



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

**INPE-10122-PRE/5655**

## **GERENCIAMENTO DE RISCO EM PROJETOS ESPACIAIS**

Marco Antonio Chamon  
Terezinha Ribeiro de Carvalho

Trabalho apresentado no Congresso Ibero-Americano de Gerenciamento de Projetos,  
realizado em São Paulo e no Rio de Janeiro de 17 a 21 de novembro de 2003.

INPE  
São José dos Campos  
2003

## Gerenciamento de Risco em Projetos Espaciais

### 1. Introdução

O gerenciamento de risco tem-se tornado, cada vez mais, uma ferramenta gerencial fundamental no desenvolvimento de projetos complexos e de grande porte. O gerenciamento de risco não se limita ao reconhecimento de incertezas inerentes ao projeto, que normalmente são tratadas por meio da introdução de margens de segurança. Trata-se de uma política inteira de gerenciamento dos eventos que podem potencialmente desviar o projeto de seu planejamento nominal. Tais eventos variam desde o risco técnico da utilização de uma nova tecnologia até mudanças no mercado, perda de elementos chave da equipe de projeto ou ações governamentais inesperadas.

Projetos espaciais, tenham eles finalidade comercial ou de pesquisa, envolvem naturalmente um alto grau de incerteza, em função da longa duração, dos altos custos de projeto e fabricação, da impossibilidade ou do custo proibitivo de manutenção, e das pequenas quantidades produzidas.

A importância e o porte dos programas e projetos espaciais por si só justificam a implementação do gerenciamento de risco como mais uma ferramenta para acompanhamento e controle das suas atividades. Dessa forma, propõe-se discutir nesse trabalho a conceituação, a formalização, o planejamento e as alternativas de implantação do gerenciamento de risco em projetos espaciais no Brasil.

O texto está organizado da seguinte maneira. Após essa introdução, conceitua-se risco e gerenciamento de riscos, e expõem-se os principais aspectos do ciclo do gerenciamento de riscos na seção 2. A seção 3 descreve uma estratégia possível para o Plano de Gerenciamento de Riscos e a seção 4 apresenta duas propostas para identificação de riscos em projeto. As conclusões são, então, apresentadas, juntamente com algumas sugestões para trabalhos futuros.

### 2. Risco

O conceito de risco admite numerosas definições. Todas elas, entretanto, possuem dois elementos em comum: incerteza e magnitude. Risco está associado à idéia de incerteza visto que ele se refere a situações futuras imprevisíveis e/ou fora do controle do gerente ou tomador de decisões. Sob esse aspecto, ao risco está associada uma **probabilidade de ocorrência**. Além disso, o evento ao qual o risco se refere pode causar uma perda ou consequência indesejável maior ou menor, isto é, ele contém uma certa capacidade de dano. Sob esse aspecto, ao risco está associada uma **magnitude**. Essas duas dimensões combinadas permitem uma avaliação global do risco – denominada **impacto** – em uma determinada situação.

Pode-se, assim, tentar uma primeira definição de risco: *Risco em um projeto é qualquer circunstância ou situação que ameace o cronograma, o custo ou um requisito funcional.*

Todo projeto de engenharia envolve, em maior ou menor grau, incertezas quanto a sua realização. Isso de novas tecnologias, disponibilidade de partes e materiais, perda de

elementos da equipe técnica, problemas orçamentários, flutuações na demanda são aspectos de um projeto com características imprevisíveis e que podem afetar seu desenvolvimento.

Embora esses aspectos tenham sido reconhecidos há muito tempo, o gerenciamento dessas eventualidades normalmente esteve ligado à introdução de margens de segurança nas várias dimensões do projeto (cronogramas, especificações, orçamentos etc.) ou à constituição de planos de contingência a partir da elaboração de cenários adversos (técnicas do tipo “*what if*”). Uma abordagem sistemática do problema, integrada no fluxo geral de gerenciamento do projeto, é bem mais recente, e recebe o nome de gerenciamento de risco em projeto.

Entretanto, ainda que a idéia inicial de risco esteja associada a perdas ou prejuízos, é interessante generalizar-se o conceito, guardando a noção de incerteza e variação com respeito ao planejamento nominal, mas ampliando-se a noção de magnitude para incluir as situações em que o desvio em relação ao planejado possa também representar oportunidades e benefícios. Conforme Ward e Chapman (2001), uma perspectiva excessivamente centrada nas ameaças ao projeto – ainda que prudente – impede que se “olhe” o projeto para além de seus objetivos específicos, deixando inexploradas novas possibilidades e sem resposta as oportunidades advindas de fatores incertos favoráveis. Dentro desse espírito, podemos redefinir risco como “*um evento ou condição incertos que, caso ocorram, têm um efeito positivo ou negativo sobre os objetivos do projeto*” (PMI, 2000, p. 127).

## 2.1. Gerenciamento de Risco

O gerenciamento de risco em projeto consiste num esforço contínuo de melhoria da qualidade do projeto, entendida como o aumento das chances de seu sucesso. O gerenciamento de risco é efetuado num ciclo contínuo, conforme indicado na Figura 1, envolvendo quatro etapas (CHAPMAN e WARD, 1997):

*Identificação*  
*Quantificação*  
*Planejamento*  
*Controle.*

Em cada uma dessas etapas devem ser feitas a **documentação e comunicação** das informações obtidas ou decisões tomadas.



Figura 1: Ciclo do gerenciamento de risco

### 2.1.1. Identificação

A identificação do risco consiste em determinar quais são os eventos passíveis de afetar negativamente o desenvolvimento do projeto e quais são suas características. A identificação de riscos é uma tarefa coletiva na qual todos os envolvidos no projeto devem ser engajados.

A identificação de riscos é um processo contínuo que acompanha todo o ciclo de vida do projeto, uma vez que novos riscos podem surgir devido a mudanças não consideradas no ambiente do projeto.

### 2.1.2. Quantificação

A quantificação dos riscos é o processo de avaliar o impacto dos riscos identificados e classificá-los segundo critérios pré-definidos. A avaliação dos riscos deve levar em conta os seguintes parâmetros básicos:

**Magnitude:** quantificação do potencial de dano ou perda para o projeto se o evento associado ao risco vier a ocorrer.

**Probabilidade:** chance, medida numa escala de 0 a 100% ou de 0 a 1, de o evento ocorrer.

Além desses dois parâmetros, o horizonte temporal do risco também deve ser levado em conta no momento de sua avaliação. Isso é feito por meio da definição de dois períodos: janela de risco e horizonte de ação.

**Janela de risco:** o instante ou período de tempo no qual o evento pode ocorrer. Esse parâmetro permite identificar o período no qual se deve tomar medidas para reduzir ou eliminar o risco. Certos riscos, entretanto, possuem uma janela muito grande, isto é, podem ocorrer durante uma grande parte do desenvolvimento do projeto. Assim, é necessário também definir o horizonte de ação (momento de agir).

**Horizonte de ação:** período no qual as ações devem ser implementadas para reduzir o risco.

Obviamente, se uma escala numérica não for adequada, devido à dificuldade de se estabelecer valores exatos, uma escala subjetiva de atributos pode ser criada para essa avaliação. A documentação do risco envolve a especificação das escalas utilizadas e o valor ou nível atribuído aos parâmetros.

Uma vez que esses parâmetros estejam definidos, é possível criar um índice de risco, que conjuga a probabilidade de ocorrência e a magnitude do risco. Normalmente, uma matriz de risco – como a indicada na Figura 2 – é usada para apresentar esse índice (CHAPMAN e WARD, 1997).

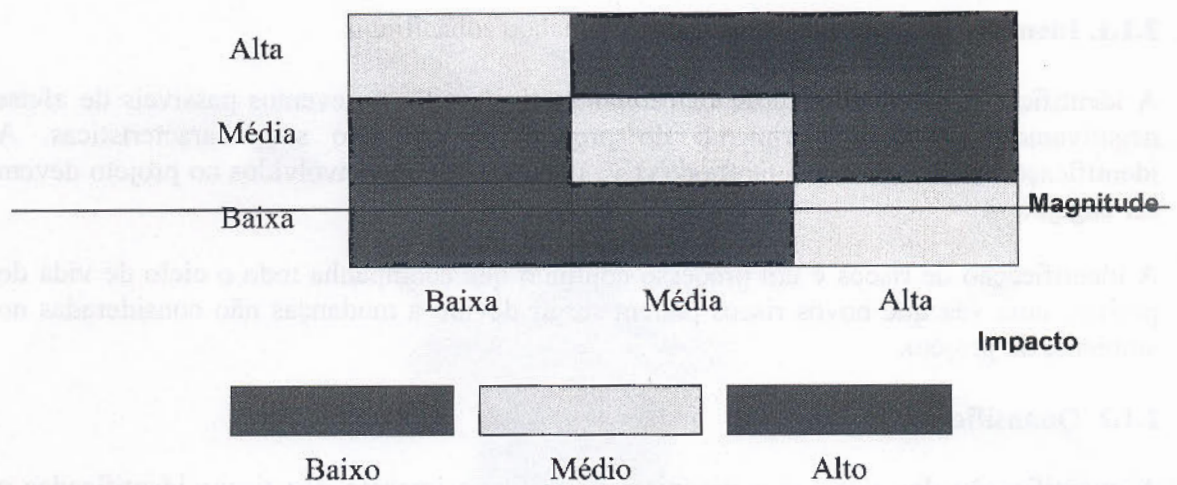


Figura 2: Exemplo de matriz de risco

As escalas indicadas devem ser claramente definidas, de maneira a permitir uma avaliação o mais precisa possível dos valores envolvidos na quantificação do risco. Assim, para as escalas acima, por exemplo, podem-se definir os atributos de **probabilidade** e **magnitude** como indicado nos Quadros 1 e 2 (se tais definições não corresponderem às necessidades do projeto, novos níveis e significados podem ser acrescentados, refinando a escala).

Quadro 1 – Escala de atributos para probabilidade

	cronograma interno recuperável com reprogramação local; orçamento excedido em menos de 10%.
--	--

O passo seguinte é classificar ou agrupar os riscos identificados a partir do índice de risco, o que permitirá, posteriormente, priorizar as ações de redução dos riscos.

### 2.1.3. Planificação

Com base nas informações obtidas nas etapas precedentes, pode-se decidir o que deve ser feito com relação aos riscos. Basicamente, três abordagens podem ser usadas:

**Aceitar o risco:** nesse caso, decide-se que o impacto do risco não é suficientemente grande para justificar os custos de uma ação sobre ele.

**Acompanhar o risco:** nesse caso, a evolução dos parâmetros do risco deve ser monitorada e qualquer modificação na probabilidade ou na magnitude do risco deve ser comunicada.

**Reduzir o risco:** finalmente, podem-se alocar recursos e definir ações para minimizar o impacto (probabilidade e/ou magnitude) do risco. Nesse caso, um plano de redução do risco deve ser preparado.

Cada decisão e sua justificativa devem ser documentadas. Quando as estratégias de redução ou acompanhamento de riscos forem definidas, um plano de redução de risco deve ser produzido e documentado. Esse plano deve conter, além das ações a serem desenvolvidas, as responsabilidades e os recursos associados a cada uma delas. No caso de acompanhamento, os indicadores que serão usados para avaliar a evolução do risco devem constar dos documentos de planejamento (Plano de Gerenciamento de Risco do Projeto). Finalmente, se um risco for “aceito” (impacto desconsiderado), as razões e justificativas da decisão devem ser documentadas.

### 2.1.4. Controle

O controle consiste em avaliar as informações trazidas pelo sistema de comunicação e documentação e tomar decisões com respeito aos riscos e planos de redução em andamento. Essas decisões podem ir desde “*nada fazer*” (nenhuma ação suplementar é necessária) até “*implementar planos de contingência*”, quando o impacto de um risco ultrapassar um limiar pré-definido ou algum plano de redução se mostrar ineficaz.

Como novos riscos podem surgir durante o andamento do projeto, o replanejamento das ações também é parte das tarefas de controle. Novos riscos ou eliminação de riscos já identificados podem alterar a classificação e a lista de prioridades dos riscos, obrigando a tais reformulações.

A importância da integração da área de risco dentro do fluxo normal de gerenciamento do projeto pode ser vista nessa etapa, onde informações de todos os aspectos do projeto são necessárias para o controle do risco.

## 3. O Plano de Gerenciamento de Risco

O Plano de Gerenciamento de Riscos (PGR) define as diretrizes para o gerenciamento de riscos do projeto, sistematizando as formas de identificar, quantificar, acompanhar, reduzir e controlar os riscos envolvidos com respeito a custos, prazos e especificações de desempenho. Define também as responsabilidades do gerenciamento de risco, não apenas quanto às formas tradicionais de planejamento e controle (autorização, informação, consulta), mas também no que diz respeito à priorização dos riscos e à aceitação daqueles que não serão controlados. Finalmente, como o gerenciamento de riscos é um processo contínuo, a periodicidade de revisões do ciclo “identificar / quantificar / planejar respostas / controlar” também deve ser indicada no PGR.

O PGR deve ser definido especificamente para o projeto em questão e a definição dos vários parâmetros de risco deve ser adaptada a ele. Assim, a definição das escalas de atributos devem constar do PGR, onde prazos já podem estar identificados em semanas e custos em unidades monetárias ou percentuais mais precisos. Além disso, os instrumentos e métodos de análise de risco também devem constar do plano ou provisões para o seu desenvolvimento devem ser feitas. Isso inclui formulários e bancos de dados para identificação e acompanhamento dos riscos, técnicas de resolução de problemas, ações genéricas para redução de riscos mais simples (baseadas na experiência própria ou de outros), formulários para documentação das várias etapas do processo de análise etc.

O PGR deve conter definições claras sobre três grandes categorias:

- Responsabilidades
- Recursos
- Especificações técnicas

### 3.1. Definição de Responsabilidades

As responsabilidades com respeito ao ciclo de gerenciamento de risco devem estar claramente definidas no PGR para fins de documentação. Essa atribuição de responsabilidades envolve todo os indivíduos integrantes do projeto, dentro da filosofia de que a gerência de riscos é um trabalho coletivo, desenvolvido ao longo do ciclo de vida do projeto. Uma proposta de especificação de responsabilidades está mostrada no Quadro 3.

Além dessa atribuição interna de responsabilidades, é necessário definir como serão gerenciados os riscos dos parceiros e fornecedores. Isso pode ser incluído como um risco suplementar do projeto (por exemplo, o risco de um determinado componente não ser entregue no prazo ou apresentar defeito) ou como uma extensão do PGR ao parceiro e fornecedor.

Quadro 3 - Definição de Responsabilidades

Pessoal	Responsabilidades
Membros do	Identificar, quantificar e classificar novos riscos

	Documentar os riscos e as ações
--	---------------------------------

<b>Gerentes de subsistema</b>	Avaliar a quantificação e classificação dos riscos Revisar as recomendações para redução dos riscos Elaborar planos de redução de risco Comunicar sua lista de riscos prioritários (segundo definição técnica) e as justificativas da seleção Coletar os dados referentes às métricas de acompanhamento dos riscos
<b>Gerente de riscos</b>	Integrar as informações dos vários gerentes de subsistemas Gerenciar a lista geral de riscos prioritários Criar e manter o <i>baseline</i> de riscos Decidir sobre os planos de redução de risco Auditar o PGR de fornecedores Comunicar as decisões ao gerente de projeto
<b>Gerente projeto</b>	Negociar recursos para os planos de redução de risco Aprovar as decisões do gerente de risco

### 3.2. Definição de Recursos

A atribuição de recursos para o gerenciamento de risco envolve a definição de recursos financeiros e humanos para a geração do *baseline* (lista básica de riscos) e a implementação de planos de redução de risco. Essa alocação dependerá do perfil de risco que se deseja adotar para o projeto. Projetos que exijam riscos extremamente baixos (missões espaciais tripuladas, por exemplo) terão planos de ação muito mais completos e custosos.

Recursos financeiros diretos são necessários quando a redução de risco envolver, por exemplo:

- Aquisição de partes e componentes com níveis de qualificação elevados.
- Aquisição de softwares especiais para análise de desempenho dos subsistemas.
- Desenvolvimento de modelos experimentais para testes preliminares.
- Treinamento de pessoal.
- Manutenção de margens não alocadas (estoques, *spare parts* etc.).

Recursos humanos podem ser alocados à área de gerenciamento de risco tanto diretamente, formando uma equipe de gerenciamento de risco, quanto indiretamente, por meio de treinamento (para uso de novas tecnologias ou para estratégias de redução de risco em geral) ou de atividades de identificação, quantificação e planejamento de redução de riscos.

Podem ser incluídos ainda recursos gerenciais, como os necessários para o controle de configuração de documentos e rastreabilidade, bem como a estrutura de garantia da qualidade do projeto.

Muitos desses recursos já são rotineiramente empregados em projetos espaciais e nesse



caso, o gerenciamento de risco deve apoiar-se na infra-estrutura existente, diminuindo os próprios custos.

### 3.3. Definições Técnicas

Algumas definições técnicas deverão ser estabelecidas no PGR a fim de direcionar as atividades de identificação, quantificação e redução de riscos. Entre elas podem ser citadas:

- Os níveis de risco, isto é, as escalas de atributos para medição de probabilidades e magnitudes dos eventos de risco.
- A fração dos riscos identificados que deverá ser controlada, isto é, aquela para a qual será autorizado o uso de recursos da área de gerenciamento de risco (por exemplo, apenas os 20% de maior índice de risco).
- Métricas de acompanhamento do risco do projeto.
- Perfil de risco do projeto, isto é, um compromisso feito *a priori* entre custo e desempenho no que se refere a risco, posicionando o projeto entre uma situação de risco muito baixo (*very low risk*) e risco muito alto (*very high risk*). Ver Greenfield (2001) para detalhes sobre essa técnica.

## 4. Gerenciamento de Risco em Projetos Espaciais no Brasil

No caso brasileiro, a atividade espacial é definida e executada por órgãos governamentais, que têm a responsabilidade de gerenciar todo o ciclo de vida de um projeto espacial, aí se incluindo o gerenciamento de risco. Dessa forma, um dos grandes desafios desse gerenciamento diz respeito aos produtos/processos/serviços contratados na indústria – especificamente a nacional. Cada projeto deve definir claramente como e até que nível o PGR se estende aos subcontratados e fornecedores e de que maneira o gerenciamento de risco deve ser absorvido pelo contratante ou transferido ao contratado. Conseqüentemente, a auditoria dos planos de risco que forem exigidos dos subcontratados (normalmente apenas para os maiores subcontratos) é um aspecto importante a ser previsto no PGR do projeto.

No tocante à etapa inicial de identificação de riscos, a estratégia proposta utiliza duas ferramentas básicas:

1. Um questionário genérico apresentado aos gerentes de subsistema, construído nos moldes do TBQ (*Taxonomy Based Questionnaire*), que deverá permitir a geração de uma lista preliminar de riscos. Em seguida a lista e o questionário, devidamente reduzidos por área de atividade, serão apresentados aos demais membros da equipe do projeto para identificação de novos riscos.
2. A partir da estrutura analítica do projeto (WBS – *Work Breakdown Structure*), cada item será analisado para a busca de riscos, com base numa lista de fatores de risco adequado ao projeto. No caso de projetos espaciais de um modo geral, uma lista de fatores de risco típica é a seguinte (Gerosa *et al.*, 1999):
  - Riscos ligados a novas tecnologias
  - Riscos de não-cumprimento de especificações
  - Riscos na fabricação
  - Riscos durante o processo de Integração e Testes

- Riscos ligados à experiência e disponibilidade da equipe
- Riscos de planejamento
- Riscos de Subcontratados/fornecedores
- Riscos legais e contratuais (ligados ao cliente)
- Riscos financeiros

No caso brasileiro, podem-se incluir alguns itens específicos:

- pessoal especializado em quantidade insuficiente para os projetos;
- uso de tecnologias e concepções já existentes no mercado porém novas para a indústria brasileira e para as quais se tem pouca ou nenhuma experiência;
- incertezas na disponibilidade orçamentária ao longo do ciclo de vida dos projetos;
- dificuldades em cumprir os contratos a preço fixo como exige a legislação brasileira, entre outras.

Estas ameaças não desaparecerão sem um esforço gerencial específico para identificá-las precisamente, proceder à avaliação das mesmas e reduzir ou eliminar os riscos para que as metas desejadas sejam alcançadas.

## 5. Conclusão

O objetivo deste trabalho foi o de proporcionar uma visão geral das técnicas utilizadas no desenvolvimento e implementação de um Plano de Gerenciamento de Riscos em Projeto, com ênfase para projetos no setor espacial. Além do arcabouço geral necessário à implementação de uma política de gerenciamento de riscos, algumas ferramentas foram abordadas e algumas alternativas foram, a título de exemplo, apresentadas. O desenvolvimento de ferramentas de documentação e análise para cada uma das fases do ciclo de gerenciamento de risco é a etapa seguinte no refinamento da gerência de risco em projetos espaciais.

## Referências Bibliográficas

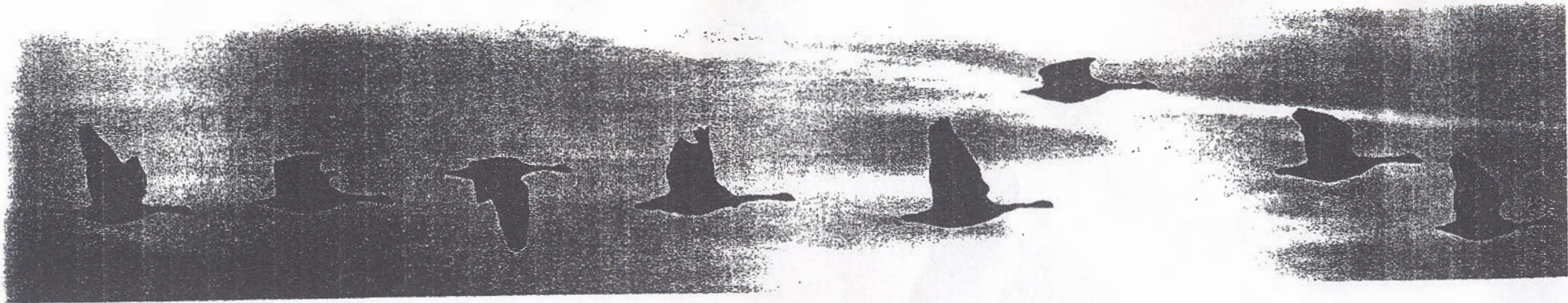
CHAPMAN, C.; WARD, S. *Project Risk Management: Processes, Techniques, and Insights*. London: John Wiley, 1997.

GEROSA, S.; CENCETTI, M.; SARNO, M. Methods and Applications of Risk Management in Space Programs. *Proceedings of the 30th Annual Project Management Institute Seminars & Symposium*, Pennsylvania, Oct. 1999.

PMI. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. USA: Project Management Institute, 2000.

GREENFIELD, M.A. Risk Balancing Profile Tool. NASA's site on Risk Management: <http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/risk/risk.htm>. Acesso: maio, 2001.

WARD, S.; CHAPMAN, C. Project Uncertainty Management as a Desirable Future. *Fourth European Project Management Conference, PMI Europe 2001*, London, 6-7 June 2001.



Certificamos que **Marco Antonio Chamon** apresentou a palestra "**Gerenciamento de risco em projetos espaciais**" de autoria de *Marco Antonio Chamon; Carvalho, T.R.* no IV Congresso Ibero-Americano de Gerenciamento de Projetos realizado de 17 a 21 de novembro de 2003 em São Paulo e no Rio de Janeiro, Brasil.

Marco Prieto  
Presidente PMI Capítulo São Paulo

Margareth Carneiro  
Gerente Geral IV Congresso Ibero-Americano

Lelio Varella  
Presidente PMI Capítulo Rio de Janeiro

