados no modelo.

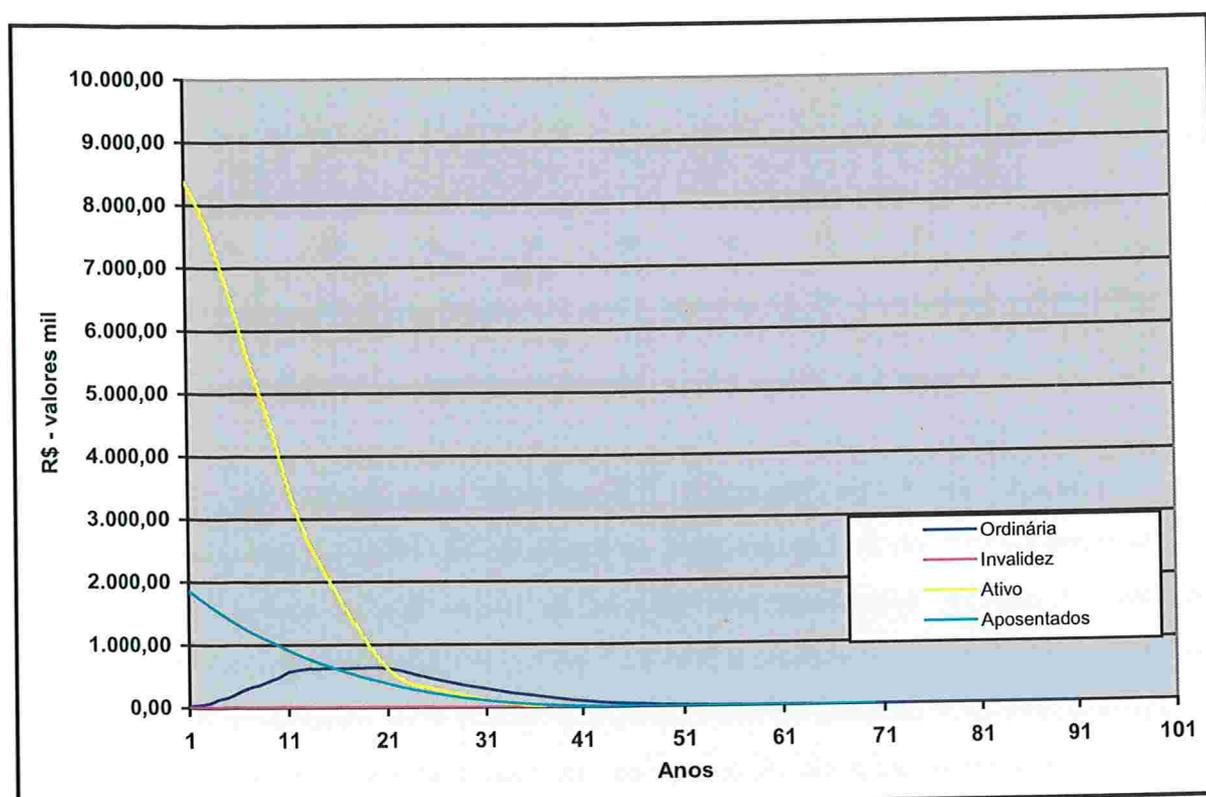


Figura 3.3: Fluxo Financeiro de Contribuições da Fundação

O Fluxo Financeiro de Contribuições pode ser visto na figura [3.3], sendo que nos primeiros 20 anos o fluxo de contribuição dos participantes ativos é predominante. Após este período, os fluxos de contribuição sobre benefícios representados pelas classes “Ordinária” e “Aposentados”, passam a ser igualmente representativos.

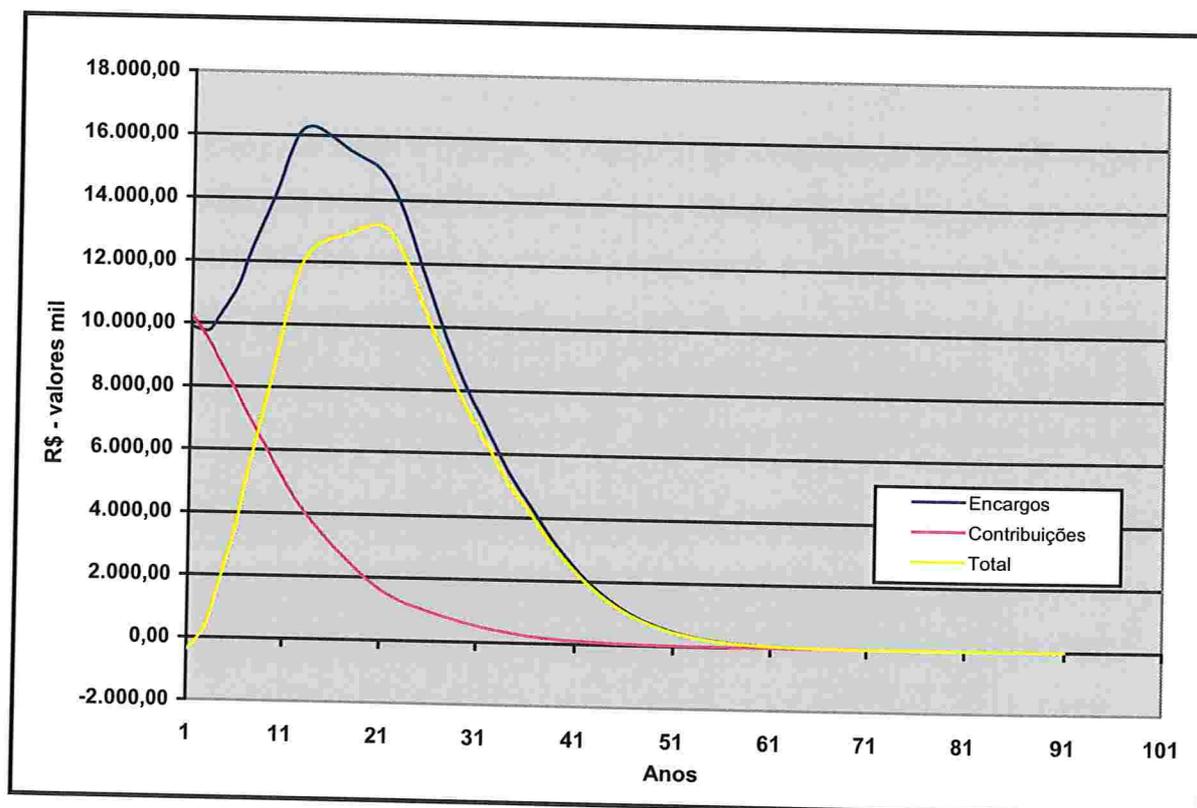


Figura 3.4: Fluxo Financeiro Consolidado da Fundação

Baseado no Fluxo Financeiro Consolidado demonstrado na figura [3.4] e considerando o Patrimônio Líquido atual da Fundação ELOS de aproximadamente R\$ 300 milhões, é possível determinar uma carteira de títulos que se ajuste a este fluxo. O problema para obter esta carteira é a falta de liquidez de títulos de longo prazo. Para ajustar adequadamente esta carteira, seriam necessários títulos com maturidade de até 50 anos sendo que o máximo que pode ser encontrado hoje são títulos vencendo em 2033, ou seja, com maturidade próxima a 30 anos. Outra variável importante na escolha destes títulos é o indexador. Como tanto os benefícios como as contribuições do Plano de Pensão da ELOS são referenciados no INPC (Índice Nacional de Preços ao Consumidor), devemos procurar títulos que sejam também indexados ao próprio INPC ou a índices de preços com aderência ao mesmo. Como o objetivo deste trabalho é analisar a Modelagem do Passivo da Fundação, deixaremos esta tarefa como motivação para futuros estudos.

### 3.2 Cálculo Atuarial com Tábua Ajustada via PEXE

Após executarmos a análise atuarial utilizando as premissas também utilizadas pela Fundação com o objetivo de comparar os resultados obtidos, substituiremos a Tábua de Mortalidade AT-49 por uma ajustada utilizando o modelo Piecewise Exponential Estimator (PEXE), apresentado no Capítulo 2. A aplicação do modelo será feita a partir de dados de população e óbitos relativos ao Estado de Santa Catarina. A partir dos resultados obtidos, será possível verificar se a probabilidade de morte apresentada pela tábua AT-49 apresenta uma medida conservadora. Apresentaremos então, na próxima seção, a Tábua Ajustada para em seguida apresentarmos os resultados obtidos para toda massa de participantes da Fundação.

#### 3.2.1 Tábua Ajustada via PEXE

Para aplicar o modelo PEXE, inicialmente coletamos dados relativos à população e óbitos do ano de 2002 do Estado de Santa Catarina.

	População – P(x)	Óbitos – O(x)
Menos de 1 ano	95.332	18
1 a 4 anos	395.386	1.015
5 a 9 anos	523.416	416
10 a 14 anos	542.565	303
15 a 19 anos	552.976	591
20 a 24 anos	494.872	704
25 a 29 anos	456.185	660
30 a 34 anos	460.407	758
35 a 39 anos	452.102	1.060
40 a 44 anos	378.494	1.253
45 a 49 anos	310.997	1.469
50 a 54 anos	242.539	1.684
54 a 59 anos	179.425	1.923
60 a 64 anos	146.285	2.410
64 a 69 anos	112.031	2.795
70 a 74 anos	83.557	3.205
75 a 79 anos	53.218	3.131

Tabela 3.7: Dados de Óbitos e População do Estado de Santa Catarina

Estes dados foram obtidos junto à Secretaria de Saúde do Estado de Santa Catarina e podem ser vistos na tabela [3.7].

A partir desta informação, podemos calcular a Taxa de Mortalidade entre duas idades  $\lambda(x,n)$  e conseqüentemente, a Probabilidade de Morte entre duas idades  $f(x,n)$ . Estes dados estão demonstrados na tabela [3.8].

Grupos de Idade (x,n)	Taxa de Mortalidade $\lambda(x,n)$	Probabilidade de Morte $f(x,n)$
Menos de 1 ano - (0,1)	0,019%	0,019%
1 a 4 anos - (1,4)	0,257%	1,022%
5 a 9 anos - (5,5)	0,079%	0,397%
10 a 14 anos - (10,5)	0,056%	0,279%
15 a 19 anos - (15,5)	0,107%	0,533%
20 a 24 anos - (20,5)	0,142%	0,709%
25 a 29 anos - (25,5)	0,145%	0,721%
30 a 34 anos - (30,5)	0,165%	0,820%
35 a 39 anos - (35,5)	0,234%	1,165%
40 a 44 anos - (40,5)	0,331%	1,642%
45 a 49 anos - (45,5)	0,472%	2,334%
50 a 54 anos - (50,5)	0,694%	3,412%
54 a 59 anos - (55,5)	1,072%	5,218%
60 a 64 anos - (60,5)	1,647%	7,907%
64 a 69 anos - (65,5)	2,495%	11,728%
70 a 74 anos - (70,5)	3,836%	17,452%
75 a 79 anos - (75,5)	5,883%	25,485%

Tabela 3.8: Taxa de Mortalidade e Probabilidade de Morte entre duas Idades

Percebemos que com a determinação de  $f(x,n)$ , já possuímos a Tábua de Mortalidade Abreviada para grupos quinquenais do Estado de Santa Catarina. Ressaltamos novamente que a obtenção da Tábua Abreviada suaviza erros de declaração de idade, tanto na informação da população, quanto nos óbitos observados e registrados no ano analisado.

A partir da determinação da Probabilidade de Morte entre duas Idades  $f(x,n)$ , podemos gerar a população hipotética sobrevivente  $I(x)$ , demonstrada na tabela [3.9].

Idade - x	População Hipotética - I(x)
0	100.000
1	99.981
5	98.960
10	98.567
15	98.292
20	97.769
25	97.076
30	96.376
35	95.586
40	94.472
45	92.921
50	90.752
55	87.656
60	83.082
65	76.512
70	67.539
75	55.753
80	41.544

Tabela 3.9: **População Hipotética Sobrevivente – I(x)**

Utilizamos então, uma interpolação exponencial para determinar a partir dos dados da função  $I(x)$  completa e com isto calculamos nossa Função Ajustada de Mortalidade para o Estado de Santa Catarina. Como temos dados consistentes de população e óbitos apenas até a idade de 80 anos, realizamos uma extrapolação respeitando o comportamento exponencial da Função de Mortalidade e também assumindo que atingimos probabilidade de morte  $I$ , aos 109 anos de idade. Isto porque, mesmo encontrando probabilidades de morte para idades intermediárias diferentes das encontradas na Tábua de Mortalidade AT-49, isto não garante que iremos atingir a probabilidade de morte  $I$  com uma idade superior ou inferior a 109 anos de idade. Desta forma, como não temos informações relevantes a respeito desta faixa etária, assumimos a idade terminal semelhante a da Tábua AT-49.

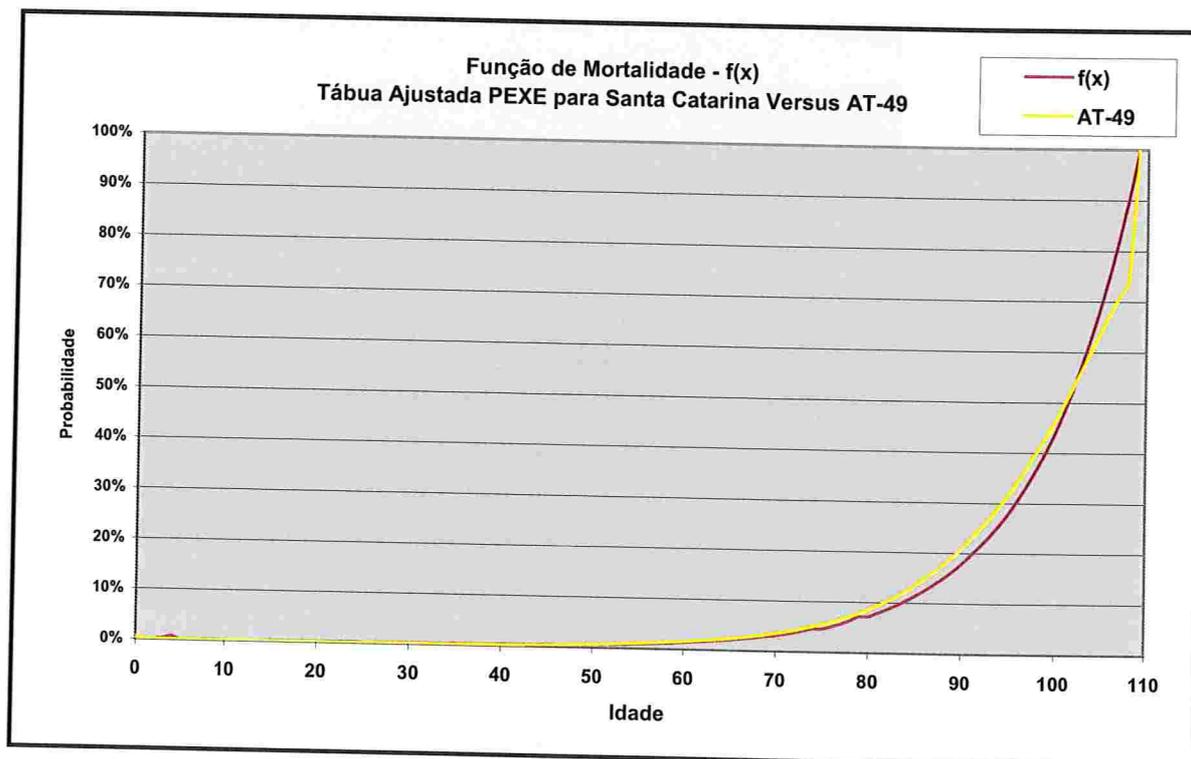


Figura 3.5: Gráfico comparativo entre a Tábua de Mortalidade AT-49 e a Função de Mortalidade Ajustada via PEXE para Santa Catarina

Idade	Função Ajustada - $f(x)$	AT-49
30	0,151%	0,100%
35	0,213%	0,139%
40	0,297%	0,203%
45	0,418%	0,363%
50	0,606%	0,656%
55	0,916%	1,056%
60	1,381%	1,566%
65	2,052%	2,307%
70	3,072%	3,509%
75	4,546%	5,450%
80	7,162%	8,550%
85	11,283%	13,418%
90	17,776%	20,849%
95	28,005%	31,683%
100	44,120%	46,341%

Tabela 3.10: Tabela comparativa entre a Tábua de Mortalidade AT-49 e a Função de Mortalidade Ajustada via PEXE para Santa Catarina

A figura [3.5] mostra um comparativo resumido entre a Função de Mortalidade Ajustada para Santa Catarina e a Tábua de Mortalidade AT-49. A Função de Mortalidade Ajustada Completa está disponível no Anexo I. A partir da figura [3.5] e da tabela [3.10], podemos destacar alguns resultados importantes obtidos:

- Para idades inferiores a 50 anos, representando quase que por completo o período contributivo médio de um participante do Plano de Pensão, a mortalidade é ligeiramente superior à mortalidade vista na Tábua AT-49;
- Para idades entre 50 anos e 100 anos, representando quase em sua totalidade o período médio de gozo do benefício, a mortalidade se apresenta significativamente menor se comparada com a AT-49. Este resultado era esperado, pois a AT-49 representa uma média nacional enquanto que nossos cálculos foram aplicados ao Estado de Santa Catarina, que apresenta índices de qualidade de vida superiores aos registrados na maioria do país;
- Para idades superiores a 100 anos, encontramos novamente uma mortalidade calculada superior a encontrada na AT-49. Isto possivelmente indica um comportamento de seleção natural, dado que os que sobrevivem em piores ambientes estão mais aptos a uma vida longa. Outro fator igualmente importante é o fato da população do Estado de Santa Catarina que chega à idade centenária, ser maior que a média nacional, contribuindo, assim, para o aumento da mortalidade em idades avançadas em nossa Tábua de Mortalidade Ajustada.

Dado que temos agora uma Tábua de Mortalidade Ajustada via PEXE para o Estado de Santa Catarina, podemos aplicar a modelagem de cálculo atuarial para o caso da Fundação ELOS utilizando esta tábua. Esperamos inicialmente um aumento do passivo da Fundação, dada esta previsão mais realista de mortalidade da região onde ela se localiza.

### **3.2.2 Resultados**

Na tabela [3.11] encontramos um comparativo entre os resultados obtidos anteriormente, quando reproduzimos o cálculo do passivo atuarial da Fundação ELOS, e os

resultados obtidos substituindo a Tábua de Mortalidade AT-49 pela Tábua Ajustada via PEXE.

<b>Benefícios a Conceder</b>		
	Tábua Ajustada (PEXE)	Tábua AT-49
Encargos	339.083.429,44	330.551.158,01
Contribuições	103.725.498,36	103.224.180,88
	235.357.931,08	227.326.977,12
<b>Benefícios Concedidos</b>		
	Tábua Ajustada (PEXE)	Tábua AT-49
Encargos	121.806.067,78	118.735.479,64
Contribuições	22.781.879,14	23.284.535,63
	99.024.188,64	95.450.944,00
<b>Total</b>	<b>334.382.119,72</b>	<b>322.777.921,13</b>

Tabela 3.11: Comparativo dos resultados obtidos substituindo a Tábua de Mortalidade

Percebemos como esperado que o Passivo Atuarial da Fundação aumentou aproximadamente R\$ 12 milhões (em torno de 3,5%). Este aumento se deve fundamentalmente, como podemos observar na tabela [3.9], ao aumento de 2,6% (dois vírgula seis pontos percentuais) nos Encargos tanto dos Benefícios a Conceder quanto dos Benefícios Concedidos. Isto é reflexo imediato da menor mortalidade verificada na Tábua Ajustada no período de gozo do benefício (período entre 50 e 100 anos de idade). Ao mesmo tempo, as contribuições não aumentam na mesma proporção, pois durante quase todo o período em que o participante permanece ativo (período até 50 anos de idade), onde se concentra uma parcela importante das contribuições, a Tábua Ajustada de Mortalidade mostrou uma mortalidade próxima a da Tábua AT-49. No entanto, esta variação encontrada no valor esperado do Passivo Atuarial é pequena, se considerarmos que o desvio padrão que indica uma medida de risco para esta variável é de  $\pm 4,5\%$  (quatro e meio pontos percentuais). Isto não diminui a relevância do resultado, pois quanto mais características específicas possuir a população em estudo para determinação de uma Tábua Ajustada de Mortalidade, maior será a diferença com relação à Tábua AT-49, aumentando assim, o impacto no cálculo do Passivo Atuarial da Fundação.

## Capítulo 4

### Conclusão

Em vista das evidências apresentadas no capítulo anterior, a primeira conclusão do trabalho é que o modelo utilizando processos ramificados se mostra eficiente no cálculo do Passivo Atuarial de Planos de Pensão de Benefício Definido. A tabela [3.5] resume os resultados obtidos e os compara com o Parecer Atuarial da Fundação para o exercício de 2003, comprovando a eficácia do modelo, dado que a diferença de 7,5% (sete e meio pontos percentuais) encontrada com relação aos dados apurados pela própria Fundação, pode ser explicada pelas diferenças nas tábuas de mortalidade de inválidos, na tábua de entrada de invalidez e na determinação da família padrão do participante, onde utilizamos parâmetros disponíveis sem ter acesso aos de uso exclusivo da Fundação.

Outro fator importante deste trabalho é a determinação de uma medida de risco associada ao fluxo financeiro, facilitando a gestão dos recursos da Fundação que administra o Plano de Pensão. Esta medida de risco representada pelo desvio padrão da variável aleatória considerada no modelo, permite visualizar o erro que o administrador do Plano de Pensão pode incorrer ao não considerar o comportamento aleatório do fluxo financeiro de Contribuições e Encargos relativos ao Plano de Benefício Definido.

Um fato que chamou nossa atenção foi a diferença encontrada na tabela [3.5], com relação ao Valor Esperado de Contribuições dos Benefícios já Concedidos, diferença esta causada por não considerarmos o evento de aposentadorias especiais em nosso modelo. A Fundação permite a antecipação de aposentadoria relacionada à conversão de tempo de serviço especial em normal, gerando obrigações contributivas da Patrocinadora frente ao Plano de Pensão. Isto significa dizer que o modelo pode ainda ser aperfeiçoado para contemplar também este evento.

Com relação à aplicação da metodologia Piecewise Exponential Estimator (PEXE) para obter uma Tábua de Mortalidade para o Estado de Santa Catarina, percebemos que mesmo obtendo um aumento de apenas 3,5% (três e meio pontos percentuais), podemos retirar informações extremamente relevantes com relação a uma população específica. No

caso do Estado de Santa Catarina, concluímos que melhores índices de qualidade de vida frente à média nacional acarretam uma queda na taxa de mortalidade a partir dos 50 anos de idade mostrado na tabela [3.8], justamente próximo ao início do período de gozo do benefício. Outro fator relevante é o fato do método permitir atualizações periódicas da Tábua de Mortalidade frente o crescente avanço da expectativa de vida da População Brasileira nos últimos anos.

Podemos afirmar finalmente, que este trabalho pode representar um grande passo para uma gestão mais eficiente e transparente dos ativos de um Plano de Pensão de Benefício Definido. Não resta dúvida que o mesmo deve ser considerado pelas áreas de gerenciamento de risco de Fundos de Pensão ou de instituições que prestam serviços a estas.

## Referência Bibliográfica

- [1] J.M.Stern, C.A.B.Pereira, F.Nakano. "Actuarial Analysis via Branching Processes", Departamento de Ciência da Computação, Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo.
- [2] J.S.Kim, F.Proschan. "Piecewise Exponential Estimator of the Survivor Function",
- [3] N.L.Bowers Jr., H.U.Gerber, J.C.Hickman, D.A.Jones, C.J.Nesbitt. "Actuarial Mathematics", The Society of Actuaries.
- [4] D.Gamerman. "Bayes Estimation of the Piecewise Exponential Distribution", Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- [5] K.H.Borch. "Economics of Insurance", North-Holland, 1992
- [6] H.H.Panjer, G.E.Willmot. "Insurance Risk Models", Society of Actuaries, 1992
- [7] Hinde. "Demographic Methods", London, Arnold. 1998
- [8] L.Reed, H.Merrell. "Um método rápido para la construcción de una tabla de vida abreviada", CELADE, Série D, nº 49, Santiago. 1969
- [9] J.R.Birge, F.Louveaux. "Introduction to Stochastic Programming", Springer, 1997
- [10] C.D.Daykin, T.Pentikainen, M.Pesonen. "Practical Risk Theory for Actuaries", Chapman & Hall, 1994
- [11] J.C.Oliveira, F.R.Albuquerque. "Projeção da População do Brasil", IBGE.

## Anexo I

## Função de Mortalidade Ajustada via PEXE para Santa Catarina

Idade	Função Ajustada - f(x)	Idade	Função Ajustada - f(x)
0	0,019%	55	0,916%
1	0,033%	56	0,985%
2	0,089%	57	1,059%
3	0,242%	58	1,140%
4	0,661%	59	1,229%
5	0,070%	60	1,381%
6	0,074%	61	1,495%
7	0,079%	62	1,621%
8	0,084%	63	1,759%
9	0,090%	64	1,912%
10	0,052%	65	2,052%
11	0,054%	66	2,235%
12	0,056%	67	2,439%
13	0,058%	68	2,667%
14	0,060%	69	2,924%
15	0,095%	70	3,072%
16	0,101%	71	3,372%
17	0,106%	72	3,712%
18	0,112%	73	4,102%
19	0,119%	74	4,551%
20	0,127%	75	4,546%
21	0,134%	76	5,035%
22	0,142%	77	5,605%
23	0,150%	78	6,278%
24	0,158%	79	7,083%
25	0,132%	80	7,162%
26	0,138%	81	7,844%
27	0,144%	82	8,590%
28	0,151%	83	9,408%
29	0,158%	84	10,303%
30	0,151%	85	11,283%
31	0,158%	86	12,357%
32	0,164%	87	13,533%
33	0,171%	88	14,821%
34	0,178%	89	16,231%
35	0,213%	90	17,776%
36	0,223%	91	19,468%
37	0,234%	92	21,320%

Idade	Função Ajustada - f(x)	Idade	Função Ajustada - f(x)
38	0,245%	93	23,349%
39	0,257%	94	25,571%
40	0,297%	95	28,005%
41	0,313%	96	30,670%
42	0,330%	97	33,589%
43	0,347%	98	36,785%
44	0,366%	99	40,286%
45	0,418%	100	44,120%
46	0,443%	101	48,319%
47	0,470%	102	52,917%
48	0,498%	103	57,953%
49	0,528%	104	63,468%
50	0,606%	105	69,508%
51	0,646%	106	76,123%
52	0,689%	107	83,367%
53	0,735%	108	91,301%
54	0,784%	109	100,000%

## **Anexo II**

### **Regulamento do Plano de Benefícios da Fundação Eletrosul de Previdência a Assistência Social – ELOS**

#### **CAPÍTULO I**

##### **Do Objeto**

Artigo 1º - Este regulamento complementa os dispositivos do Estatuto da Fundação Eletrosul de Previdência e Assistência Social - ELOS, fixa as normas gerais do Plano de Benefícios e estabelece os direitos e os deveres das Patrocinadoras, dos Participantes e de seus dependentes.

#### **CAPÍTULO II**

##### **Das Patrocinadoras**

Artigo 2º - Considera-se Patrocinadora toda pessoa jurídica que contribui permanente e regularmente para a ELOS com a finalidade de tornar acessível aos empregados e respectivos dependentes planos privados de concessão de benefícios pecuniários, complementares ou assemelhados aos da Previdência Social.

Parágrafo Primeiro - "A Centrais Elétricas do Sul do Brasil S.A. - ELETROSUL", responsável pela criação da ELOS, além de Patrocinadora terá, sempre, a condição de Instituidora da Fundação.

Parágrafo Segundo - A admissão de outras Patrocinadoras, observado o disposto no Estatuto da ELOS, é celebrada sob a forma de contrato de adesão, no qual se estabelecem as condições de solidariedade das partes e a aceitação de todos os princípios previstos neste Regulamento, sendo vedada a adoção de condições diferentes das nele contidas, quer para as Patrocinadoras, quer para os Participantes e seus dependentes.

#### **CAPÍTULO III**

##### **Do Participante**

Artigo 3º - Considera-se Participante o empregado de Patrocinadora que tiver aprovada a sua inscrição na Fundação e dela for contribuinte.

Artigo 4º - Os Participantes da Elos pertencem a duas categorias:

I - Participante Fundador: todo o empregado da Instituidora, inscrito na Fundação no período compreendido entre 1º de janeiro de 1974 e 31 de março de 1974.

II - Participante não fundador: todo empregado de Patrocinadora, inscrito na Fundação após 31 de março de 1974.

### **Seção I**

Da Inscrição do Participante

Artigo 5º - A inscrição na Fundação é facultada somente a empregado de Patrocinadora e deve ser requerida no prazo de 90 (noventa) dias a contar da data de sua admissão na mesma.

Parágrafo Único - A inobservância do prazo para o pedido de inscrição sujeitará o requerente ao pagamento de uma taxa de inscrição progressiva, correspondente a 10% (dez por cento) da remuneração que estiver percebendo no mês em que efetuar o pedido, acrescido de 1% (um por cento) sobre o valor da mesma, por mês ou fração de mês excedente ao término do prazo de que trata este artigo.

Artigo 6º - O reingresso de Participante que se desligou da Fundação sem se desvincular da Patrocinadora, além de sujeitá-lo às condições vigentes na data do novo período de inscrição, está condicionado ao pagamento, em dobro, da taxa a que se refere o parágrafo único do artigo anterior.

Artigo 7º - Na hipótese de reingresso de qualquer natureza, a carência necessária para fazer jus aos benefícios será contada a partir da data da última inscrição, não se computando, para esse efeito, o tempo anterior de contribuição.

Artigo 8º - A condição de Participante é adquirida após o cumprimento dos seguintes requisitos:

I - requerimento em formulário próprio;

II - aprovação em exame médico determinado pela ELOS;

III - opção pela forma de regularização da jóia prevista no Plano de Custeio, em função de seu tempo de atividade, idade e remuneração, com base na data do pedido de inscrição na ELOS;

IV - recolhimento dos valores previstos nos artigos 5º e 6º, conforme for o caso;

V - aprovação pelo Diretor Superintendente.

Artigo 9º - Pode ter sua inscrição aprovada, sem a exigência de jóia, exame médico e taxa de inscrição, o empregado que se inscrever no prazo de 90 (noventa) dias a contar da data de adesão de Patrocinadora, desde que esta tenha assumido em instrumento próprio a responsabilidade expressa de pagar importância atuarialmente calculada, relativa a riscos iminentes e a tempo de serviço anterior em atividade vinculada à Previdência Social.

## **Seção II**

Da Manutenção da Qualidade do Participante

Artigo 10 - Permanece na condição de Participante:

I - o aposentado em benefício de complementação;

II - aquele que tiver cessado seu contrato de trabalho com a Patrocinadora, após haver efetuado 60 (sessenta) ou mais contribuições para a ELOS e optar por permanecer vinculado, assumindo, além das suas, as contribuições atribuídas à Patrocinadora no Plano de Custeio.

Parágrafo Único - A opção a que se refere o item II deste artigo deverá ser feita no prazo máximo de 90 (noventa) dias, a contar da data da rescisão do contrato de trabalho com a Patrocinadora.

## **Seção III**

Da Perda da Qualidade de Participante

Artigo 11 - Tem cancelada a sua inscrição o Participante que:

I - vier a falecer;

II - requerer seu desligamento da ELOS;

III - deixar de recolher à ELOS as suas contribuições por três meses consecutivos;

IV - deixar de optar por sua permanência, no prazo previsto no parágrafo único do artigo 10 (dez).

Parágrafo Único - O Participante que tiver cancelada a sua inscrição perderá direito aos benefícios para os quais não tenha completado as carências previstas neste Regulamento, até o mês da última contribuição.

## **Seção IV**

Do Dependente Beneficiário

Artigo 12 - É considerado beneficiário o dependente do Participante assim definido e aceito na Previdência Social, para fins de pensão.

Artigo 13 - A inscrição dos dependentes na ELOS é feita mediante apresentação dos documentos comprobatórios dessa condição.

Artigo 14 - A perda da condição de dependente, perante a Previdência Social, implica no cancelamento automático da sua inscrição na ELOS, cabendo ao Participante comunicar o fato à Fundação.

## **CAPÍTULO IV**

### **Do Salário Real de Contribuição**

Artigo 15 - O Salário Real de Contribuição é o valor sobre o qual incidem as contribuições do Participante para a ELOS, de acordo com o previsto no Plano de Custeio, limitado, mensalmente, a 3 (três) vezes o maior valor teto do salário de benefício da Previdência Social.

Parágrafo Primeiro - O limite de que trata este artigo não se aplica ao Participante inscrito até 07.04.1980.

Parágrafo Segundo - Para o Participante inscrito entre 08.04.1980 e 12.04.1982, o limite do Salário Real de Contribuição é de 3 (três) vezes o limite máximo do salário de contribuição para a Previdência Social.

Parágrafo Terceiro - As condições de fixação do Salário Real de Contribuição mencionadas nos parágrafos anteriores não se aplicam ao Participante que, embora inscrito anteriormente a 07.04.1980, tenha feito opção por contribuir pelo limite mencionado no caput deste artigo.

Artigo 16 - Para o Participante que não esteja com o contrato de trabalho suspenso, o Salário Real de Contribuição é a soma das parcelas que constituem a sua remuneração mensal, nelas incluídas as importâncias recebidas a qualquer título e sobre as quais incide desconto para a Previdência Social.

Artigo 17 - Para o Participante que tiver suspenso o seu contrato de trabalho, o Salário Real de Contribuição corresponde a remuneração que servia de base para a contribuição para a ELOS no mês imediatamente anterior, reajustada pelos mesmos índices e nas mesmas épocas dos aumentos salariais concedidos pela Patrocinadora a seus empregados.

Parágrafo Único - O Participante licenciado sem vencimentos, que permanecer vinculado à ELOS e optar pela suspensão de suas contribuições durante o período de seu afastamento, terá sua complementação ou, conforme o caso, as Complementações de Pensão ou de Auxílio-Reclusão, reduzidas na proporção de 1/360 (um trezentos e sessenta avos) por mês que deixar de efetuar suas contribuições, respeitado, na Complementação de Aposentadoria por Invalidez, o mínimo estabelecido no parágrafo 1o do Artigo 28.

I - Para efeito de cálculo de benefício de Participante que, ao longo dos meses considerados no cálculo do Salário Real de Benefício, tiver estado em gozo de licença sem remuneração e optado por permanecer sem contribuir durante o período da referida licença, serão adotados os seguintes procedimentos:

a) O Salário Real de Benefício será calculado com base nos Salários Reais de Contribuição correspondentes às remunerações percebidas até o último mês, anterior ao período de licenciamento, sendo a última remuneração, a partir da data do licenciamento, reajustada nas mesmas épocas e proporção dos reajustes concedidos pela Patrocinadora a seus empregados.

b) O Benefício do INPS será calculado como se durante o período de licenciamento sem vencimento, tivesse contribuído para a Previdência Social, com base em Salários de Contribuição compatíveis com os Salários Reais de Contribuição a ele atribuídos por este Regulamento, para efeito do cálculo do seu Salário Real de Benefício.

II - Após preencher as condições para recebimento dos benefícios de Complementação de Aposentadoria da ELOS, que, no caso de Participante do sexo masculino, essas condições tomarão por base a exigência de 35 (trinta e cinco) anos de contribuição para a Previdência Social, o Participante terá revertida a redução prevista neste parágrafo, na mesma base de 1/360 (um trezentos e sessenta avos) por mês de contribuição que, como Participante ativo, após preencher as referidas condições, vier a realizar.

Artigo 18 - Para o Participante que assumir cargo de Diretor ou de Conselheiro em Patrocinadora da ELOS, o Salário Real de Contribuição corresponde à remuneração que percebia anteriormente, reajustada pelos mesmos índices e nas mesmas épocas dos aumentos salariais concedidos pela Patrocinadora a seus empregados.

Parágrafo Único - Neste caso, o Participante estará sujeito a contribuir sobre a parcela relativa ao 13º (décimo terceiro) salário, percebendo-o ou não.

Artigo 19 - No caso de perda parcial de remuneração será facultado ao Participante optar por manter o valor de seu Salário Real de Contribuição, corrigido nas mesmas épocas e proporção dos aumentos concedidos pela Patrocinadora a seus empregados, para assegurar a percepção dos benefícios nos níveis correspondentes àquela remuneração, observadas as seguintes condições:

- I - ter percebido o maior salário por 36 (trinta e seis) ou mais meses;
- II - optar, no prazo de 90 (noventa) dias, a contar da data em que foi alterada a remuneração;
- III - recolher, além das suas contribuições, as atribuídas à patrocinadora, calculadas sobre a diferença entre a atual e antiga remuneração.

Artigo 20 - Para o Participante que tenha se desligado da Patrocinadora e optado por continuar contribuindo na forma do item II do artigo 10 (dez), o Salário Real de Contribuição corresponde à remuneração que servia de base para a contribuição para a ELOS no mês imediatamente anterior, reajustada pelos mesmos índices e nas mesmas épocas dos aumentos salariais concedidos pela Patrocinadora a seus empregados.

Artigo 21 - Para o Participante aposentado, o Salário Real de Contribuição é o valor de sua complementação de aposentadoria.

## **CAPÍTULO V**

### **Dos Benefícios**

Artigo 22 - Os benefícios abrangidos por este plano são os seguintes:

- I - Complementação de Aposentadoria por Invalidez;
- II - Complementação de Aposentadoria por Idade;
- III - Complementação de Aposentadoria por Tempo de Serviço;
- IV - Complementação de Aposentadoria Especial e do Ex-Combatente;
- V - Complementação de Auxílio - Reclusão;
- VI - Complementação de Pensão;
- VII - Auxílio-Funeral por morte de dependente;
- VIII - Abono Anual.

Parágrafo Único - A ELOS poderá, com prévia aprovação das Patrocinadoras, promover novas modalidades de benefícios, em caráter facultativo, mediante contribuição específica.

### **Seção I**

Disposições Preliminares

#### **Sub-Seção I**

Do Salário Real de Benefício

Artigo 23 - O Salário Real de Benefício é o valor correspondente a média aritmética dos Salários Reais de Contribuição, tomados em igual período e corrigidos pelos mesmos índices que a Previdência Social utilizar para o cálculo do seu Salário de Benefício.

Parágrafo Primeiro - Para o Participante cuja rescisão do contrato de trabalho com a Patrocinadora ou, se na condição de vinculado, a suspensão das contribuições à Fundação, ocorrer posteriormente à data de início do benefício concedido pela Previdência Social, o Salário Real de Benefício será apurado com base nos Salários Reais de Contribuição dos meses anteriores ao do mês, conforme o caso, da rescisão do contrato de trabalho com a Patrocinadora ou da suspensão das contribuições à Fundação se na condição de vinculado.

Parágrafo Segundo - Não serão considerados para cálculo do Salário Real de Benefício, os aumentos que excedam os limites legais, inclusive os voluntariamente concedidos no período básico de cálculo de benefício, salvo os aumentos resultantes de promoções, admitidos pela legislação ou pela Justiça do Trabalho e aceitos no processo de aposentadoria ou de qualquer outro benefício da Previdência Social concedidos ao Participante.

#### **Sub-Seção II**

Da Carência

Artigo 24 - Os benefícios de complementação de aposentadoria por tempo de serviço, idade, especial e ex-combatente são concedidos após completada a carência de 120 (cento e vinte) contribuições para a ELOS, sendo vedada a antecipação de contribuições.

Parágrafo Primeiro - No caso de Participante Fundador, o prazo de carência é de 60 (sessenta) contribuições para os benefícios de complementação de aposentadoria por idade e tempo de serviço.

Parágrafo Segundo - O Participante que tenha contribuído durante 60 (sessenta) ou mais meses para a ELOS poderá obter os benefícios de complementação de aposentadoria por tempo de serviço e idade, mencionados neste artigo. Neste caso, os benefícios corresponderão a 50% (cinquenta por cento), 60% (sessenta por cento), 70% (setenta por cento), 80% (oitenta por cento) ou 90% (noventa por cento) da complementação de aposentadoria a que faria jus se tivesse cumprido a carência de 120 (cento e vinte) meses, conforme a carência cumprida tenha sido de 5 (cinco), 6 (seis), 7 (sete), 8 (oito) ou 9 (nove) anos completos, respectivamente.

Artigo 25 - Os benefícios de complementação de aposentadoria por invalidez, complementação de auxílio-reclusão e de pensão são concedidos após carência de 12 (doze) contribuições para a ELOS.

Parágrafo Único - Para os benefícios de complementação de auxílio-reclusão e de pensão, a carência prevista neste artigo terá sua contagem iniciada a partir da primeira contribuição efetuada após a data de início de vigência deste Regulamento.

Artigo 26 - O empregado vinculado à Patrocinadora, que no contrato de adesão, tenha assumido a responsabilidade expressa de pagar as importâncias atuariais calculadas e relativas a riscos iminentes, a tempo de serviço anterior na empresa e/ou em atividades vinculadas à Previdência Social, filiado à Fundação nos primeiros 90 (noventa) dias, a contar da data de convocação específica para início das inscrições, fará jus ao benefício de complementação de aposentadoria por tempo de serviço ou idade, após cumprida a carência de 60 (sessenta) contribuições.

### **Sub-Seção III**

#### **Dos Critérios de Complementação de Aposentadoria**

Artigo 27 - A complementação de aposentadoria será devida ao Participante que vier a se aposentar pela Previdência Social e se desligar da Patrocinadora, a partir da data de solicitação do benefício à ELOS.

Artigo 28 - A complementação de aposentadoria consiste no valor correspondente a diferença entre o salário real de benefício e o valor da aposentadoria concedida pela Previdência Social, exceto para as complementações de aposentadoria por tempo de serviço, concedidas com tempo de serviço inferior a 35 (trinta e cinco) anos, para o sexo

masculino, ou 30 (trinta) anos, para o sexo feminino, e para as complementações de aposentadoria especial, na forma disposta neste Artigo e seus Parágrafos.

Parágrafo Primeiro - Para o Participante cuja rescisão do contrato de trabalho com a Patrocinadora ou, se na condição de vinculado, a suspensão das contribuições à Fundação, ocorrer em data posterior a de início do benefício concedido pela Previdência Social, o valor deste benefício, a ser utilizado para definição do valor inicial do benefício de complementação a ser proporcionado pela Fundação, será calculado hipoteticamente, conforme o caso, para o mês de seu desligamento na Patrocinadora ou da suspensão das contribuições à Fundação se na condição de vinculado, considerados o mesmo período de cálculo e valores utilizados para a apuração do seu Salário Real de Benefício, como se até a data não tivesse ocorrido a concessão do benefício pela Previdência Social.

Parágrafo Segundo - Para fins de complementação será garantido um valor não inferior a 20% (vinte por cento) do Salário Real de Benefício, limitado este ao teto máximo do salário de contribuição para a Previdência Social.

Parágrafo Terceiro - Para o Participante do sexo masculino que obtiver aposentadoria por tempo de serviço com tempo de vinculação à Previdência Social inferior a 35 (trinta e cinco) anos, o valor mínimo previsto no parágrafo anterior será de 10% (dez por cento), 11% (onze por cento), 13% (treze por cento), 15% (quinze por cento) e 17% (dezessete por cento), segundo o Participante tenha, respectivamente 30 (trinta), 31 (trinta e um), 32 (trinta e dois), 33 (trinta e três) e 34 (trinta e quatro) anos de serviço. Para o Participante do sexo feminino que obtiver aposentadoria por tempo de serviço com tempo de vinculação à Previdência social inferior a 30 (trinta) anos, o valor mínimo previsto no parágrafo anterior será de 10% (dez por cento), 11% (onze por cento), 13% (treze por cento), 15% (quinze por cento) e 17% (dezessete por cento), segundo o Participante tenha, respectivamente, 25 (vinte e cinco), 26 (vinte e seis), 27 (vinte e sete), 28 (vinte e oito) e 29 (vinte e nove) anos de serviço.

Parágrafo Quarto - Excetuam-se desta garantia as complementações de aposentadorias especiais.

Parágrafo Quinto - Caso as informações relativas à tempo de serviço vinculados à Previdência Social prestadas pelo Participante venham a divergir das observadas posteriormente, acarretando a antecipação da data prevista para o início do benefício ou

valor de benefício superior ao previsto, o Participante estará submetido a partir de 1º de setembro de 1992 a uma das seguintes situações:

I - pagar a diferença de Reservas Matemáticas decorrentes da divergência nas informações;

II - receber benefício proporcional de acordo com a proporção apurada entre a Reserva Matemática avaliada com as informações prestadas pelo Participante e a nova Reserva Matemática avaliada com as informações divergentes retificadas.

Parágrafo Sexto - A complementação de aposentadoria e a respectiva reversão em pensão, levando em conta o benefício do abono anual, não poderá ser inferior ao valor atuarialmente equivalente ao montante das contribuições vertidas pelo participante, devidamente atualizadas monetariamente na forma prevista no Artigo 57 e devidamente deduzidas das parcelas contributivas destinadas à cobertura dos benefícios de riscos.

Parágrafo Sétimo - No sentido de preservar o Plano de Custeio da ELOS, o participante que se aposentar pela Previdência Social com aplicação das sistemáticas introduzidas pela Lei nº 9.876, de 26.11.1999, desde a sua edição, terá sua complementação calculada considerando a manutenção das mesmas regras de cálculo da aposentadoria da Previdência Social que vigorava antes da entrada em vigor da referida Lei.

Artigo 29 - O Participante que ao ingressar na ELOS, já se encontrava aposentado, terá sua complementação calculada em relação à aposentadoria a que teria direito na Previdência Social se viesse a se aposentar na data de seu desligamento da Patrocinadora.

Artigo 30 - O benefício de complementação, somado ao de aposentadoria da Previdência Social, não poderá ultrapassar a média dos Salários Reais de Contribuição apurada nos 12 (doze) meses imediatamente anteriores à data de concessão do benefício, acrescida de uma parcela correspondente a 25% (vinte e cinco por cento) do teto máximo do salário de contribuição para a Previdência Social.

Parágrafo Primeiro - se a soma dos dois benefícios exceder ao limite de que trata este artigo, o valor da complementação a ser concedido será ajustado, o quanto for necessário, para se respeitar aquele limite.

Parágrafo Segundo - A restrição de que trata este artigo não se aplica ao Participante inscrito até 07 de abril de 1980.

## **Seção II**

### **Da Complementação de Aposentadoria por Invalidez**

Artigo 31 - A complementação de aposentadoria por invalidez será devida ao Participante que vier a se aposentar por invalidez pela Previdência Social, após cumprida a carência de 12 (doze) contribuições para a ELOS.

Parágrafo Único - O benefício de complementação de aposentadoria por invalidez independe de carência quando o Participante for aposentado em decorrência de acidente de trabalho, ou nos casos em que essa carência não é exigida pela Previdência Social.

Artigo 32 - A complementação de aposentadoria por invalidez consiste numa renda mensal equivalente à diferença entre o Salário Real de Benefício e o valor da aposentadoria concedida pela Previdência Social.

Parágrafo Único - Fica assegurado que a complementação de aposentadoria por invalidez não será inferior a complementação de aposentadoria por idade que, hipoteticamente, o Participante faria jus, como se, na ocasião em que ocorra sua invalidez, já tivesse preenchido todas as carências exigidas de idade e de tempo de contribuição.

Artigo 33 - Cessa a complementação de aposentadoria por invalidez do Participante que tiver cancelada sua aposentadoria pela Previdência Social ou que retorne ao trabalho na vigência do benefício.

## **Seção III**

### **Da Complementação de Aposentadoria por Idade**

Artigo 34 - A complementação de aposentadoria por idade será devida ao Participante que se aposentar pela Previdência Social, após cumprida a carência de 120 (cento e vinte) contribuições para a ELOS.

Artigo 35 - A complementação de aposentadoria por idade consiste numa renda mensal equivalente à diferença entre o Salário Real de Benefício e o valor da aposentadoria concedida pela Previdência Social.

## **Seção IV**

### **Da Complementação de Aposentadoria por Tempo de Serviço**

Artigo 36 - A complementação de aposentadoria por tempo de serviço será devida ao Participante que se aposentar pela Previdência Social, após cumprida a carência de 120

(cento e vinte) contribuições para a ELOS e completado 55 (cinquenta e cinco) anos de idade.

Parágrafo Único - Não será exigida do Participante inscrito até 07 de abril de 1980, a idade mínima prevista neste artigo para fazer jus à complementação de aposentadoria por tempo de serviço.

Artigo 37 - A complementação de aposentadoria por tempo de serviço para aquele que se aposentar aos 35 (trinta e cinco) anos de vinculação à Previdência Social, se do sexo masculino e aos 30 (trinta) anos, se do sexo feminino, consiste numa renda mensal equivalente à diferença entre o Salário Real de Benefício e o valor da aposentadoria concedida pela Previdência Social.

Artigo 38 - Para o Participante do sexo masculino que se aposentar com tempo de vinculação à Previdência Social inferior a 35 (trinta e cinco) anos, aplicar-se-á sobre o valor do salário real de benefício referido no artigo anterior, os coeficientes de 80% (oitenta por cento), 84 % (oitenta e quatro por cento), 88% (oitenta e oito por cento), 92 % (noventa e dois por cento) e 96 % (noventa e seis por cento), segundo o participante tenha, respectivamente, 30 (trinta), 31 (trinta e um), 32 (trinta e dois), 33 (trinta e três) e 34 (trinta e quatro) anos de serviço. Para o Participante do sexo feminino que se aposentar com tempo de vinculação à Previdência Social inferior a 30 (trinta) anos, aplicar-se-á sobre o valor do salário real de benefício referido no artigo anterior, os coeficientes de 70% (setenta por cento), 76 % (setenta e seis por cento), 82% (oitenta e dois por cento), 88 % (oitenta e oito por cento) e 94 % (noventa e quatro por cento), segundo o participante tenha, respectivamente, 25 (vinte e cinco), 26 (vinte e seis), 27 (vinte e sete), 28 (vinte e oito) e 29 (vinte e nove) anos de serviço.

Parágrafo Único - O Participante que vier a se aposentar nas condições desse artigo não terá assegurado o mínimo a que se refere o parágrafo segundo do artigo 28.

Artigo 39 - O Participante que, contando com 10 (dez) ou mais anos completos de contribuição para a Fundação, contados desde a data da última inscrição, após ter perdido o vínculo empregatício com a Patrocinadora e sem fazer jus a receber qualquer complementação de aposentadoria pela Fundação, caso não opte por receber o resgate das contribuições, fará jus, ao se aposentar pela Previdência Social, a receber uma complementação de aposentadoria proporcional ao tempo de contribuição para a ELOS.

Parágrafo Primeiro - Na data do afastamento do Participante da Patrocinadora e da interrupção de suas contribuições para a ELOS, será calculada a complementação de aposentadoria que, hipoteticamente, o Participante teria direito se aposentasse por tempo de serviço aos 35 (trinta e cinco) anos de vinculação à Previdência Social, se do sexo masculino ou aos 30 (trinta) anos se do sexo feminino.

Parágrafo Segundo - O valor do benefício corresponderá a tantos trinta avos quantos forem os anos completos de contribuição para a ELOS desde a data da última inscrição até a data da cessação do recolhimento das contribuições, até o máximo de trinta avos, sendo reajustado nas mesmas condições em que são reajustados os demais benefícios concedidos pela ELOS.

Parágrafo Terceiro - O pagamento do benefício terá início na data em que o Participante vier a obter da Previdência Social aposentadoria por invalidez, idade ou tempo de serviço aos 35 (trinta e cinco) anos de vinculação à Previdência Social se do sexo masculino ou aos 30 (trinta) anos se do sexo feminino.

Parágrafo Quarto - A complementação de pensão será calculada aplicando-se, sobre o benefício previsto neste artigo, as normas contidas na Seção VII deste Regulamento.

## **Seção V**

### **Da Complementação de Aposentadoria Especial e de Ex-Combatente**

Artigo 40 - A complementação de aposentadoria especial e de ex-combatente será devida ao Participante que após cumprida a carência de 120 (cento e vinte) contribuições para a ELOS, tenha concedida aposentadoria pela Previdência Social.

Artigo 41 - A complementação de aposentadoria especial, exceto a de ex-combatente, só será concedida quando o Participante completar a idade mínima de 53 (cinquenta e três), 51 (cinquenta e um) ou 49 (quarenta e nove) anos, conforme o tempo de serviço exigido pela Previdência Social seja de 25 (vinte e cinco), 20 (vinte) ou 15 (quinze) anos, respectivamente.

Artigo 42 - A complementação de aposentadoria especial exceto a de ex-combatente, consiste numa renda mensal que se obtém aplicando sobre o Salário Real de Benefício um percentual correspondente a tantos 35 (trinta e cinco) avos quanto forem os anos completos de vinculação à Previdência Social, até o máximo de 35 (trinta e cinco)

anos, subtraindo-se, do resultado o valor da aposentadoria concedida pela Previdência Social.

Parágrafo Único - Nos casos previstos neste artigo, será assegurado um valor mínimo de complementação igual a 10% (dez por cento) do Salário Real de Benefícios, limitado este à metade do teto máximo do salário de contribuição para a Previdência Social.

Artigo 43 - A complementação de aposentadoria do ex-combatente consiste numa renda mensal equivalente à diferença entre o Salário Real de Benefício e o valor da aposentadoria concedida pela Previdência Social.

## **Seção VI**

### **Da Complementação de Auxílio-Reclusão**

Artigo 44 - A complementação de auxílio-reclusão será devida ao conjunto de dependentes beneficiários do Participante detento ou recluso, desde que este tenha efetuado pelo menos 12 (doze) contribuições para o ELOS, vigorando enquanto for concedido o auxílio-reclusão pela Previdência Social.

Artigo 45 - A complementação de auxílio-reclusão consiste na renda mensal correspondente a uma cota familiar de 50 % (cinquenta por cento) do valor da complementação de aposentadoria por invalidez que teria o Participante na data da reclusão, acrescida de tantas cotas individuais iguais a 10% (dez por cento) do valor da mesma complementação, quantos forem os dependentes, até o máximo 5 (cinco).

Parágrafo Primeiro - as cotas individuais serão extintas de acordo com as mesmas regras adotadas pela Previdência Social para o benefício de auxílio-reclusão.

Parágrafo Segundo - A complementação de auxílio-reclusão somente se extinguirá com a morte ou a perda desta condição pelo último beneficiário do Participante detento ou recluso, de acordo com as regras estabelecidas pela Previdência Social para o benefício de auxílio-reclusão.

Artigo 46 - O benefício de complementação será suspenso quando cessar o auxílio-reclusão na Previdência Social.

## **Seção VII**

### **Da Complementação de Pensão**

Artigo 47 - A complementação de pensão é assegurada por morte do Participante, após haver efetuado 12 (doze) contribuições mensais para a ELOS, aos dependentes habilitados como pensionistas pela Previdência Social.

Parágrafo Único - O Benefício de complementação de pensão independe de carência nos casos em que não é exigida pela Previdência Social.

Artigo 48 - A complementação de pensão consiste na renda mensal correspondente a uma cota familiar de 50% (cinquenta por cento) do valor da complementação de aposentadoria percebida pelo Participante assistido, ou da que perceberia por invalidez na data do óbito, acrescida de tantas cotas individuais iguais a 10 % (dez por cento) do valor da mesma complementação, quantos forem os dependentes, até o máximo 5 (cinco).

Parágrafo Único - As cotas individuais serão extintas de acordo com as mesmas regras adotadas pela Previdência Social para o benefício de Pensão.

Artigo 49 - O pagamento da complementação de pensão dar-se-á após a formalização do pedido na ELOS e a contar da data do falecimento do Participante.

Artigo 50 - Com a perda, pelo último dependente, da habilitação como pensionista da Previdência Social, cessará a complementação de pensão.

### **Seção VIII**

#### **Do Auxílio Funeral por Morte de Dependente**

Artigo 51 - O auxílio funeral por morte de dependente será devido ao Participante quando do falecimento de dependente beneficiário registrado na ELOS.

Artigo 52 - O auxílio funeral por morte de dependente consiste numa prestação pecuniária, de pagamento único, correspondente a 25% (vinte e cinco por cento) do valor teto do salário de contribuição para a Previdência Social.

### **Seção IX**

#### **Do Abono Anual**

Artigo 53 - O abono anual consiste numa prestação pecuniária, de pagamento anual e único, correspondente a 1/12 (um doze avos) do valor do benefício de complementação relativo ao mês de dezembro de cada ano, por mês de recebimento do benefício de complementação ao longo do respectivo exercício.

### **Seção X**

#### **Do Reajustamento de Benefícios**

Artigo 54 - Os valores das complementações de aposentadoria, de auxílio-reclusão e de pensão serão reajustados pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor - INPC da Fundação IBGE, podendo esse índice ser substituído por outro atuarialmente viável sempre que fatores econômicos o recomendarem, desde que aprovado pelo Conselho de Curadores e submetido à autoridade competente.

Parágrafo Primeiro - Os reajustamentos serão efetuados pelo menos nos mesmos meses de reajustes dos benefícios da Previdência Social, podendo ser concedidas antecipações, a critério do Conselho de Curadores, sempre que o Índice Nacional de Preços ao Consumidor - INPC da Fundação IBGE acumular, desde o último mês de reajuste, um percentual de variação superior a 20% (vinte por cento).

Parágrafo Segundo - Os benefícios iniciados entre as duas datas de reajustes sucessivas, terão o primeiro reajuste calculado considerando o índice de reajuste, previsto no caput deste Artigo, acumulado a partir do mês de início do recebimento do benefício.

Parágrafo Terceiro - Se permitido pela legislação vigente, quando a rentabilidade dos recursos financeiros e a situação atuarial da ELOS, após a cobertura de todas as reservas atuarialmente exigidas para garantia dos benefícios concedidos e a conceder e, ainda, satisfeita a constituição de uma reserva de contingência de benefícios até o limite de 25% (vinte e cinco por cento) do valor das referidas reservas, o permitirem, o excedente apurado constituirá um fundo especial destinado à ampliação dos benefícios previdenciários e/ou redução das contribuições.

## **Seção XI**

### **Da Prescrição de Benefícios**

Artigo 55 - Os benefícios não reclamados prescreverão no prazo de 5 (cinco) anos, a contar da data em que forem devidos, revertendo as importâncias respectivas em favor da ELOS.

Artigo 56 - As importâncias não recebidas em vida pelo Participante referentes a benefícios devidos e não prescritos, serão pagas aos dependentes beneficiários, depois de descontados os créditos em favor da ELOS.

## **Capítulo VI**

### **Da Restituição de Contribuições**

Artigo 57 - Todo aquele, que tiver rescindido seu contrato de trabalho na Patrocinadora e deixar de ser Participante da ELOS após 12 (doze) contribuições, sem entretanto fazer jus à complementação de aposentadoria, terá direito a um valor de resgate equivalente a 100% (cem por cento) das suas contribuições, inclusive jória, vertidas desde a data da sua última filiação como Participante da ELOS, atualizadas mês a mês, pelos mesmos índices aplicados pelo Governo Federal como atualização monetária da Caderneta de Poupança, com aniversário no primeiro dia do mês, ocasião em que se efetuará encontro de contas para saldar eventuais débitos do Participante para com a Fundação.

Parágrafo Primeiro - O Participante que, com 10 (dez) ou mais anos de filiação à ELOS, tenha preenchido todas as condições de aposentadoria por tempo de serviço, especial ou de ex-combatente, vier a se desligar da Patrocinadora em consequência de ter se aposentado pela Previdência Social, sem ter ainda completado a idade mínima para concessão da respectiva complementação de aposentadoria, fixada, conforme o caso, nos artigos 36 e 41 deste Regulamento poderá optar entre o benefício com a redução decorrente da antecipação, conforme o artigo 73 deste Regulamento, e o resgate das suas contribuições, inclusive jória, nos termos do caput deste artigo.

Parágrafo Segundo - No caso de saída voluntária de Participante, que não tenha se desligado da Patrocinadora, não haverá restituição de contribuições prestadas, inclusive jória.

Artigo 58 - As contribuições serão restituídas a partir do mês seguinte à solicitação do Participante, em prestações iguais, mensais e sucessivas, em um prazo não superior a 10 % (dez por cento) do período de pagamento das contribuições pelo Participante.

## **Capítulo VII**

### **Das Contribuições das Patrocinadoras e dos Participantes**

#### **Seção I**

Do custeio atribuído à ELETROSUL e aos participantes a ela vinculados

Artigo 59 - As condições específicas do custeio corresponderão :

A - O participante assistido aposentado antes de 15/12/2000, contribuirá cumulativamente com as taxas abaixo, sobre o valor de sua complementação, a qual se destinará exclusivamente a percepção dos benefícios : auxílio funeral por morte de dependente, pensão e respectivo abono anual.

I - 1,80 % (um vírgula oitenta por cento) da parcela da remuneração mensal compreendida até a metade do maior valor teto do salário de benefício da Previdência Social.

II - 4,60 % (quatro vírgula sessenta por cento) da parcela da remuneração mensal compreendida entre a metade e o maior valor teto do salário de benefício da Previdência Social.

III - 9,00 % (nove por cento) sobre a parcela da remuneração mensal que exceder o maior valor teto do salário de benefício da Previdência Social, até 3 (três) vezes o referido valor teto.

IV - 10,00 % (dez por cento) sobre a parcela da remuneração mensal que exceder a 3 (três) vezes o maior valor teto do salário de benefício da Previdência Social, até 3 (três) vezes o limite máximo do salário de contribuição para a Previdência Social, ressalvado o disposto no parágrafo 3º do Artigo 15.

V - 11,50 % (onze vírgula cinqüenta por cento) sobre a parcela da remuneração mensal que exceder a 3 (três) vezes o limite máximo do salário de contribuição para a Previdência Social, para o Participante inscrito até 07.04.1980, ressalvado o disposto no parágrafo 3º do Artigo 15.

B - Os participantes ativos e os assistidos que requererem complementação de aposentadoria a partir de 15/12/2000, contribuirão cumulativamente com as seguintes taxas :

I - 2,50 % (dois vírgula cinqüenta por cento) da parcela da remuneração mensal compreendida até a metade do maior valor teto do salário de benefício da Previdência Social.

II - 6,39 % (seis vírgula trinta e nove por cento) da parcela da remuneração mensal compreendida entre a metade e o maior valor teto do salário de benefício da Previdência Social.

III - 12,51 % (doze vírgula cinqüenta e um por cento) sobre a parcela da remuneração mensal que exceder o maior valor teto do salário de benefício da Previdência Social, até 3 (três) vezes o referido valor teto.

IV - 15,59 % (quinze vírgula cinqüenta e nove por cento) sobre a parcela da remuneração mensal que exceder a 3 (três) vezes o limite máximo do salário de contribuição para a Previdência Social, para o Participante inscrito até 07.04.1980, ressalvado o disposto no parágrafo 3º do Artigo 15.

C - A contribuição normal, mensal, da Patrocinadora, será paritária com as contribuições dos participantes, realizadas em conformidade com a letra "B" anterior, atendendo assim ao determinado pelo Artigo 5º da Emenda Constitucional nº 20, de 15/12/1998.

D - Nas contribuições referidas nas letras "B" e "C" anteriores já está incluído o rateio paritário das despesas administrativas, observado o limite de 15% (quinze por cento) do total das referidas contribuições.

## **Seção II**

Do custeio atribuído à GERASUL e aos participantes a ela vinculados

Artigo 60 - As condições específicas do custeio corresponderão :

A - Os participantes ativos e os assistidos aposentados, contribuirão cumulativamente com as seguintes taxas :

I - 1,80 % (um vírgula oitenta por cento) da parcela da remuneração mensal compreendida até a metade do maior valor teto do salário de benefício da Previdência Social.

II - 4,60 % (quatro vírgula sessenta por cento) da parcela da remuneração mensal compreendida entre a metade e o maior valor teto do salário de benefício da Previdência Social.

III - 9,00 % (nove por cento) sobre a parcela da remuneração mensal que exceder o maior valor teto do salário de benefício da Previdência Social, até 3 (três) vezes o referido valor teto.

IV - 10,00 % (dez por cento) sobre a parcela da remuneração mensal que exceder a 3 (três) vezes o maior valor teto do salário de benefício da Previdência

Social, até 3 (três) vezes o limite máximo do salário de contribuição para a Previdência Social, ressalvado o disposto no parágrafo 3º do Artigo 15.

V - 11,50 % (onze vírgula cinqüenta por cento) sobre a parcela da remuneração mensal que exceder a 3 (três) vezes o limite máximo do salário de contribuição para a Previdência Social, para o Participante inscrito até 07.04.1980, ressalvado o disposto no parágrafo 3º do Artigo 15.

B - A contribuição normal, mensal, da Patrocinadora, será o dobro da contribuição dos empregados participantes.

C - As despesas administrativas serão pagas diretamente pela Patrocinadora, com exceção de dispêndios com locação de imóvel para uso próprio da Fundação, referente aos seus empregados participantes e seus participantes assistidos, observados os limites legais vigentes.

Parágrafo Único - O Participante que estiver percebendo complementação de aposentadoria contribuirá sobre o valor da sua complementação, a qual se destinará exclusivamente à percepção dos benefícios : auxílio funeral por morte de dependente, pensão e respectivo abono anual.

### **Seção III**

Das condições gerais de custeio

Artigo 61 - Além das contribuições mensais previstas nos Artigos 59 e 60, os Participantes estarão sujeitos ao pagamento da jóia, cujo valor é determinado em função de cálculos atuariais, tendo como base os fatores idade, remuneração e tempo de vinculação à Previdência Social.

Parágrafo Primeiro - O Participante poderá optar por recolher a importância atuarialmente determinada de uma só vez, parceladamente ou em percentual sobre o Salário Real de Contribuição, aplicado mensalmente até a data do início do benefício de complementação.

Parágrafo Segundo - O Participante poderá, ainda, optar por não pagar a jóia que lhe for atribuída e, conseqüentemente, por perceber o benefício reduzido na proporção que o cálculo atuarial determinar.

Parágrafo Terceiro - O Participante que tiver optado pelo não pagamento da jóia na época de ingresso na Fundação, e, posteriormente, por ocasião do desligamento da Patrocinadora e do cálculo do benefício de complementação, desejar elevar o percentual de seu benefício, poderá recolher à Fundação a respectiva Reserva Matemática, calculada atuarialmente, proporcional ao acréscimo que deseja dar à complementação.

Parágrafo Quarto - O Participante que, tendo optado pelo não pagamento da jóia, permanecer em atividade após ter obtido as condições de aposentadoria por tempo de serviço plena ou aposentadoria especial, terá direito ao acréscimo gradativo do seu percentual do benefício, na razão de 1/30 (um trinta avos) por cada ano completo que permaneça em atividade como Participante da ELOS após completadas as demais condições e carências deste Regulamento. O referido acréscimo será apurado até o Participante atingir a idade determinada pela Previdência Social para se aposentar por idade ou até completar o percentual máximo de 100% (cem por cento) do seu benefício de complementação de aposentadoria, prevalecendo o que primeiro ocorrer.

Artigo 62 - Além das contribuições normais, as Patrocinadoras continuarão a amortização da Reserva Suplementar de Tempo de Serviços Passados, objeto de análise pelo Ofício nº 1781/SPC/CGAT de 17/03/2000, avaliada em R\$ 29.084.950,00, a preços de dezembro de 1999, constante do DRAA do exercício de 1999, no prazo de 24 (vinte e quatro) anos, a contar de janeiro de 2000, na forma atuarialmente avaliada.

Artigo 63 - As demais Patrocinadoras recolherão as contribuições determinadas nos seus planos de custeio.

Parágrafo Primeiro - Anualmente será feita a revisão atuarial do Plano para verificar as modificações a serem introduzidas em seus custeios.

Parágrafo Segundo - Sempre que houver adesão de nova Patrocinadora, o correspondente plano de custeio será previamente objeto de avaliação atuarial.

Artigo 64 - O Participante com o contrato de trabalho suspenso, salvo nos casos de afastamento por motivo de auxílio-reclusão, assumirá, além das suas, as contribuições atribuídas à Patrocinadora.

Artigo 65 - As despesas administrativas mencionadas neste Capítulo, não poderão exceder a 15% (quinze por cento) do total de receitas de contribuições previstas para o exercício, não consideradas as despesas decorrentes das aplicações.

Artigo 66 - A contribuição do Participante será descontada da respectiva folha de pagamento e recolhida à ELOS pela Patrocinadora, juntamente com as suas contribuições, até o 1º dia útil de cada mês subsequente ao desconto ou competência.

Artigo 67 - Na hipótese de que não ocorra desconto em folha de pagamento, fica o Participante obrigado a recolher suas contribuições à Tesouraria da ELOS ou a estabelecimento bancário por ela designado, até o dia 15 (quinze) do mês subsequente ao vencido.

Parágrafo Único - Não se verificando o recolhimento no prazo previsto neste artigo, fica o Participante inadimplente sujeito ao pagamento, sobre o valor em mora, de juros diários de 0,033 % mais a TRD ( Taxa Referencial Diária) no período de dias corridos correspondente ao atraso.

Artigo 68 - O atraso no recolhimento de qualquer valor por parte da Patrocinadora sujeitará a mesma ao pagamento de:

I - Correção Monetária, a partir do vencimento até a data do efetivo pagamento, calculada de acordo com o Anexo I da Lei nº 7801, de 11.07.1989, ou legislação que a substituir e, na ausência destas, pelo mesmo critério de cálculo da correção monetária por atraso de pagamento, aplicado pela ELETROSUL a seus fornecedores nacionais;

II - Juros de Mora efetivos de 0,95 % a.m., calculados "pro-rata tempore" após o vencimento do principal e respectiva correção, que deverão ser pagos em até 10 (dez) dias da apresentação da cobrança.

Parágrafo Único - O não pagamento dos juros de mora no prazo acima definido, importará em correção monetária e juros, conforme definido nos incisos I e II deste artigo.

Artigo 69 - As contribuições, acaso descontadas ou recolhidas indevidamente, serão devolvidas ao respectivo Participante com juros de 6 % (seis por cento) ao ano e correção monetária com base na variação do Índice Nacional de Preços ao Consumidor - INPC, do IBGE, ou outro índice que vier substituí-lo.

## **Capítulo VIII**

### **Da Reserva Matemática**

Artigo 70 - No balanço anual e balancetes trimestrais da ELOS serão obrigatoriamente consignadas, de acordo com o benefício e o regime financeiro respectivo, as reservas matemáticas pertinentes a cada um, em consonância com as normas estabelecidas pelo Ministério da Previdência e Assistência Social.

## **Capítulo IX**

### **Das Disposições Transitórias**

Artigo 71 - A Patrocinadora fornecerá à ELOS, para cada complementação de aposentadoria especial concedida, os recursos correspondentes à diferença entre o valor atual de uma anuidade imediata de prestações iguais ao complemento de aposentadoria especial e a reserva matemática já constituída para garantir o complemento da aposentadoria por tempo de serviço ou idade.

## **Capítulo X**

### **Das Disposições Especiais**

Artigo 72 - A partir da vigência deste Regulamento, o Participante aposentado só contribuirá para fins de Auxílio-Funeral por morte de dependente, de Complementação de Pensão e respectivo Abono Anual.

Artigo 73 - O Participante que tenha obtido o benefício de aposentadoria junto ao INPS, sem ter completado as idades mínimas mencionadas, conforme o caso, nos Artigos 36 e 41 deste Regulamento, sem prejuízo das demais condições estabelecidas no Plano de Benefícios, fará jus à complementação de aposentadoria desde que:

- I - recolha à ELOS o fundo de cobertura dos encargos adicionais decorrentes da antecipação;
- II - faça opção expressa por substituir o fundo de cobertura retroaludido mediante aposição de fator redutor.

Parágrafo Único - O fundo de cobertura mencionado no item I e o fator redutor referido no item II serão apurados segundo metodologia fixada atuarialmente.