

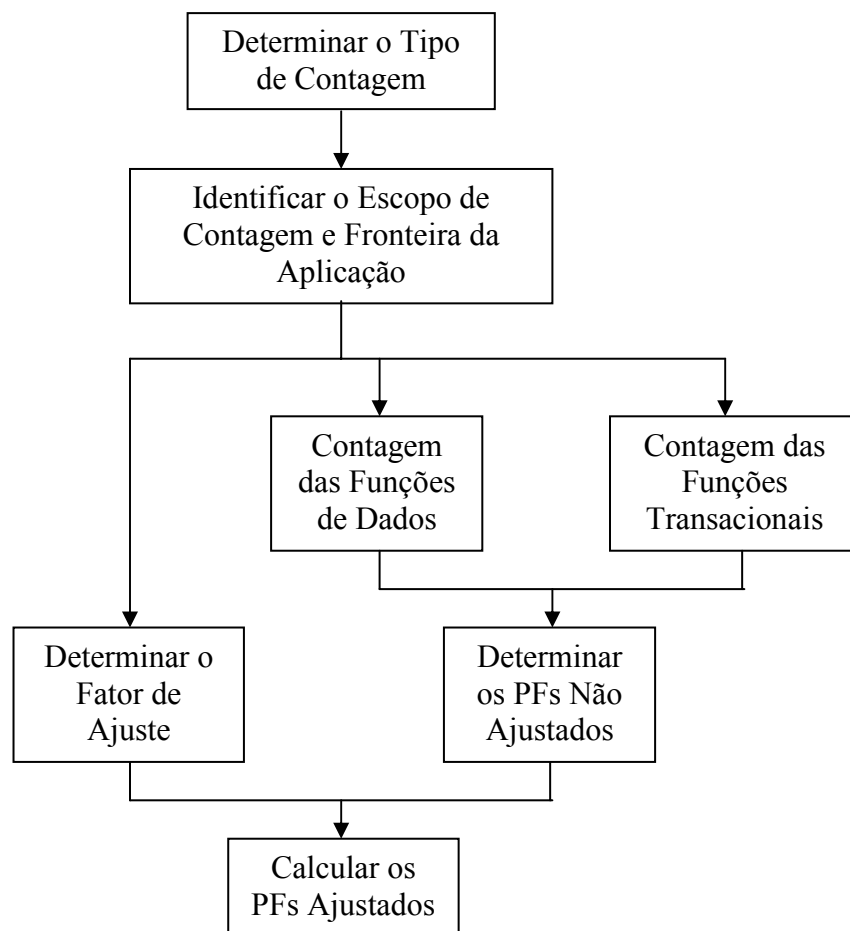
## **Análise de Pontos de Função (Hazan, 2001)**

A Análise de Pontos de Função (APF) é um método-padrão para a medição do desenvolvimento de software, visando estabelecer uma medida de tamanho do software em Pontos de Função (PFs), com base na funcionalidade a ser implementada, sob o ponto de vista do usuário.

Os objetivos da APF são:

- Medir as funcionalidades do sistema requisitadas e recebidas pelo usuário;
- Medir projetos de desenvolvimento e manutenção de software, sem se preocupar com a tecnologia que será utilizada na implementação.

O procedimento para contagem de PFs compreende sete passos, mostrados na figura 1.

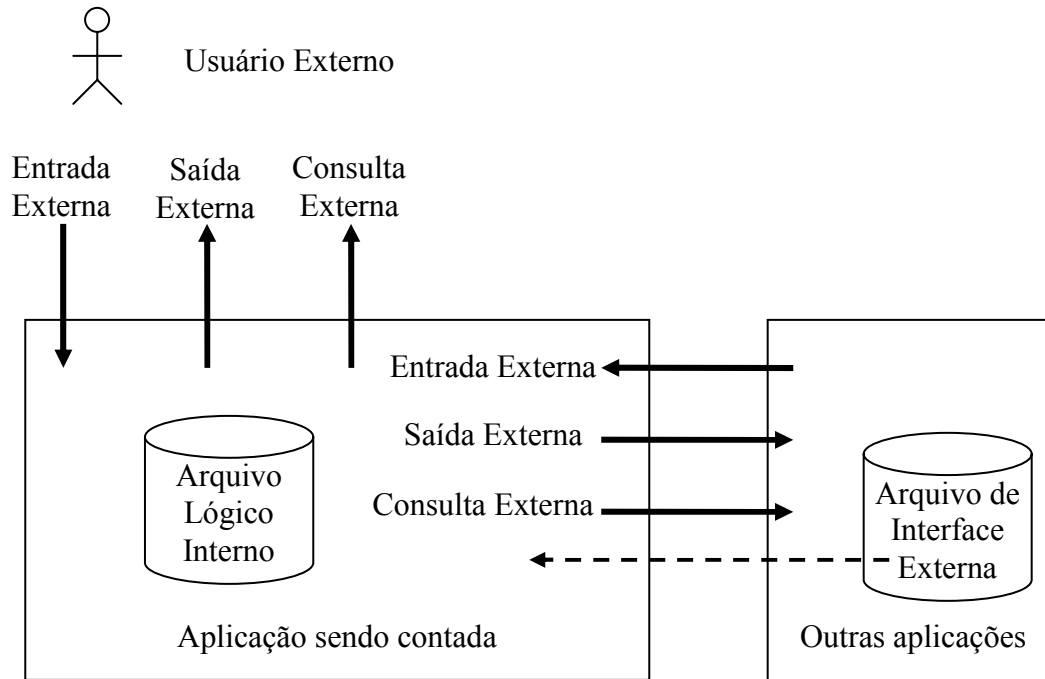


**Figura 1 – O Procedimento de Contagem de Pontos de Função.**

- **Determinar o tipo de contagem de pontos de função:** este é o primeiro passo no processo de contagem, sendo que existem três tipos de contagem: contagem de PF de projeto de desenvolvimento, de aplicações instaladas e de projetos de manutenção.
- **Identificar o escopo de contagem e a fronteira da aplicação:** neste passo, definem-se as funcionalidades que serão incluídas em uma contagem de PFs específica. A fronteira da aplicação é definida estabelecendo um limite lógico entre a aplicação que está sendo medida, o usuário e outras aplicações. O escopo de contagem define a parte do sistema (funcionalidades) a ser contada.
- **Determinar a contagem de pontos de função não ajustados:** os pontos de função não ajustados (PFNA) refletem as funcionalidades fornecidas pelo sistema para o usuário. Essa contagem leva em conta dois tipos de função: de dados e transacionais, bem como sua complexidade (simples, média ou complexa).
- **Contagem das funções de dados:** as funções de dados representam as funcionalidades relativas aos requisitos de dados internos e externos à aplicação. São elas os arquivos lógicos internos e os arquivos de interface externa. Ambos são grupos de dados logicamente relacionados ou informações de controle que foram identificados pelo usuário. A diferença está no fato de um **Arquivo Lógico Interno (ALI)** ser mantido dentro da fronteira da aplicação, isto é, armazenar os dados mantidos através de um ou mais processos elementares da aplicação, enquanto que um **Arquivo de Interface Externa (AIE)** é apenas referenciado pela aplicação, ou seja, ele é mantido dentro da fronteira de outra aplicação. Assim, o objetivo de um AIE é armazenar os dados referenciados por um ou mais processos elementares da aplicação sendo contada, mas que são mantidos por outras aplicações.
- **Contagem das funções transacionais:** as funções transacionais representam as funcionalidades de processamento de dados do sistema fornecidas para o usuário. São elas: as entradas externas, as saídas externas e as consultas externas. As **Entradas Externas (EEs)** são processos elementares que processam dados (ou informações de controle) que entram pela fronteira da aplicação. O objetivo principal de uma EE é manter um ou mais ALIs ou alterar o comportamento do sistema. As **Saídas Externas (SEs)** são processos elementares que enviam dados (ou informações de controle) para fora da fronteira da aplicação. Seu objetivo é mostrar informações recuperadas através de um processamento lógico (isto é, que envolva cálculos ou criação de dados derivados) e não apenas uma simples recuperação de dados. Uma SE pode, também, manter um ALI ou alterar o comportamento do sistema. Por fim, uma **Consulta Externa (CE)**, assim como uma SE, é um processo elementar que envia dados (ou informações de controle) para fora da fronteira da aplicação, mas sem realização de nenhum cálculo nem a criação de dados derivados. Seu objetivo é apresentar informação para o usuário, por meio apenas de uma recuperação das informações. Nenhum ALI é mantido durante sua realização, nem o comportamento do sistema é alterado.
- **Determinar o valor do fator de ajuste:** o fator de ajuste é baseado em 14 características gerais de sistemas, que avaliam a funcionalidade geral da aplicação que está sendo contada, e seus níveis de influência. O nível de influência de uma característica é determinado com base em uma escala de 0 (nenhuma influência) a 5 (forte influência).

- **Calcular os pontos de função ajustados:** finalmente, os PFs ajustados são calculados, considerando-se o tipo de contagem definido no primeiro passo.

A figura 2 apresenta uma visão geral dos tipos de função que são considerados na contagem da APF.



**Figura 2 – Visão Geral das Funções de uma Aplicação segundo a APF.**

### **Contagem das Funções de Dados**

Conforme discutido anteriormente, o primeiro passo para a contagem das funções de dados consiste em identificar arquivos lógicos internos (ALIs) e arquivos de interface externa (AIEs). Cada uma dessas funções de dados deve ser classificada segundo sua complexidade funcional. Essa complexidade é definida com base em dois conceitos: registros lógicos e itens de dados.

Registros Lógicos são subconjuntos de dados dentro de um ALI/AIE, que foram reconhecidos pelo usuário. Se o usuário não reconhecer subconjuntos de dados em um ALI/AIE, então se deve contar o ALI/AIE como um registro lógico.

Um Item de Dados, por sua vez, é um campo reconhecido pelo usuário como único e não repetido. Vale destacar que só devem ser contados os itens de dados utilizados pela aplicação em contagem.

Contando-se os registros lógicos e os itens de dados de um ALI/AIE, pode-se chegar à sua complexidade, utilizando a tabela 1.

**Tabela 1 – Tabela de Identificação da Complexidade das Funções de Dados .**

<b>Número de Registros Lógicos</b>	<b>Número de Itens de Dados Referenciados</b>		
	<b>De 1 a 19</b>	<b>De 20 a 50</b>	<b>51 ou mais</b>
<b>Apenas 1</b>	Simples	Simples	Média
<b>De 2 a 5</b>	Simples	Média	Complexa
<b>6 ou mais</b>	Média	Complexa	Complexa

### **Contagem das Funções Transacionais**

De maneira análoga à contagem das funções de dados, a contagem das funções transacionais envolve a identificação de funções transacionais (entradas externas, saídas externas e consultas externas) e sua classificação de acordo com a complexidade funcional envolvida (simples, média ou complexa). A definição da complexidade funcional é feita com base no número de arquivos referenciados e dos itens de dados manipulados pela função, utilizando as tabelas 2 para entradas externas e 3 para saídas e consultas externas. Nessas tabelas, um arquivo referenciado pode ser um ALI lido ou mantido pela função transacional, ou um AIE lido pela função transacional. Já o número de itens de dados referenciados é calculado considerando apenas os itens de dados efetivamente referenciados pela função transacional em questão.

**Tabela 2 – Tabela de Identificação da Complexidade de Entradas Externas.**

<b>Número de Arquivos Referenciados</b>	<b>Número de Itens de Dados Referenciados</b>		
	<b>De 1 a 4</b>	<b>De 5 a 15</b>	<b>16 ou mais</b>
<b>0 ou 1</b>	Simples	Simples	Média
<b>2</b>	Simples	Média	Complexa
<b>3 ou mais</b>	Média	Complexa	Complexa

**Tabela 3 – Tabela de Identificação da Complexidade de Saídas e Consultas Externas.**

<b>Número de Arquivos Referenciados</b>	<b>Número de Itens de Dados Referenciados</b>		
	<b>De 1 a 5</b>	<b>De 6 a 19</b>	<b>20 ou mais</b>
<b>0 ou 1</b>	Simples	Simples	Média
<b>2 ou 3</b>	Simples	Média	Complexa
<b>4 ou mais</b>	Média	Complexa	Complexa

### **Cálculo dos Pontos de Função Não Ajustados**

Uma vez contadas as funções de dados e as funções transacionais, é possível calcular os PFs não ajustados de uma aplicação. Esse cálculo é feito da seguinte forma:

1. Para cada um dos cinco tipos de função (ALI, AIE, EE, SE e CE), são computados os totais de pontos de função (NPF<sub>i</sub>), segundo a seguinte expressão:

$$NPF_i = \sum_{j=1}^3 NC_{ij} * C_{ij}$$

onde  $NC_{ij}$  = número funções do tipo  $i$  ( $i$  variando de 1 a 5, segundo os tipos de função existentes: ALI, AIE, EE, SE e CE) que foram classificados na complexidade  $j$  ( $j$  variando de 1 a 3, segundo os valores de complexidade: simples, média e complexa).

$C_{ij}$  = valor da contribuição da complexidade  $j$  no cálculo dos pontos da função  $i$ , dado pela tabela 4.

**Tabela 4 – Contribuição das Funções na Contagem de PFs Não Ajustados.**

Função	Complexidade		
	Simple	Média	Complexa
<b>ALI</b>	7	10	15
<b>AIE</b>	5	7	10
<b>EE</b>	3	4	6
<b>SE</b>	4	5	7
<b>CE</b>	3	4	6

2. O total de pontos de função não ajustados (PFNA) é dado pelo somatório dos pontos das tabelas de função:

$$PFNA = \sum_{i=1}^5 NPF_i$$

sendo que  $i$  varia de 1 a 5, segundo os tipos de função existentes (AIL, AIE, EE, SE e CE).

### **Determinação do Fator de Ajuste**

O fator de ajuste influencia os pontos de função não ajustados em +/- 35%, obtendo-se o número de PFs ajustados. Para se calcular o fator de ajuste, são usadas 14 características gerais dos sistemas, a saber:

1. Comunicação de Dados
2. Processamento de Dados Distribuído
3. Desempenho
4. Utilização do Equipamento (Restrições de Recursos Computacionais)
5. Volume de Transações
6. Entrada de Dados On-line
7. Eficiência do Usuário Final (Usabilidade)
8. Atualização On-line
9. Processamento Complexo
10. Reusabilidade
11. Facilidade de Implantação
12. Facilidade Operacional (Processos Operacionais, tais como Inicialização, Cópia de Segurança, Recuperação etc)
13. Múltiplos Locais e Organizações do Usuário
14. Facilidade de Mudanças (Manutenibilidade)

Para cada uma dessas 14 características deve-se atribuir um valor de 0 (nenhuma influência) a 5 (forte influência), dito grau ou nível de influência, que indica o quanto determinada característica tem influência no sistema. Os 14 graus de influência (GIs) informados são somados, resultando no nível de influência total (NIT):

$$NIT = \sum_{i=1}^{14} GI_i$$

Finalmente, o valor do fator de ajuste (VFA) é determinado, então, pela fórmula:

$$VFA = (NIT * 0,01) + 0,65$$

### **Cálculo dos Pontos de Função Ajustados**

Uma vez calculados os PF não ajustados e o fator de ajuste, é possível calcular os PFs ajustados. Esse cálculo é feito de formas diferentes para cada tipo de contagem (projeto de desenvolvimento, projeto de manutenção ou aplicações instaladas). Para projetos de desenvolvimento, o cálculo é dado por:

$$PF = PFNA * VFA$$

onde PFNA = Número de PFs não ajustados e  
VFA = valor do fator de ajuste

### **Referência**

C. Hazan. “Medição da Qualidade e Produtividade em Software”, In: Qualidade e Produtividade em Software, 4ª edição, K.C. Weber, A.R.C. Rocha, C.J. Nascimento (organizadores), Makron Books, 2001, p. 25 – 41.

## As 14 Características Gerais e seus Graus de Influência (Dias, 2004)

Grau	Descrição
0	Nenhuma influência
1	Influência mínima
2	Influência moderada
3	Influência média
4	Influência significativa
5	Influência forte

1. **Comunicação de dados:** os aspectos relacionados aos recursos utilizados para a comunicação de dados do sistema deverão ser descritos de forma global. Descrever se a aplicação utiliza protocolos<sup>1</sup> diferentes para recebimento/envio das informações do sistema.

- 0. Aplicação *batch* ou funciona *stand-alone*;
- 1. Aplicação *batch*, mas utiliza entrada de dados ou impressão remota;
- 2. Aplicação *batch*, mas utiliza entrada de dados e impressão remota;
- 3. Aplicação com entrada de dados *on-line* para alimentar processamento *batch* ou sistema de consulta;
- 4. Aplicação com entrada de dados *on-line*, mas suporta apenas um tipo de protocolo de comunicação;
- 5. Aplicação com entrada de dados *on-line* e suporta mais de um tipo de protocolo de comunicação.

2. **Processamento de Dados Distribuído:** Esta característica refere-se a sistemas que utilizam dados ou processamento distribuído, valendo-se de diversas CPUs.

- 0. Aplicação não auxilia na transferência de dados ou funções entre os processadores da empresa;
- 1. Aplicação prepara dados para o usuário final utilizar em outro processador (do usuário final), tal como planilhas;
- 2. Aplicação prepara dados para transferência, transfere-os para serem processados em outro equipamento da empresa (não pelo usuário final);
- 3. Processamento é distribuído e a transferência de dados é *on-line* e apenas em uma direção;
- 4. Processamento é distribuído e a transferência de dados é *on-line* e em ambas as direções;
- 5. As funções de processamento são dinamicamente executadas no equipamento (CPU) mais apropriada;

---

<sup>1</sup> Protocolo é um conjunto de informações que reconhecem e traduzem para um determinado padrão, informações entre dois sistemas ou periféricos, permitindo intercâmbio das informações.

3. **Desempenho:** Trata-se de parâmetros estabelecidos pelo usuário como aceitáveis, relativos a tempo de resposta.

0. Nenhum requisito especial de desempenho foi solicitado pelo usuário;
1. Requisitos de desempenho foram estabelecidos e revistos, mas nenhuma ação especial foi requerida;
2. Tempo de resposta e volume de processamento são itens críticos durante horários de pico de processamento. Nenhuma determinação especial para a utilização do processador foi estabelecida. A data limite para a disponibilidade de processamento é sempre o próximo dia útil;
3. Tempo de resposta e volume de processamento são itens críticos durante todo o horário comercial. Nenhuma determinação especial para a utilização do processador foi estabelecida. A data-limite necessária para a comunicação com outros sistemas é limitante.
4. Os requisitos de desempenho estabelecidos requerem tarefas de análise de desempenho na fase de planejamento e análise da aplicação.
5. Além do descrito no item anterior, ferramentas de análise de desempenho foram usadas nas fases de planejamento, desenvolvimento e/ou implementação para atingir os requisitos de desempenho estabelecidos pelos usuários.

4. **Utilização do Equipamento:** Trata-se de observações quanto ao nível de utilização de equipamentos requerido para a execução do sistema. Este aspecto é observado com vista a planejamento de capacidades e custos.

0. Nenhuma restrição operacional explícita ou mesmo implícita foi incluída.
1. Existem restrições operacionais leves. Não é necessário esforço especial para atender às restrições.
2. Algumas considerações de ajuste de desempenho e segurança são necessárias.
3. São necessárias especificações especiais de processador para um módulo específico da aplicação.
4. Restrições operacionais requerem cuidados especiais no processador central ou no processador dedicado para executar a aplicação.
5. Além das características do item anterior, há considerações especiais que exigem utilização de ferramentas de análise de desempenho, para a distribuição do sistema e seus componentes, nas unidades processadoras.

5. **Volume de transações:** Consiste na avaliação do nível de influência do volume de transações no projeto, desenvolvimento, implantação e manutenção do sistema.

0. Não estão previstos períodos de picos de volume de transação.
1. Estão previstos picos de transações mensalmente, trimestralmente, anualmente ou em certo período do ano.
2. São previstos picos semanais.
3. São previstos picos diários.
4. Alto volume de transações foi estabelecido pelo usuário, ou o tempo de resposta necessário atinge nível alto o suficiente para requerer análise de desempenho na fase de projeto.
5. Além do descrito no item anterior, é necessário utilizar ferramentas de análise de desempenho nas fases de projeto, desenvolvimento e/ou implantação.



**6. Entrada de dados *on-line*:** A análise desta característica permite quantificar o nível de influência exercida pela utilização de entrada de dados no modo *on-line* no sistema.

0. Todas as transações são processadas em modo *batch*.
1. De 1% a 7% das transações são entradas de dados *on-line*.
2. De 8% a 15% das transações são entradas de dados *on-line*.
3. De 16% a 23% das transações são entradas de dados *on-line*.
4. De 24% a 30% das transações são entradas de dados *on-line*.
5. Mais de 30% das transações são entradas de dados *on-line*.

**7. Usabilidade:** a análise desta característica permite quantificar o grau de influência relativo aos recursos implementados com vista a tornar o sistema amigável, permitindo incrementos na eficiência e satisfação do usuário final, tais como:

- Auxílio à navegação (teclas de função, acesso direto e menus dinâmicos)
- Menus Documentação e *help on-line*
- Movimento automático do cursor.
- Movimento horizontal e vertical de tela.
- Impressão remota (via transações *on-line*)
- Teclas de função preestabelecidas.
- Processos batch submetidos a partir de transações *on-line*
- Utilização intensa de campos com vídeo reverso, intensificados, sublinhados, coloridos e outros indicadores.
- Impressão da documentação das transações *on-line* através de *hard copy*
- Utilização de mouse
- Menus *pop-up*
- O menor número possível de telas para executar as funções de negócio.
- Suporte bilingüe (contar como 4 itens)
- Suporte multilíngüe. (contar como 6 itens)

Pontuação:

0. Nenhum dos itens descritos.
1. De um a três itens descritos.
2. De quatro a cinco dos itens descritos.
3. Mais de cinco dos itens descritos, mas não há requisitos específicos do usuário quanto a usabilidade do sistema.
4. Mais de cinco dos itens descritos e foram estabelecidos requisitos quanto à usabilidade fortes o suficiente para gerarem atividades específicas envolvendo fatores, tais como minimização da digitação, para mostrar inicialmente os valores utilizados com mais frequência.
5. Mais de cinco dos itens descritos e foram estabelecidos requisitos quanto à usabilidade fortes o suficiente para requerer ferramentas e processos especiais para demonstrar antecipadamente que os objetivos foram alcançados.

8. **Atualizações *on-line*:** Mede a influência no desenvolvimento do sistema face à utilização de recursos que visem a atualização dos Arquivos Lógicos Internos, no modo *on-line*.

0. Nenhuma.
1. Atualização *on-line* de um a três arquivos lógicos internos. O volume de atualização é baixo e a recuperação de dados é simples.
2. Atualização *on-line* de mais de três arquivos lógicos internos. O volume de atualização é baixo e a recuperação dos dados é simples.
3. Atualização *on-line* da maioria dos arquivos lógicos internos.
4. Em adição ao item anterior, é necessário proteção contra perdas de dados que foi projetada e programada no sistema.
5. Além do item anterior, altos volumes trazem considerações de custo no processo de recuperação. Processos para automatizar a recuperação foram incluídos minimizando a intervenção do operador.

9. **Processamento complexo:** a complexidade de processamento influencia no dimensionamento do sistema, e, portanto, deve ser quantificado o seu grau de influência, com base nas seguintes categorias:

- Processamento especial de auditoria e/ou processamento especial de segurança foram considerados na aplicação;
- Processamento lógico extensivo;
- Processamento matemático extensivo;
- Processamento gerando muitas exceções, resultando em transações incompletas que devem ser processadas novamente. Exemplo: transações de auto-atendimento bancário interrompidas por problemas de comunicação ou com dados incompletos;
- Processamento complexo para manusear múltiplas possibilidades de entrada/saída. Exemplo: multimídia.

Pontuação

0. Nenhum dos itens descritos.
1. Apenas um dos itens descritos.
2. Dois dos itens descritos.
3. Três dos itens descritos.
4. Quatro dos itens descritos.
5. Todos os cinco itens descritos.

**10. Reusabilidade:** a preocupação com o reaproveitamento de parte dos programas de uma aplicação em outras aplicações implica em cuidados com padronização. O grau de influência no dimensionamento do sistema é quantificado observando-se os seguintes aspectos:

0. Nenhuma preocupação com reutilização de código.
1. Código reutilizado foi usado somente dentro da aplicação.
2. Menos de 10% da aplicação foi projetada prevendo utilização posterior do código por outra aplicação.
3. 10% ou mais da aplicação foi projetada prevendo utilização posterior do código por outra aplicação.
4. A aplicação foi especificamente projetada e/ou documentada para ter seu código reutilizado por outra aplicação e a aplicação é customizada pelo usuário em nível de código -fonte.
5. A aplicação foi especificamente projetada e/ou documentada para ter seu código facilmente reutilizado por outra aplicação e a aplicação é customizada para uso através de parâmetros que podem ser alterados pelo usuário.

**11. Facilidade de implantação:** a quantificação do grau de influência desta característica é feita, observando-se o plano de conversão e implantação e/ou ferramentas utilizadas durante a fase de testes do sistema.

0. Nenhuma consideração especial foi estabelecida pelo usuário e nenhum procedimento especial é requerido na implantação.
1. Nenhuma consideração especial foi estabelecida pelo usuário, mas procedimentos especiais são necessários na implementação.
2. Requisitos de conversão e implantação foram estabelecidos pelo usuário e roteiro de conversão e implantação foram providos e testados. O impacto da conversão no projeto não é considerado importante.
3. Requisitos de conversão e implantação foram estabelecidos pelo usuário e roteiro de conversão e implantação foram providos e testados. O impacto da conversão no projeto é considerado importante.
4. Além do item 2, conversão automática e ferramentas de implantação foram providas e testadas.
5. Além do item 3, conversão automática e ferramentas de implantação foram providas e testadas.

**12. Facilidade operacional:** a análise desta característica permite quantificar o nível de influência na aplicação, com relação a procedimentos operacionais automáticos que reduzem os procedimentos manuais, bem como mecanismos de inicialização, salvamento e recuperação, verificados durante os testes do sistema.

0. Nenhuma consideração especial de operação, além do processo normal de salvamento foi estabelecida pelo usuário.

1-4. Verifique quais das seguintes afirmativas podem ser identificadas na aplicação. Selecione as que forem aplicadas. Cada item vale um ponto, exceto se definido explicitamente:

- Foram desenvolvidos processos de inicialização, salvamento e recuperação, mas a intervenção do operador é necessária.
- Foram estabelecidos processos de inicialização, salvamento e recuperação, e nenhuma intervenção do operador é necessária (conte como dois itens)
- A aplicação minimiza a necessidade de montar fitas magnéticas.
- A aplicação minimiza a necessidade de manuseio de papel.

5. A aplicação foi desenhada para trabalhar sem operador, nenhuma intervenção do operador é necessária para operar o sistema além de executar e encerrar a aplicação. A aplicação possui rotinas automáticas para recuperação em caso de erro.

**13. Múltiplos Locais e Organizações do Usuário:** consiste na análise da arquitetura do projeto, observando-se a necessidade de instalação do sistema em diversos lugares.

0. Os requisitos do usuário não consideraram a necessidade de instalação em mais de um local.

1. A necessidade de múltiplos locais foi considerada no projeto e a aplicação foi desenhada para operar apenas em ambientes de software e hardware idênticos.

2. A necessidade de múltiplos locais foi considerada no projeto e a aplicação está preparada para trabalhar apenas em ambientes similares de software e hardware.

3. A necessidade de múltiplos locais foi considerada no projeto e a aplicação está preparada para trabalhar em diferentes ambientes de hardware e/ou software.

4. Plano de documentação e manutenção foram providos e testados para suportar a aplicação em múltiplos locais, além disso, os itens 1 ou 2 caracterizam a aplicação.

5. Plano de documentação e manutenção foram providos e testados para suportar a aplicação em múltiplos locais, além disso, o item 3 caracteriza a aplicação.

**14. Facilidade de mudanças:** focaliza a preocupação com a influencia da manutenção no desenvolvimento do sistema. Esta influência deve ser quantificada baseando na observação de atributos, tais como:

- disponibilidade de facilidades como consultas e relatórios flexíveis para atender necessidades simples (conte como 1 item);
- disponibilidade de facilidades como consultas e relatórios flexíveis para atender necessidades de complexidade média (conte como 2 itens);
- disponibilidade de facilidades como consultas e relatórios flexíveis para atender necessidades complexas (conte 3 itens);
- se os dados de controle são armazenados em tabelas que são mantidas pelo usuário através de processos on-line, mas mudanças têm efeitos somente no dia seguinte;
- se os dados de controle são armazenados em tabelas que são mantidas pelo usuário através de processos on-line, as mudanças têm efeito imediatamente (conte como 2 itens).

**Pontuação**

0. Nenhum dos itens descritos.
1. Um dos itens descritos.
2. Dois dos itens descritos.
3. Três dos itens descritos.
4. Quatro dos itens descritos.
5. Todos os cinco itens descritos.

**Referência:**

R. Dias, “Análise por Pontos de Função: Uma Técnica para Dimensionamento de Sistemas de Informação”, on-line. Disponível em: [www.presidentekennedy.br/resi/edicao03/artigo02.pdf](http://www.presidentekennedy.br/resi/edicao03/artigo02.pdf). Último acesso: 13.05.2004.