

## CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

### Dados do Projeto e do Proponente

<b>Sigla:</b>	RetroRob
<b>Título do Projeto:</b>	Aplicação de um <i>software</i> livre para <i>retrofitting</i> de um robô e de uma fresadora.
<b>Referência da Chamada:</b>	Chamada CT-INFO: CNPq 2003 – SOFTWARE LIVRE Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico em Software Livre
<b>Linha(s) de atuação em que se insere o projeto/Grupo:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Pesquisa <input type="checkbox"/> Desenvolvimento de aplicações <input type="checkbox"/> Projetos de demonstração <input type="checkbox"/> Inovação tecnológica <input type="checkbox"/> Transferência de tecnologia <input type="checkbox"/> Capacitação tecnológica <input type="checkbox"/> Estudos prospectivos e outros
<b>Coordenador do Projeto:</b>	Flamínio Levy Neto
<b>Instituição Executora:</b>	Universidade de Brasília
<b>Data:</b>	03/11/2003

## 1. Identificação e caracterização do problema

Descreva, objetivamente, com o apoio do referencial teórico, a questão ou problema focalizado.

Os recursos solicitados nesta proposta visam o desenvolvimento de um projeto de *retrofitting* (atualização) de um robô ASEA IRB6-S2 e de uma fresadora universal VEB baseado em software livre. O robô foi doado ao Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Brasília (ENM) pela Fiat Automóveis S/A (Anexo 1 – Carta de doação do Robô ASEA IRB6-S2 ao ENM por intermédio dos professores Alberto José Álvares e Edson Paulo da Silva) para ser utilizado especificamente neste projeto de *retrofitting baseado em software livre*. O robô IRB6-S2 tem 5 graus de liberdade e foi fabricado em 1977. Ele possui um sistema de controle totalmente defasado tecnologicamente em relação aos modelos mais atuais, sendo necessária sua atualização para aplicação em sistemas integrados de manufatura. A fresadora foi adquirida pelo ENM em 1983, e por defeitos eletromecânicos está sem condições de uso. Além disso, esta máquina não é automatizada.

Uma vez que estes dois equipamentos forem recuperados e atualizados eles serão utilizados para implementação de uma Célula Flexível de Manufatura (FMC) voltada para a usinagem de peças rotacionais e prismáticas. Esta FMC vem sendo implementada no laboratório do GRACO (Grupo de Automação e Controle) da Universidade de Brasília, sendo constituída pelas seguintes unidades:

- i) Centro de Torneamento Romi (Disponível);
- ii) Robô Móvel – Nomad XR4000 (Disponível – Baseado em software Livre);
- iii) Fresadora CNC (Necessitando de *retrofitting*);
- iv) Robô Industrial (Doador pela FIAT ao GRACO – Necessitando de *retrofitting*);
- v) Micrômetro Laser Mitutoyo (A ser adquirido);
- vi) Paletes de peças brutas e acabadas (A serem fabricadas);
- vii) Unidade de Gerenciamento da célula (A ser desenvolvida);

O projeto aqui proposto será desenvolvido no laboratório do GRACO ([www.graco.unb.br](http://www.graco.unb.br)). Este grupo de pesquisa foi criado em 1992 e iniciou-se com a implantação de um laboratório de Automação e Controle. Numa primeira fase foi implementada uma Célula Flexível de Soldagem composta por um robô de revolução, fontes de soldagem computadorizadas, sistemas de inspeção em malha fechada, sistema de programação de robô *off-line* e computadores. Este projeto foi fomentado pelo PADCT e contou com apoio do CNPq/RHAE e de convênios internacionais estabelecidos com Cranfield (Inglaterra) e Aachen (Alemanha). A segunda fase da implantação do laboratório do GRACO consiste do desenvolvimento de uma FMC voltada à fabricação de peças rotacionais e prismáticas à implementação da qual esta proposta está vinculada ([ftp://ftp.graco.unb.br/pub/publicacoes\\_graco/projetos\\_graco.pdf](ftp://ftp.graco.unb.br/pub/publicacoes_graco/projetos_graco.pdf)).

A figura 1 ilustra o arranjo físico do laboratório do GRACO, e a figura 2 apresenta um desenho esquemático da FMC em fase de implementação. O processo de manipulação de materiais se inicia com a manipulação da peça bruta a partir do Depósito de Peças Brutas para o Centro de Torneamento pelo Robô Industrial, ou para a fresadora. No Centro de Torneamento e/ou na fresadora a peça é automaticamente usinada. Após esta etapa o Robô Industrial retira a peça do Centro de Torneamento ou da fresadora e a posiciona no Micrômetro Laser para inspeção dimensional. Todas as tarefas de Planejamento e Controle da Produção na célula são gerenciadas pelo Gerenciador da Célula. O robô móvel (Nomad XR4000) é utilizado como um AGV (Veículo Guiado Automaticamente) fazendo a movimentação de peças na FMC. A carga e descarga de peças será realizada pelo robô móvel XR 4000 e pelo robô industrial ASEA. Todas as unidades da FMC estão conectadas via rede de comunicação (TCP/IP e DNC 2).



## 2. Justificativa

Faça, de forma sucinta, um relato da situação-problema abordada, citando dados ou informações significativas que possam delimitar seu contexto histórico. Fundamente sua defesa e linha de atuação/tema indicando a relevância de seu projeto para o País, seu caráter inovador e porque seu projeto se enquadra dentro das exigências do Edital.

O projeto “Desenvolvimento de um Sistema Robótico, integrado, multi-flexível e inteligente para Processo de Fabricação controlado por computador: Célula Flexível de Manufatura (FMC) em Usinagem” foi inicialmente submetido ao PADCT em 1998 pelos professores Alberto José Álvares (<http://www.graco.unb.br/~alvares>) e Sadek Crisóstomo Absi Alfaro (<http://www.graco.unb.br/sadek.htm>) do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Brasília. O objetivo geral do projeto era conceber e implementar um sistema CAD/CAM integrado, no âmbito do planejamento do produto e processo CAD, CAPP, CAM (Fase Planejamento), com o chão de fábrica (CAM – Fase Execução e CAI). Este sistema deveria executar as atividades de concepção, planejamento do processo, fabricação e inspeção de forma automatizada de um produto (peças prismáticas e/ou rotacionais). Este sistema é composto por: sistema de computação, máquinas-ferramenta (um Centro de Torneamento e uma Fresadora), um robô operador (um robô industrial), um robô transportador (um AGV) e um sistema de inspeção (Micrômetro a Laser).

Algumas etapas deste projeto já foram executadas com recursos PADCT/FINEP (Desenvolvimento de algumas ferramentas computacionais), FINEP/CNPq (Aquisição do Centro de Torneamento Romi) e RECOPE/FINEP (Aquisição do robô móvel Nomad XR4000, também baseado em open-source – <http://nomadic.sourceforge.net>). Buscam-se agora aqui recursos para dar continuidade ao projeto de implementação da FMC. Todo o controle da FMC é baseado em software livre.

## 3. Estratégias de crescimento do grupo de pesquisa no contexto do Plano Estratégico Institucional

Descrever ações de participação efetiva do grupo de tecnologia da informação (TI) no ambiente institucional visando os desenvolvimentos acadêmico, científico e/ou inovação tecnológica da instituição, destacando relacionamentos internos e externos de real interesse (parcerias, fornecedores, clientes, etc.)

O desenvolvimento do presente projeto possibilitará uma parceria com outros grupos de pesquisa das Universidades Federais de Minas Gerais e do Rio Grande do Sul, que certamente irá propiciar o desenvolvimento de novos projetos e parcerias que serão fundamentais para a consolidação do curso de Engenharia Mecatrônica da UnB e do recém criado Programa de Pós-Graduação em Sistemas Mecatrônicos.

## 4. Objetivos e Metas

Indique os objetivos e metas a serem alcançados pelo projeto, explicitando os produtos resultantes.

O objetivo inicial do projeto de implementação de uma FMC é permitir a validação das pesquisas desenvolvidas no ENM para implementação de FMC em um contexto de Manufatura Integrada por Computador, integrando-a com os sistemas CAD/CAPP/CAM/CAP disponíveis no laboratório do GRACO. Como objetivo da presente proposta tem-se a realização do *retrofitting* do robô ASEA IRB6-S2 e da fresadora universal VEB para que possam compor a FMC em implementação, tendo controladores abertos e baseados em software livre.

A meta principal deste projeto de pesquisa é compor a FMC com dois equipamentos antigos, um robô e uma fresadora, que passarão por um processo de *retrofitting* e sua *integração utilizando uma arquitetura aberta baseada em open-source* (*Linux, RTLinux, Java, C++ gnu e TCP/IP*). Outra meta deste projeto é dar oportunidade aos alunos de acompanhar, na prática, um projeto de *retrofitting* de uma máquina baseado em arquitetura aberta. Esta é uma experiência que poucos alunos têm oportunidade de vivenciar antes de irem para a indústria, onde tal procedimento já é uma realidade, entretanto utilizam tecnologias proprietárias e com custo elevado. Um CNC (Comando Numérico Computadorizado) comercial custa em torno R\$ 60.000,00, o que inviabiliza o *retrofitting* de máquinas-ferramenta em Universidades e Centros de Pesquisa. Além disso, estes equipamentos serão também utilizados para aulas práticas de disciplinas como Robótica,

Tecnologias de Comando Numérico e Sistemas Integrados de Manufatura dos cursos de graduação e pós-graduação em Engenharia Mecatrônica da UnB.

Desta forma será possível o desenvolvimento de uma metodologia para retrofitting de máquinas-ferramenta baseado em software livre, que poderá beneficiar pequenas e médias empresas, pois irá baratear os altos custos de implementação de soluções proprietárias.

## 5. Equipe

Indique os nomes dos pesquisadores e função, contratados, a contratar (com perfil) e/ou associados a serem alocados no projeto, explicitando suas atividades.

Flamínio Levy Neto, PhD/UnB - Coordenador.

Alberto José Álvares, M.Sc./UnB Pesquisador.

Edson Paulo da Silva, Dr.-Ing./UnB – Pesquisador.

Sadek Crisostomo Absi Alfaro/PhD/UnB – Pesquisador

## 6. Metodologia e Estratégia de Ação

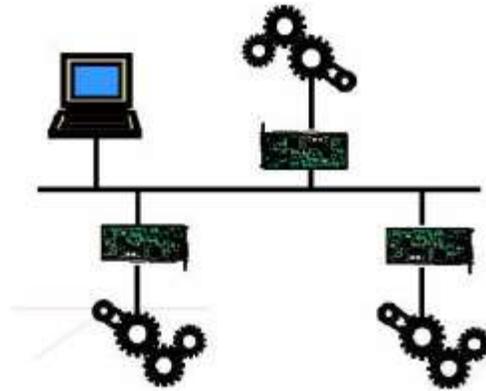
Descreva a metodologia a ser empregada na execução do projeto e de que maneira a estratégia adotada contribuirá para alcançar os objetivos propostos.

Utilizando-se uma metodologia adequada de *retrofitting baseada em opensource* pode-se ter uma tecnologia que permita a atualização e automatização de equipamentos de manufatura a custos relativamente baixos. O desenvolvimento deste projeto é portanto de interesse não somente do GRACO, para dar continuidade à implementação da FMC, mas também de todo um nicho de mercado que demanda tecnologias de atualização e automatização de equipamentos da área de processos de fabricação, com ênfase em utilização de software livre.

A atualização do sistema de controle do robô será baseada numa tecnologia desenvolvida em parcerias com o Grupo de Robótica, Soldagem e Simulação (GRSS) do Departamento de Engenharia Mecânica da UFMG (<http://www.demec.ufmg.br/grupos/solda/>), e com a MANET/RECOPE (Manufacturing Network) (Lages, W. F., et al.; Vasconcelos, D. C. M. et al.). Esta rede de Automação da Manufatura existe desde 1997, e vem sendo financiada pela FINEP/RECOPE voltado a Redes de Automação Industrial (<http://www.manet.org.br>). Desta rede participam atualmente 20 instituições nacionais e agrega trabalhos de 31 grupos de pesquisa que por sua vez agregam 40 pesquisadores. A tecnologia já desenvolvida pelo grupo GRSS/Manet será repassada ao GRACO para execução deste projeto de *retrofitting* que será desenvolvido na UnB com auxílio de pesquisadores do grupo GRSS (Anexo 2 – Carta do Prof. Alexandre Queiroz Bracarense formalizando a parceria) e da UFGS (Prof. Walter Fetter Lages), que virão à UnB periodicamente para participar de missões técnicas e repasse de tecnologia.

A tecnologia de retrofitting de Robôs Industriais é baseada numa arquitetura desenvolvida pela Manet (Lages, W. F., et al.; Vasconcelos, D. C. M. et al.) baseada em componentes de opensource, e constituída de um PC (Real Time Linux -RTLinux) conectado na em uma Intranet do Laboratório e à Internet, que fará, através de uma placa PCI, o elo com o barramento CAN, onde estarão comunicando os sensores e atuadores conforme pode ser visto na figura 3.

A idéia básica por trás do barramento CAN é simples: cada dispositivo elétrico, sensor, atuador, ou combinação destes no subsistema, está conectado a um pequeno módulo computadorizado. Isto representa uma total ruptura do conceito de controle centralizado, computadorizado conectado aos módulos via um complexo sistema de cabeamento. O protocolo CAN está baseado em simples interconexões de módulos via uma linha de dados serial, e desta forma oferece uma tremenda redução da fiação elétrica no carro ou robô (não é pouco usual para um carro luxuoso atual ter algo como 2 Km de fio a bordo representando um peso de mais de 100Kg). A implementação mais simples do CAN é uma em que todos os módulos estão interconectados pelo chassi do carro ('terra') e uma única linha de dados.



**Figura 3 - Os processadores das juntas se comunicam com o PC com o Barramento CAN.**

Com a disseminação do protocolo CAN devido a sua vasta aceitação e também em grande parte devido ao investimento nele feito por grandes fabricantes de semicondutores como a Intel e a Phillips, existe hoje no mercado uma grande variedade de controladores implementando o protocolo. Alguns destes, como o SJA100 da Phillips, são integrados para serem usados em conjunto com um microcontrolador como o 8051 quando se deseja montar uma unidade local que controle determinado processo de forma compacta. Todavia para estas alternativas estes mesmos fabricantes já oferecem microcontroladores que contém o controlador CAN internamente, como um periférico qualquer, da mesma forma como muitos já contém elementos digitais como PWM, ADC, etc.

Por exemplo, o controlador 80C390 da Dallas Semicondutores, da família de controladores 8051, oferece o protocolo CAN implementado *on-chip* usando identificador padrão de 11 bits ou estendido com 29 bits, 15 centros de mensagens (*buffers*) por controlador e outro; por isso o 80C390 é um controlador bastante empregado. Seu preço também é muito atrativo comparado com os dos outros controladores do mesmo nível, com vantagem de ser bastante grande a disponibilidade de material para programação de compatíveis com a família 8051.

A placa TINI desenvolvida pela Dallas Semicondutores contém o controlador 80C390, controlador Ethernet, *Real Time clock*, e outros atrativos sendo sem comparação mais barata que a aquisição dos componentes discretos.

Após extensa pesquisa na internet foi encontrada uma versão aberta e em desenvolvimento do compilador SDCC que é *freeware* (*GPL - General Public License*) - e que por hora oferece suporte aos controladores Intel 8051 e Zilog Z80 e compatíveis, estando em andamento projeto de estender o suporte à família Atmel AVR e Microchip PIC. O SDCC é oferecido para DOS, Windows e Linux PCC e 86 e permite programação *inline* em assembler ou seja permite chamadas a rotinas assembler que podem ser desenvolvidas diretamente dentro do programa em C. Este será o software empregado para programar o firmware da TINI.

*Tiny InterNet Interface* (TINI) é uma plataforma desenvolvida pela Dallas Semicondutores para dotar os projetistas de sistemas e desenvolvedores de *software* de um meio simples, pequeno (figura 36), flexível e econômico de projetar uma grande variedade de dispositivos de *hardware* capazes de se conectar diretamente a redes corporativas e residenciais.

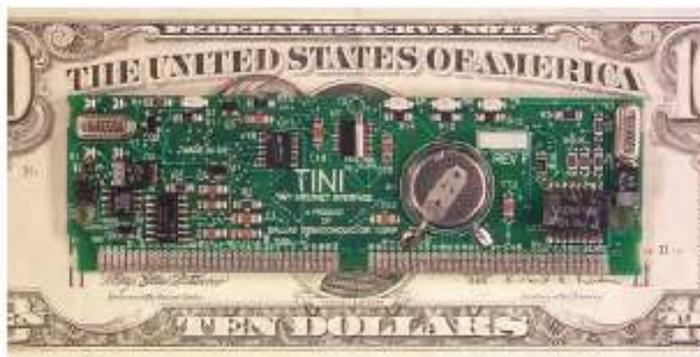


Figura 4 - Placa Tini Simm-72

A plataforma é uma combinação de um chip pequeno, mas poderoso, e um ambiente de execução de JAVA oferecendo capacidades de controle e comunicação e *networking*. As características do *hardware* são apresentadas ao desenvolvedor do *software* através de um conjunto de interfaces de programação de aplicações JAVA.

A capacidade de conexão da TINI expande a conectividade de qualquer dispositivo anexado ao permitir interação com sistemas remotos e usuários através de aplicações de rede padrão como, por exemplo, *web browsers*, e ao permitir conversão de protocolos. Desta forma pode-se utilizá-la, por exemplo, para ler dados de equipamentos industriais que comuniquem em padrão RS-232, levar suas informações através do CAN para o PC e deste para a Internet. Ou, se for adequado, levar pontos de rede a cada uma das placas e desta forma fazer o acesso utilizando o TCP/IP.

O objetivo primário da plataforma TINI é dar voz na rede a tudo, desde pequenos sensores e atuadores, a equipamentos de automação industrial e *legacy hardware*. Isto permite que os dispositivos sejam monitorados, controlados e gerenciados remotamente. A combinação de uma grande capacidade de I/O, o TCP/IP e um poderoso ambiente de programação orientada a objeto possibilitam que programadores possam criar rapidamente aplicações que permitam não apenas controle local, mas também a capacidade de gerenciamento remoto de dispositivos baseados na TINI.

A atualização da fresadora será baseada também em arquitetura aberta utilizando-se o projeto LinuxCNC.org (<http://linuxcnc.org>) através do *software* Enhanced Machine Controller (EMC) e o sistema operacional RTLinux (Real Time Linux) (<ftp://ftp.graco.unb.br/pub/alvares/>). O EMC é representa um esforço do NIST para desenvolver e validar uma especificação para interfaces para controladores em arquitetura aberta. Em termos simples, o EMC é um controlador CNC aberto e livre. Ele possibilita o controle de motores de passo, servomotores, relês e outros dispositivos permitindo assim o controle de máquinas-ferramenta, robôs e outras máquinas. A figura 4 mostra um diagrama de bloco de um sistema para controle de 3 eixos utilizando-se o EMC.

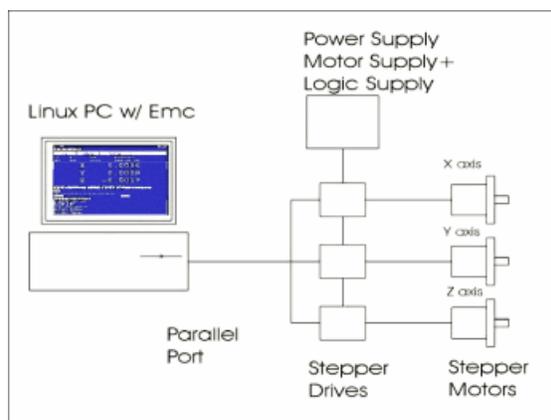


Figura 5 – Diagrama de bloco do controle de três eixos utilizando o EMC – Esquema.

O diagrama mostra um sistema como três motores de passo. O PC, rodando Linux como sistema operacional, controla os *drivers* dos motores de passo enviando sinais (pulos) por uma porta paralela.

A figura 5 ilustra como um PC rodando o EMC pode ser usado para controlar uma máquina com o Código G. Este pode ser enviado através de uma interface ou através de um arquivo. Esta escolha é feita pelo operado via GUI. O código G é enviado a um interpretador que o envia bloco a bloco para os programas de tarefas e de planejamento de movimentos.

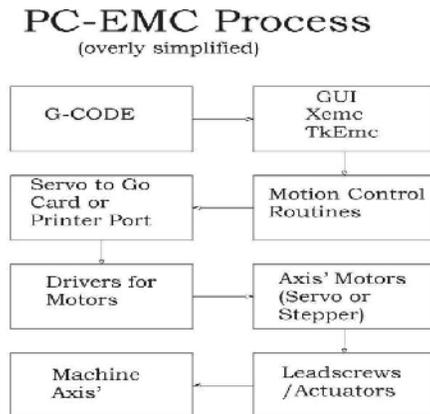


Figura 5 – Diagrama de bloco de fluxo de informação num sistema controlado pelo EMC.

Pode-se obter uma GUI para o EMC em muitas variações. Entre elas X Windows, Tcl/Tk, Java etc. A interface como usuário pode ser facilmente customizada pelos usuários. A figura 6 mostra um exemplo para X Windows

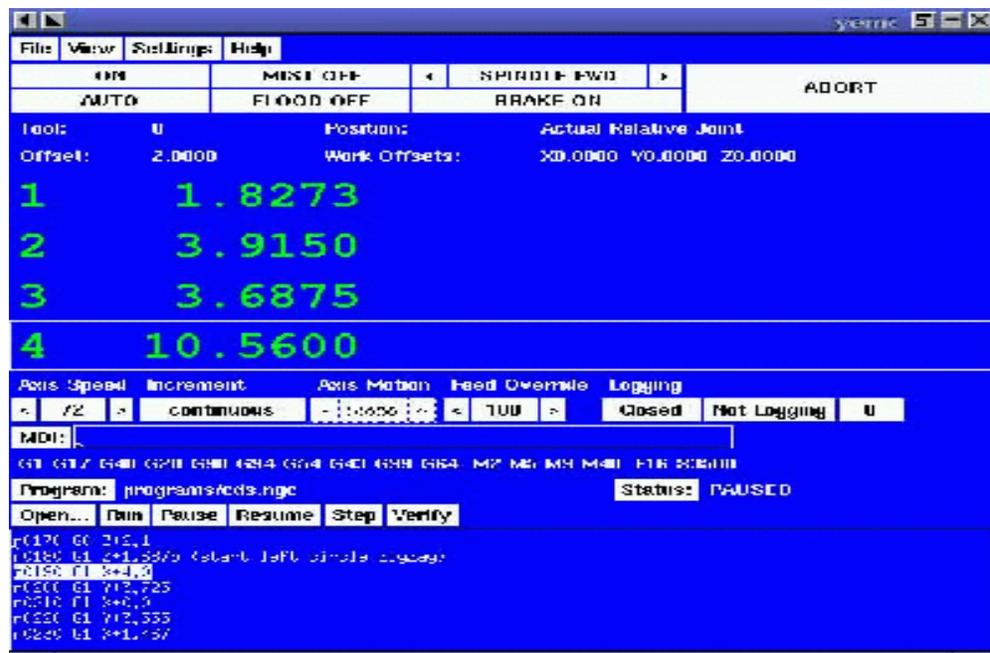


Figura 6 – Interface com usuário em X Windows.

## 6. Orçamento e cronograma físico-financeiro

Apresente, graficamente, em seqüência cronológica, as etapas físicas do projeto, indicando seus prazos de execução e as detalhando as respectivas previsões de despesa para cada uma delas. Aloque a mão-de-obra necessária para o desenvolvimento na classificação de despesas de terceiros pessoa física.

<b>ORÇAMENTO - QUADRO GERAL</b>			
<b>VALOR DO DÓLAR DE REFERÊNCIA:</b>		<b>R\$ 2,90</b>	
<b>ITEM DE DISPÊNDIO</b>	<b>US\$</b>	<b>R\$</b>	<b>TOTAL(R\$)</b>
Auxílio-moradia	0,00	0,00	0,00
Consultoria	0,00	0,00	0,00
Diárias	0,00	5.938,10	5.938,10
Expedição	0,00	0,00	0,00
Fotolito	0,00	0,00	0,00
Impressão/Acabamento	0,00	0,00	0,00
Material de consumo	0,00	6.000,00	6.000,00
Papel	0,00	0,00	0,00
Passagens	0,00	6.993,95	6.993,95
Pessoal	0,00	0,00	0,00
Produção Editorial (composição, arte-final)	0,00	0,00	0,00
Seguro-saúde	0,00	0,00	0,00
Terceiros (Pessoa física)	0,00	0,00	0,00
Terceiros (Pessoa jurídica)	0,00	0,00	0,00
Total custeio	0,00	18.932,05	18.932,05
Equipamentos e Material permanente	235.000,00	80.774,00	762.274,00
Material Bibliográfico	0,00	0,00	0,00
Obras civis	0,00	0,00	0,00
Total capital	235.000,00	80.774,00	762.274,00
<b>Total</b>	<b>235.000,00</b>	<b>99.706,05</b>	<b>781.206,05</b>
<b>S O L I C I T A D O</b>			
<b>ITEM DE DISPÊNDIO</b>	<b>US\$</b>	<b>R\$</b>	<b>TOTAL(R\$)</b>
Auxílio-moradia	0,00	0,00	0,00
Consultoria	0,00	0,00	0,00
Diárias	0,00	5.938,10	5.938,10
Expedição	0,00	0,00	0,00
Fotolito	0,00	0,00	0,00
Impressão/Acabamento	0,00	0,00	0,00
Material de consumo	0,00	6.000,00	6.000,00
Papel	0,00	0,00	0,00
Passagens	0,00	6.993,95	6.993,95
Pessoal	0,00	0,00	0,00
Produção Editorial (composição, arte-final)	0,00	0,00	0,00
Seguro-saúde	0,00	0,00	0,00
Terceiros (Pessoa física)	0,00	0,00	0,00
Terceiros (Pessoa jurídica)	0,00	0,00	0,00
Total custeio	0,00	18.932,05	18.932,05
Equipamentos e Material permanente	0,00	80.774,00	80.774,00
Material Bibliográfico	0,00	0,00	0,00
Obras civis	0,00	0,00	0,00
Total capital	0,00	80.774,00	80.774,00
<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>99.706,05</b>	<b>99.706,05</b>
<b>C O N T R A P A R T I D A</b>			
<b>ITEM DE DISPÊNDIO</b>	<b>US\$</b>	<b>R\$</b>	<b>TOTAL(R\$)</b>
Auxílio-moradia	0,00	0,00	0,00
Consultoria	0,00	0,00	0,00
Diárias	0,00	0,00	0,00
Expedição	0,00	0,00	0,00
Fotolito	0,00	0,00	0,00
Impressão/Acabamento	0,00	0,00	0,00
Material de consumo	0,00	0,00	0,00
Papel	0,00	0,00	0,00
Passagens	0,00	0,00	0,00
Pessoal	0,00	0,00	0,00
Produção Editorial (composição, arte-final)	0,00	0,00	0,00
Seguro-saúde	0,00	0,00	0,00
Terceiros (Pessoa física)	0,00	0,00	0,00
Terceiros (Pessoa jurídica)	0,00	0,00	0,00
Total custeio	0,00	0,00	0,00
Equipamentos e Material permanente	235.000,00	0,00	681.500,00
Material Bibliográfico	0,00	0,00	0,00
Obras civis	0,00	0,00	0,00
Total capital	235.000,00	0,00	681.500,00
<b>Total</b>	<b>235.000,00</b>	<b>0,00</b>	<b>681.500,00</b>

## ORÇAMENTO - CONTRAPARTIDA

NOME DA INSTITUIÇÃO	FINANC.(R\$)	(%)	DIRETA(R\$)	(%)	Total (R\$)
UNB / Departamento de Engenharia Mecânica	594.500,00	100,00	0,00	0,00	594.500,00
FIAT / Fiat Automóveis S/A	87.000,00	100,00	0,00	0,00	87.000,00

SOLICITADO		CONTRAPARTIDA				SOLICITADO + CONTRAPARTIDA
(R\$)	%	FINANC. (R\$)	%	DIRETA (R\$)	%	(R\$)
99.706,05	12,76	681.500,00	87,24	0,00	0,00	781.206,05

Os percentuais deste quadro consideram a contrapartida do projeto em relação ao que está sendo solicitado na proposta, não sendo considerados recursos de outras fontes.

As atividades e serem desenvolvidas se agrupam basicamente nas quatro etapas descritas a seguir, e serão executadas de acordo com o cronograma abaixo.

- Etapa 1: Especificação e compra de componentes e equipamentos.
- Etapa 2: Implementação do EMC.
- Etapa 3: Implementação do controlador para o robô.
- Etapa 4: Integração das máquinas.
- Etapa 5: Ajuste e testes da célula.

Cronograma de Trabalho

Atividade	Despesa	Mês											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	R\$ 99.706,05	█	█	█	█								
2					█	█	█	█					
3		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
4					█	█	█	█	█	█	█	█	█
5											█	█	█

### 7. Relevância dos resultados e impactos esperados

Descreva os resultados e/ou produtos esperados. Avalie a repercussão e/ou impactos (sócio-econômicos, técnico-científicos e ambientais) desses resultados na solução do problema focalizado.

Existem atualmente no Brasil inúmeros robôs e máquinas-ferramenta desativados por falta de peças sobressalentes e/ou tecnologias computacionais atualizadas e adequadas para que possam ser utilizados com sucesso. Portanto, existe uma demanda relativamente grande de empresas que possuem equipamentos que poderiam ser atualizados e automatizados, e faltam tecnologias adequadas para a realização do *retrofitting*. A própria FIAT Automóveis S/A tem mais de 15 robôs de pequeno e grande porte (capacidade de manipulação de 5kg e 100kg respectivamente) parados. As pequenas e médias empresas não têm, em geral, acesso à tecnologia robótica devido aos elevadíssimos custos, e as grandes empresas estão substituindo os robôs velhos. A mecânica dos robôs não tem mudado significativamente. Por outro lado, a eletrônica e o sistema computacional podem sempre ser atualizada para tecnologias atuais.

Dominando-se a tecnologia a ser desenvolvida no presente projeto de *retrofitting baseado em open source*, o GRACO será um dos pioneiros no território nacional.

## 8. Riscos e Dificuldades

Refletir sobre possíveis dificuldades e riscos potenciais que poderão interferir na execução das ações propostas e comprometer o alcance das metas e objetivos preconizados. Explicitar as medidas previstas para contornar ou superar essas dificuldades.

Uma vez que os recursos sejam aprovados, não há riscos e/ou dificuldades na execução do projeto.

## 9. Experiências e linhas de financiamento a projetos

Indique as melhores práticas e outros projetos de pesquisa em andamento dos quais participem membros da equipe proponente, incluindo o título, vigência, a dedicação em hora/homem/mês, a origem e o valor do financiamento.

A presente proposta está relacionada aos seguintes projetos:

- viii) Desenvolvimento de um sistema robótico, integrado multi-flexível e inteligente controlados por computador.  
Período: Outubro/1999 a Dezembro/2003  
Local: Universidade de Brasília  
Apoio: FINEP/CNPq – Processo nº 62.0067/98-5 (02-SFA-01/99-02/01-8)  
Coordenador: Sadek Crisóstomo Absi Alfaro, Ph.D.
  
- ix) Soldagem submarina: Projeto de robôs móveis  
Período: Janeiro/1998 a Dezembro/2001  
Local: Universidade de Brasília, UFRJ., UFSC, USP, UFRGS  
Apoio: RECOPE/FINEP (Redes de cooperação tecnológica TecSub)  
Coordenador: Sadek Crisóstomo Absi Alfaro, PhD.

## 10. Atendimento aos Critérios da Chamada

Destaque os aspectos relevantes da proposta quanto aos critérios para avaliação constantes na Chamada.

A chamada trata de *software* livre, e a presente proposta trata da utilização de um software livre (EMC) para a automatização de máquinas.

## 11. Considerações finais

Informe, caso julgue necessário, outros critérios que possam ser considerados na avaliação de sua proposta (além dos constantes da Chamada) e, sucintamente, alguma informação adicional que, a seu juízo, seja relevante para a elucidação, compreensão ou apreciação de seu projeto.

A Célula Flexível de Manufatura em implementação no GRACO foi concebida para implantação em pequenas e médias empresas, atendendo assim a um nicho de mercado de tecnologias de *retrofitting* econômica e tecnologicamente viáveis para esta classe de empresas, uma vez que a grande maioria das tecnologias de implantação de FMC disponíveis atualmente no mercado foram concebidas para atender a grandes empresas utilizando soluções proprietárias de alto custo de implantação.

Outro aspecto importante deste projeto é que ele está sendo desenvolvido com a participação de alunos de graduação e mestrado, colaborando assim com formação de recursos humanos. Além disso, contribui para a consolidação do grupo de pesquisa GRACO e do recém-criado Programa de Pós-Graduação em Sistemas Mecatrônicos e do próprio curso de graduação em Engenharia Mecatrônica da UnB.

É importante ainda salientar que o presente projeto tem um caráter inter-institucional, pois será desenvolvido pelo GRACO na Universidade de Brasília, porém com uma forte participação de pesquisadores do GRSS da Universidade Federal de Minas Gerais e da Rede de Automação da Manufatura (MANET) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no contexto da RECOPE/FINEP. Isto certamente irá estimular não só o desenvolvimento dos trabalhos de *retrofitting* do robô e da fresadora no contexto do presente projeto, mas também de projetos futuros.

### **Referências bibliográficas**

Lages, W. F., Henriques, R. V. B., Bracarense, A. Q. - Arquitetura Aberta para Retrofitting de Robôs. Manet Notes Workshop, 2003, Bragança Paulista, SP.

Vasconcelos, D. C. M., Torres, G. C. F., Bracarense, A. Q., Henriques, R. V. B., (2003) *Retrofitting de um robô ASEA IRB6*, 2º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, Uberlândia, 18-21 de Maio.