

# 1 Dados do Projeto

## 1.1 Título

DaaS: Uma Plataforma baseada em Nuvem para Provisão de Serviços Inteligentes e Confiáveis de Monitoramento e Aquisição de Dados.

## 1.2 Autoridade Máxima da instituição

Dora Leal (Reitora)

## 1.3 Duração

36 meses

## 1.4 Área de conhecimento

Tecnologia da Informação

## 1.5 Palavras chaves

Tecnologia da Informação, Redes de sensores móveis, sistemas inteligentes, sistemas multi-agentes, redes veiculares, sistemas distribuídos confiáveis, plataformas de computação em nuvem, sistemas cibernéticos físicos (Cyber-Physical Systems).

## 1.6 Resumo (5000 caracteres)

resumo deve fornecer uma visão geral do projeto

Este projeto se enquadra no eixo de ações estratégicas voltadas à Tecnologia da Informação (TI) e propõe uma plataforma computacional confiável denominada DaaS ("Drone as a Service"), a qual visa à aquisição / monitoramento de dados usando redes de sensores móveis implementadas a partir da colaboração de microdrones e da provisão elástica, confiável e inteligente de seus serviços através da Internet, considerando, para isto, o modelo de computação em nuvem ("Cloud Computing").

Microdrone é o nome dado a veículos aéreos não tripulados (UAV, Unmanned Aerial Vehicles) com características físicas bastante reduzidas (e.g., peso, dimensões etc.) -- sendo assim, também denominados de MAV (Micro Air Vehicles). Estes veículos são controlados por sistemas computacionais embarcados e/ou por controle remoto. As características físicas e a "manobrabilidade" destes equipamentos tornam possível o uso em tarefas nas quais Drones convencionais e aeronaves tripuladas são ineficientes ou inadequadas. Estes microdrones provêem uma visão aérea do ambiente (bird's eye), sendo útil, por exemplo, em aplicações de monitoramento, vigilância ou gestão de desastres etc.

Com o uso de sensores embarcados nos microdrones (e.g., sonar, câmera, termômetro etc.), é possível a aquisição de diferentes tipos de dados, os quais precisam ser adequadamente armazenados, compartilhados com outros serviços e/ou aplicações e, em alguns casos, são importantes para que os próprios veículos possam apropriadamente obter sucesso durante suas missões. Mais ainda, quando grandes extensões geográficas são consideradas, estes veículos oferecem apenas uma visão parcial do ambiente. Portanto, um grupo de microdrones devem trabalhar de forma colaborativa, sendo necessária a fusão e a correlação dos dados oriundos do grupo, no qual os microdrones devem interagir e agir de forma coordenada para o objetivo de sua missão -- o que é um desafio, por conta das diferentes adversidades que podem ser encontradas durante a missão (e.g., obstáculos, perda de conectividade, restrições de energia e mobilidade dos veículos etc.).

Paradoxalmente, estes microdrones possuem recursos computacionais e de energia limitados, podendo não prover o suporte adequado para o armazenamento e o processamento de um grande volume de dados. Além disso, por conta de suas facilidades de comunicação limitadas e da falta de padronização das interfaces de programação fornecidas pelos diferentes fabricantes, a integração com outros serviços ou aplicações não é uma tarefa simples.

Por outro lado, na perspectiva da plataforma computacional, a computação em nuvem se apresenta como uma oportunidade para a provisão confiável do serviço de monitoramento (implementado com o uso de microdrones) e para integração deste com outros serviços computacionais. Isto porque, a idéia básica da computação em nuvem é oferecer o acesso compartilhado a um grande conjunto de recursos computacionais, usando para tanto tecnologias da Internet. Na computação em nuvem, a infra-estrutura de tecnologia da informação, as plataformas de armazenamento e de processamento e os softwares são oferecidos como serviço e de forma elástica -- isto é, de acordo com a demanda dos usuários/serviços e/ou aplicações.

A implementação do serviço de monitoramento baseada em redes de sensores móveis combinada com as facilidades providas pelas plataformas de computação em nuvem representam uma instância de uma família de plataformas computacionais denominadas de plataformas cibernéticas físicas de computação em nuvem. E, neste contexto, o desafio teórico é a proposição de protocolos, mecanismos, plataformas e engenharia de sistema para o enfrentamento do desafio da construção dessa nova classe de sistemas distribuídos com requisitos de confiabilidade e segurança e com características híbridas, heterogêneas e dinâmicas.

O desafio proposto neste projeto possui caráter multidisciplinar e o seu enfrentamento será realizado considerando uma a equipe com expertise acumulada em diferentes projetos de pesquisas em áreas correlatas, e.g. redes de sensores, computação distribuída confiáveis, computação em nuvem entre outros.

Além disso, este projeto está alinhado com as propostas submetidas em respostas aos editais FAPESB e aproveita recursos obtidos no edital CT-INFRA 2010. Mais ainda, aproveita os subprodutos desenvolvidos nos projetos de pesquisa RNP/CTIC/Cloud, denominado "Mecanismos de confiabilidade híbridos e dinâmicos" e "JiT Clouds".

A metodologia usada para o desenvolvimento da inovação científica e tecnologia proposta considera reuniões de acompanhamento semanais e a entrega de subprodutos são realizados considerando marcos trimestrais, nos quais os subprodutos serão avaliados e homologados. Cada um dos resultados obtidos serão apropriadamente discutidos em seminários internos e nos fóruns científicos da área.

## **2 Dados Complementares**

### **2.1 Coordenador do Projeto**

~~Alirio Santos de Sá~~ Raimundo José de Araújo Macêdo

### **2.2 Número do Pedido**

2044/2013 (Abrir um novo pedido)

### **2.3 Introdução e Justificativa (5000 caracteres)**

**Apresentação da problemática e da relevância do projeto, mencionando explicitamente a sua aderência a uma das áreas estratégicas para o Estado da Bahia e/ou a um dos projetos estruturantes do Estado.**

O desenvolvimento e a proliferação dos sistemas de comunicação aliados ao avanço nos sistemas embarcados abriram novos horizontes para área de Tecnologia da Informação (TI). Nos sistemas de TI modernos, dispositivos embarcados e computadores de propósito geral estão interligados em rede formando novas classes de ambientes automatizados. Este contexto serviu como motivação para o surgimento dos chamados "Sistemas Cibernético-Físicos" (CPS, Cyber-Physical Systems), nos quais os sistemas computacionais são municiados com sistemas embarcados, de tal modo que a computação e os processos do mundo físico possam interagir e se influenciar mutuamente. Uma visão de futuro é que estes CPS estejam disponíveis em diferentes setores e possam facilitar a integração de diferentes cadeias produtivas e apoiar a construção de cidades mais inteligentes e sustentáveis. Esta visão tem motivado o desenvolvimento de diversas pesquisas com o intuito de conceber CPS para apoiar diferentes setores da sociedade, como: agronegócio; policiamento e vigilância; assistência médica; controle ambiental; prevenção e/ou resposta a desastres e/ou ameaças etc.

Uma aplicação típica de CPS é o gerenciamento do tráfego urbano. Neste cenário, dispositivos coletam informações sobre o trânsito de veículos e de pedestres em vias urbanas e interagem com sistemas de gestão de trânsito, os quais podem: alterar temporização de semáforos das vias para aumentar a fluidez; sugerir rotas alternativas aos condutores para evitar e/ou reduzir congestionamentos; usar terminais de parada inteligentes para prover estimativas de chegadas transportes públicos; notificar diferentes agentes públicos sobre possíveis acidentes nas vias etc.

Diferentes infra-estruturas de TI modernas têm sido consideradas para a implementação de sistemas cibernético-físicos, dentre as quais, as plataformas de computação em nuvem têm ocupado uma posição de destaque em várias pesquisas. A idéia básica da computação em nuvem é oferecer o acesso compartilhado a um grande conjunto de recursos computacionais, usando para tanto tecnologias da Internet. Na computação em nuvem, as plataformas de armazenamento e de processamento e os aplicativos de software são oferecidos como serviço e/ou de forma elástica -- isto é, de acordo com a demanda dos usuários/serviços e/ou aplicações.

A integração das habilidades de sensoriamento e/ou atuação dos processos do mundo físico providas pelos dispositivos embarcados, combinados com a provisão elástica de recursos computacionais oferecidos pela computação em nuvem, facilitam o desenvolvimento e integração das aplicações de CPS e compõem plataformas computacionais mais poderosas -- as quais vêm sendo denominadas de plataformas cibernéticas físicas de computação em nuvem.

Estas plataformas herdam os desafios teóricos/práticos de implementação inerentes das plataformas de computação em nuvem, por exemplo: necessidade de implementação de facilidades de auto-gestão nos componentes da infra-estrutura de TI em diferentes níveis, suporte a requisitos de confiabilidade; acomodação de diferentes requisitos de qualidade de serviço etc. Além disso, tornam necessário o atendimento a requisitos temporais mais forte, oriundos da necessidade de suportar aplicações de tempo real -- no caso dos CPS de transporte, por exemplo, mudanças automáticas na temporização dos semáforos devem ser feitas de forma sincronizada e dentro de um prazos específicos, pois, caso contrário, tais intervenções podem implicar em acidentes de trânsito.

Um dos aspectos proeminentes no desenvolvimento de diversas aplicações de CPS é o uso de rede de sensores móveis, implementadas, por exemplo, a partir da inserção de vários sensores em redes de veiculares. Esta estratégia traz maior flexibilidade, pois os sensores podem ser movidos automaticamente de uma localização para outra e tem um potencial para redução de custo, uma vez que um mesmo sensor pode ser usado em diferentes localidades.

Por conta disto, alguns trabalhos têm feito uso de micro veículos não tripulados (microdrones) para a implementação desta redes veiculares móveis de aquisição/sensoriamento de dados. Isto por conta das características físicas, de "manobrabilidade" e custos

destes equipamentos, as quais tornam possível o uso em tarefas nas quais Drones convencionais e aeronaves tripuladas são ineficientes ou inadequadas.

Entretanto, isto é um desafio porque algumas dessas aplicações em CPS possuem requisitos temporais que não podem ser garantidos em ambientes distribuídos abertos e assíncronos, como os que se apresentam em plataformas de nuvem. Além disso, estes sistemas herdam os desafios inerentes ao desenvolvimento de aplicações sobre redes veiculares, por exemplo: a mobilidade dos veículos podem implicar em perda de conectividade, dificultar a realização de ações coordenadas com um grupo de veículos -- demandando algoritmos inteligentes que permitam que os microdrones se comportem como agentes veiculares autônomos.

## 2.4 Objetivo Geral (5000 caracteres)

### Sintetizar a finalidade geral do projeto

Desenvolver serviços confiáveis e inteligentes de provisão de recursos computacionais em plataformas cibernéticas físicas de computação em nuvem para o suporte às aplicações cibernéticas físicas de sensoriamento e aquisição de dados baseadas em redes de veículos aéreos não tripulados.

A plataforma cibernética-física de computação em nuvem a ser implementada neste projeto deve permitir:

- (1) A provisão elástica e confiável de recursos computacionais acomodando requisitos temporais e não temporais de aplicações cibernéticas-físicas baseadas em redes veiculares móveis;
- (2) O despacho de missões diferentes para agentes veiculares autônomos com características heterogêneas;
- (3) A adaptação automática do agente de software as características dos veículos autônomos, sem a necessidade de reprogramação do software básico implementado em cada agente veicular;
- (4) O suporte de software necessário para a adaptação da missão na ocorrência de falhas, perda de conectividade ou mudanças não previstas no ambiente;
- (5) O armazenamento confiável e seguro dos dados adquiridos, bem como o uso de estratégias adequadas para sua recuperação destes dados;

O atendimento dos requisitos elencados para a plataforma cibernética física requer o enfrentamento de diferentes desafios teóricos e práticos de implementação, os quais são listados / discutidos brevemente a seguir.

Primeiro, na perspectiva do modelo de sistema distribuído, a implementação da plataforma de computação cibernética-física proposta está relacionada a sistemas distribuídos híbridos em suas composições em termos de módulos distribuídos de software (i.e., processos) e canais de comunicação. Isto porque, sistemas computacionais tradicionais, muitos com restrições temporais brandas, devem coexistir formando um laço de controle com sistemas com restrições temporais mais fortes, para os quais a perda dos prazos da computação podem implicar na simples perda do processamento (no melhor caso) e em situações catastróficas (no pior caso) -- como, por exemplo, perdas de vidas humanas, prejuízos financeiros etc. Desta forma, a plataforma computacional proposta deve ser municiada por arquiteturas, mecanismos e protocolos computacionais que permitam a entrega confiável do serviço, mesmo na presença de falhas de componentes e respeitando as diferentes restrições temporais impostas.

Segundo, dada a natureza dos seus diferentes equipamentos, tais infra-estruturas são compostas por elementos computacionais com características heterogêneas, existindo, por exemplo, diferenças no poder computacional, na capacidade de armazenamento, na autonomia energética e na conectividade entre os mesmos. Isto representa mais um desafio, pois estes aspectos demandam por soluções que se adaptem aos diferentes dispositivos e requerem protocolos que possam permitir que a computação progrida de forma eficiente e respeitando estas diferentes nuances.

Terceiro, a implementação de esquemas de sensoriamentos sobre redes veiculares móveis, herda nuances inerentes a tais tipos de infra-estrutura. Isto porque o grau de mobilidade dos veículos implica em problemas de conectividade que tornam um desafio a coordenação e a colaboração entre os veículos e destes com a plataforma de computação em nuvem. Portanto, é preciso que sejam concebidas estratégias inteligentes que permitam que os veículos tomem decisões de forma autônoma. Estas estratégias devem permitir contornar tanto o problema da comunicação inter-veicular quanto a tomada eficiente de decisões relacionadas a missão, podendo estas serem auxiliadas pelos diversos sensores instalados nos veículos.

Quarto, os micro veículos aéreos não tripulados (MAVs) são tradicionalmente programados para missões específicas, implicando que os mesmos devam ser reprogramados para o seu uso em novas missões. Por isto, um outro desafio é prover uma plataforma de software adequada para que estes equipamentos possam ser usados sob demanda em diferentes missões sem a necessidade de reprogramação do software básico -- isto é, deve existir uma interface que permita o despacho apenas das diretrizes (ou regras e/ou ações) associadas a cada uma das missões.

Por fim, diferentes aplicações podem ser implementadas considerando os dados coletados nas diferentes missões. Por conta disto, a plataforma deve prover um repositório confiável para armazenamento e recuperação dos dados adquiridos. Além disso, devem ser providas interfaces adequadas que facilitem o uso e compartilhamento dos diferentes tipos de dados armazenados.

## 2.5 Objetivos Específicos (5000 caracteres)

### Desdobrar o objetivo geral

O objetivo geral deste projeto pode ser desdobrado em dois grandes objetivos específicos relacionados ao (1) desenvolvimento do produto (plataforma cibernética física proposta) e às (2) Contribuições acadêmicas relacionadas. Cada um destes objetivos específicos são discutidos a seguir.

#### OBJETIVO 1 - DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

===

O conjunto de objetivos deste grupo dizem respeito às ações macro a serem realizadas para o desenvolvimento do produto proposto, sendo as mesmas enunciadas a abaixo:

- (a) Especificação detalhada dos requisitos funcionais e não funcionais e o mapeamento da arquitetura conceitual da plataforma.
- (b) Especificação detalhada dos componentes da arquitetura de software da plataforma, incluindo agentes de software básico a serem embutidos nos microdrones.
- (c) Seleção de aplicação e especificação detalhada de piloto (toy application) para demonstração da aderência da plataforma aos requisitos elencados.
- (d) Especificação detalhada dos modelos de sistemas, protocolos e mecanismos subjacentes para o suporte à confiabilidade e autonomia da plataforma de cibernética física proposta.
- (e) Implementação dos componentes da plataforma, incluindo o software de suporte básico para os microdrones.
- (f) Integração e testes dos componentes de software e o software básico para os microdrones.
- (g) Testes do protótipo de software no monitoramento e aquisição de dados usando colaboração e coordenação dos drones em diferentes cenários de carga e simulando possíveis falhas, considerando a aplicação piloto selecionada.
- (h) Patentamento do protótipo e empacotamento da solução para uso por diferentes setores.
- (i) Realização de seminários e reuniões técnicas para demonstração do produto para diferentes setores da sociedade (e.g., agentes responsáveis por policiamento, vigilância, controle ambiental, agronegócio, controle de trânsito etc.)

#### OBJETIVO 2 - CONTRIBUIÇÕES ACADÊMICAS

===

O conjunto de objetivos deste grupo dizem respeito às contribuições acadêmicas obtidas com o desenvolvimento do projeto:

- (a) Apoio à formação de doutores, mestres e graduados com trabalhos de pesquisas em direcionados para os diferentes desafios relacionadas à implementação da plataforma.
- (b) Fortalecer a formação acadêmica dos estudantes atuantes no projeto a partir de estudos de casos práticos implementados considerando a plataforma cibernética física proposta e a aplicação piloto especificada.
- (c) Promover o engajamento dos estudantes nas comunidades científicas das áreas relacionadas a partir das suas participações em eventos científicos da área.
- (d) Promover a interação com diferentes agentes da sociedade (e.g. policiamento, agronegócio, controle ambiental etc.) visando a fortalecer a interação teórica e prática das atividades desenvolvidas pelos estudantes (este objetivo está intimamente ligado ao desenvolvimento da aplicação piloto).
- (e) Comunicação dos resultados teóricos e práticos nas comunidades científicas nas diferentes áreas relacionadas ao desenvolvimento do projeto.
- (f) Melhoria da infra-estrutura laboratorial e proposição de uma plataforma que dê subsídio a diferentes trabalhos futuros.

## 2.6 Fundamentação Teórica (18000 caracteres)

### 1. SISTEMAS EMBARCADOS

A indústria moderna tem utilizado processadores em diferentes dispositivos com intuito de baratear custos e melhorar a funcionalidade de diferentes produtos, tais como automóveis, aviões, micro-ondas, máquinas de lavar, geladeiras, televisores,

celulares etc. Esses dispositivos são chamados de "Sistemas Embarcados" ou "Sistemas Embutidos" [Wolf 2002], pois o processador está imerso no dispositivo e tem a função de controlar o funcionamento.

Os sistemas embarcados existem há décadas e se proliferaram com o barateamento dos microcontroladores (pequenos processadores com propósito específico), tornando viável substituir componentes analógicos por eletrônica digital controlada por estes pequenos microcontroladores. Nos dias atuais, os sistemas embarcados já estão inseridos na grande maioria dos equipamentos eletrônicos usados no cotidiano e nos diversos setores produtivos.

## 2. REDES MOVÉIS AD HOC (MANET, MOBILE AD HOC NETWORK)

O avanço da miniaturização e o barateamento dos custos de produção em massa de dispositivos eletrônicos embarcados combinados com o avanço das tecnologias de comunicação deram surgimento a novas categorias de redes de dispositivos, a exemplo das Redes Móveis Ad Hocs (MANETs, Mobile Ad Hoc Networks).

MANETs são redes de comunicação dinâmicas construídas sobre dispositivos móveis, como notebooks, tablets, smartphones etc. Estes dispositivos podem se comunicar diretamente ou via um roteador sem fio, se estão ao alcance de seus sinais de comunicação, ou utilizando protocolos de roteamento, através dos quais dispositivos intermediários podem encaminhar as mensagens transmitidas entre nós distantes, que estão fora do alcance de seus sinais.

Muitos dos trabalhos nesta categoria de rede têm sido relacionados a implementação de protocolos de roteamento. Os protocolos de roteamento para MANETs são em geral classificados como: (a) orientados a tabelas ou proativos e (b) sob demanda ou reativos [TANEJA e KUSH, 2010]. Nos protocolos proativos, os nós mantêm tabelas com informações de roteamento, as quais são atualizadas periodicamente. Como exemplos destes protocolos temos: DSDV (Destination-Sequenced Distance-Vector Routing Protocol); GSR (Global State Routing); ZRP (Zone Routing Protocol); WRP (Wireless Routing Protocol) etc. Os protocolos reativos criam as rotas através de um procedimento de descoberta de rotas. Este procedimento é acionado quando ocorre uma transmissão, para determinar uma rota entre o emissor e o receptor da mensagem. Como exemplo, temos: AODV (Ad-hoc On-demand Distance Vector Routing); DSR (Dynamic Source Routing); TORA (Temporary Ordered Routing Algorithm) etc. Também os protocolos HRP (Hybrid Routing Protocol), ZHLS (Zone-based Hierarchical Link State Routing Protocol) e DDR (Distributed Dynamic Routing Algorithm) são considerados como sendo protocolos híbridos [BAKHT 2011].

A construção de redes MANET apresenta diversos desafios, entre os quais: roteamento unicast; roteamento multicast; topologia de rede dinâmica; velocidade; escalabilidade; roteamento baseado em agentes móveis; qualidade de serviço; uso eficiente de energia; e segurança.

## 3. REDES VEICULARES AD HOC (VANETs, VEHICLE AD HOC NETWORK)

Redes de comunicação veiculares são redes construídas de forma dinâmica e sob demanda. Os veículos estabelecem comunicação quando desejam, e se estiverem no alcance de seus dispositivos de comunicação. A comunicação entre veículos (*IVC - inter-vehicle-communication*) pode ser suportada pelo desenvolvimento de redes móveis *ad hocs* (MANETs), as quais não garantem uma infraestrutura fixa e podem acomodar uma constante evolução da topologia da rede. Contudo, algumas características do ambiente diferem as redes MANETs comuns das redes de IVC, criando assim uma subclasse de redes MANETs para a comunicação veicular, denominada VANET (*Vehicular Ad Hoc Networks*) [Sichitiu and Kihl 2008, karagiannis et al 2011].

As VANETs possuem como requisitos: nós com alta mobilidade como aviões, trens, automóveis, robôs, entre outros; possuem vários tipos de aplicações diferentes que interferem nas arquiteturas e infra-estruturas do sistema de comunicação; requerem um novo paradigma de roteamento significativamente diferente dos disponíveis em redes MANETs; devem manter a conectividade em uma comunicação fim-a-fim, mesmo com o alto grau de mobilidade dos nós etc. Os veículos se comunicam via conexões sem fio, podendo utilizar protocolos como: IEEE 802.11p (WiFi); bluetooth; redes móveis de celular (GSM - Global System for Mobile Communications, 3G etc.).

Os protocolos para a construção de VANETs são classificados como: baseados em topologia; baseados em posição; baseados em cluster; baseados em broadcast; e baseados em geocast [Kakarla et al 2011, Dongre et al 2012]. Embora baseados em princípios diferentes (e.g., topologia da rede, organização geográfica ou uso de broadcast), em geral todos oferecem a possibilidade de comunicação roteada entre os veículos, desde que exista a possibilidade de uma rota para o tráfego da informação, formada por uma sequência de veículos, que estejam ao alcance da comunicação. É possível, que devido à movimentação, veículos fiquem fora do alcance de conexão, mesmo considerando comunicação roteada, em um dado momento, impossibilitando a comunicação.

Nos casos em que a comunicação não é possível, torna-se interessante para a formação veicular, obter uma informação sobre este estado de comunicação, para possibilitar decisões autônomas, considerando a inexistência de comunicação naquele momento.

### 3.1. COMUNICAÇÃO EM GRUPO SOBRE REDES VEICULARES

Mecanismos para comunicação em grupo assumem a existência de uma primitiva de comunicação *Multicast*, através da qual se pode enviar em uma só chamada uma mensagem para um grupo de processos, e de algoritmos para o gerenciamento do grupo de processos, permitindo a inclusão e exclusão de processos no grupo, assim como detectando a falha destes processos [Birman and JOSEPH 1987, Tanenbaum and STEEN 2007, Coulouris et al 2007].

Para o gerenciamento da composição do grupo os processos precisam trocar mensagens, informando qual a composição que cada processo vê no grupo. Esta composição pode ser alterada dinamicamente, quando processos solicitam inclusão ou exclusão do grupo, ou venham a falhar. A dificuldade está em se manter uma informação consistente com relação à visão da composição do grupo, por parte de todos os processos membros, uma vez que possam ocorrer falhas dos processos e dos canais de comunicação. Com falhas na rede, mensagens necessárias para manter a consistência da visão do grupo podem ser perdidas, dificultando a coordenação e a colaboração entre os veículos.

A evolução das redes veiculares, provendo a comunicação de forma dinâmica e flexível entre agentes veiculares, levou ao desenvolvimento de diversas novas aplicações, com foco no gerenciamento de tráfego, tanto em rodovias como em área urbana. Aplicações como formação veicular, formação de pelotão, controle de tráfego e sistemas de informações veiculares têm sido estudadas e desenvolvidas, com o objetivo de facilitar a vida do viajante.

As aplicações sobre redes veiculares, desenvolvidas para auxiliar o condutor, podem ser divididas em 4 grupos, de acordo com suas características e requisitos: (a) serviços de informação geral; (b) serviços de informação para a segurança do veículo; (c) controle de movimentação individual utilizando comunicação entre veículos; e (d) controle de movimentação em grupo utilizando comunicação entre veículos [Willke et al 2009].

A aplicação voltada para serviços de informação veicular, no grupo (a), caracterizam serviços de informação para os quais, a perda ou atraso na comunicação não comprometem a segurança do usuário. Neste serviço estão inseridas buscas de informação que variam, desde informações sobre o tempo, até informações sobre condições da estrada ou congestionamentos. Nestes sistemas um veículo pode buscar informações de outro veículo, sobre o estado de um trecho adiante na estrada, ou se este trecho está congestionado, e a partir destas informações, tomar decisões, como por exemplo, buscar um desvio por outra estrada.

As aplicações de formação veicular são aplicações nas quais um grupo de veículos controlados por agentes inteligentes autônomos devem cooperar para assumir e manter uma formação, estando em movimento. Para que este objetivo seja alcançado, os agentes precisam se comunicar, informando suas posições e seus vetores de movimentação, e possam tomar decisões em conjunto [Willke et al 2009, Chen and Wang 2005, FAX and Murray 2004]. Algumas informações podem ter de ser enviadas a agentes específicos, enquanto outras precisarão ser encaminhadas para todos os agentes do grupo de formação. Esta aplicação é considerada como uma aplicação de consenso em sistemas multiagentes [Olfati-Saber 2007, REN et al 2005]. Nas aplicações de consenso em sistemas multiagentes, os agentes inteligentes precisam se comunicar e cooperar estabelecendo um acordo com relação ao que devem executar. Para a formação veicular, em especial, os veículos necessitam se comunicar com frequência, passando suas posições e seu vetor de movimentação, sendo que esta comunicação pode ser entre dois veículos ou direcionada para todo o grupo em formação.

A comunicação entre os agentes, na formação veicular, ocorre através de uma rede veicular. Para a aplicação de formação veicular, a comunicação deve ocorrer de forma confiável e com garantias temporais, ou seja, deve haver garantias de que as mensagens serão de fato encaminhadas e recebidas nos seus destinos, e de que estas mensagens serão recebidas em prazos limitados -- o que é um desafio. Para a correta execução desta aplicação é necessário ter disponíveis mecanismos de comunicação confiáveis, garantindo a troca de mensagens entre os veículos. Estas mensagens devem poder ser enviadas para um único veículo (Unicast) ou para um grupo de veículos (Multicast), satisfazendo assim requisitos de comunicação da aplicação. As mensagens, nesta e em outras aplicações sobre redes veiculares Ad Hoc, são trocadas através de uma rede de comunicação móvel, como as redes MANETs e VANETs, por exemplo.

#### 4. MICRODONES

Microdrone é o nome dado a veículos aéreos não tripulados (UAV [Valavanis 2007], Unmanned Aerial Vehicles) com características físicas bastante reduzidas (e.g., peso, dimensões etc.) -- sendo assim, também denominados de MAV (Micro Air Vehicles) [Quaritsch et al 2008]. Estes veículos são controlados por sistemas computacionais embarcados (ver Seção 1) e/ou por controle remoto. Estes sistemas computacionais embarcados são compostos de sistemas eletrônicos sofisticados, como por exemplo processadores, memórias, sonar, câmeras de vídeo, termômetro, GPS - Global Positioning System etc.

As características físicas e a "manobrabilidade" destes equipamentos tornam possível o uso em tarefas nas quais Drones convencionais e aeronaves tripuladas são ineficientes ou inadequadas. Os microdrones provêm uma visão aérea (bird's eye) do ambiente por meio dos sistemas embarcados aerotransportados -- apoiando aplicações, como por exemplo: gerenciamento de tráfego; gestão de desastres ambientais; segurança pública e privada etc [Srinivasan et al 2004, Quaritsch et al 2008]. Estas aplicações fazem parte de diferentes domínios, como o monitoramento ambiental, gerenciamento de desastres e fiscalização e aplicação das leis [Quaritsch et al 2008].

Nestas aplicações considera-se que o usuário previamente especifica a missão com os respectivos requisitos de qualidade de alto nível (e.g., a área de alcance e/ou a resolução das imagens) e o UAV cumpre de forma autônoma a respectiva missão. Para isto, o veículo deve ser dotado de inteligência (Intelligent Aircraft System) necessária para controlar o movimento e gerenciar o consumo de energia, entre outros. Dotar estes microdrones de inteligência é um grande desafio para a área de controle do movimento autônomo de veículos (ver Seção 3.1), gerenciamento de energia e de inteligência artificial [Quaritsch et al 2008, Srinivasan et al 2004].



Muitas aplicações demandam o uso de um grupo de microdrones autônomos e distribuídos para atingir a uma ampla área geográfica especificada pelo usuário [Quaritsch et al 2008]. Para isso, estes veículos devem interagir de forma autônoma e colaborativa para manter uma formação que cubra a área desejada. Esta colaboração se dá por meio de sistemas de comunicação utilizados para a troca de mensagens entre veículos formando uma rede veicular (ver Seção 3).

Prover a comunicação confiável entre os microdrones autônomos de forma distribuída, garantindo que as mensagens serão entregues atendendo a área geográfica específica pelo usuário é um grande desafio, devido principalmente, às características dos sistemas de comunicação para aplicações veiculares (ver Seção 3.1).

## 5. SISTEMAS CIBERNÉTICOS-FÍSICOS E A COMPUTAÇÃO EM NUVEM

O desenvolvimento e a proliferação de diferentes sistemas de comunicação (e.g., ver Seções 2 e 3) aliados ao avanço na tecnologia usada nos sistemas embarcados (ver Seções 1 e 4) abriram novos horizontes para área de Tecnologia da Informação (TI). Nos sistemas de TI modernos, dispositivos embarcados e computadores de propósito geral estão interligados em rede formando novas classes de ambientes automatizados. Este contexto serviu como motivação para o surgimento dos chamados "Sistemas Cibernético-Físicos" [2, 3] (CPS, Cyber-Physical Systems) [Rajkumar et al 2010, Wolf 2009]. Os Sistemas Cibernético-Físicos são sistemas computacionais municiados com sistemas embarcados, de tal modo que a computação e os processos do mundo físico possam interagir e se influenciar mutuamente.

Diferentes infra-estruturas de TI modernas têm sido consideradas para a implementação de sistemas cibernético-físicos, dentre as quais, as plataformas de computação em nuvem têm ocupado uma posição de destaque em várias pesquisas [Craciunas et al 2010, Kirsch et al 2012, Eltoweissy et al 2010]. A idéia básica da computação em nuvem é oferecer o acesso compartilhado a um grande conjunto de recursos computacionais, usando para tanto tecnologias da Internet [Rajkumar et al 2010]. Na computação em nuvem, as plataformas de armazenamento e de processamento e os aplicativos de software são oferecidos como serviço e/ou de forma elástica -- isto é, de acordo com a demanda dos usuários/serviços e/ou aplicações.

A integração das habilidades de sensoriamento e/ou atuação dos processos do mundo físico providas pelos dispositivos embarcados, combinados com a provisão elástica de recursos computacionais oferecidos pela computação em nuvem, facilitam o desenvolvimento e integração das aplicações de CPS e compõem plataformas computacionais mais poderosas -- as quais vêm sendo denominadas de plataformas cibernéticas físicas de computação em nuvem [FAX and Murray 2004, Eltoweissy et al 2010, Abid et al 2011, Kirsch et al 2012].

Estas plataformas herdam os desafios teóricos/práticos de implementação inerentes das plataformas de computação em nuvem, por exemplo: necessidade de implementação de facilidades de auto-gestão nos componentes da infra-estrutura de TI em diferentes níveis, suporte a requisitos de confiabilidade; acomodação de diferentes requisitos de qualidade de serviço etc. Além disso, tornam necessário o atendimento a requisitos temporais mais forte, oriundos da necessidade de suportar aplicações de tempo real.

## 2.7 Metodologia (18000 caracteres)

**Descrever a metodologia a ser adotada para a execução do projeto**

A metodologia para o desenvolvimento do projeto considera a execução em fases, cada uma considerando um conjunto bem definido de subprodutos (ou entregáveis) a serem homologados e entregues a cada trimestre. O acompanhamento da execução do projeto considera reuniões semanais, combinadas com oficinas trimestrais que marcam o final de uma fase e início da fase subsequente. Estas oficinas trimestrais servem não apenas para ajustes e homologação dos subprodutos desenvolvidos, mas também para disseminar informações sobre cada um dos subprodutos, consolidando o conhecimento dos membros da equipe executora sobre cada uma das atividades desenvolvidas e a serem realizadas.

### FASE 01 - ESPECIFICAÇÃO DA PLATAFORMA

#### SUBPRODUTO 01 - LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO REFERENCIAL

Levantamento do estado da arte e da prática envolvendo os diversos tópicos relacionados ao desenvolvimento do produto proposto, incluindo plataformas, mecanismos e protocolos relacionados. O subproduto desta atividade é um relatório técnico envolvendo o levantamento bibliográfico realizado, em conjunto com uma oficina que servirá para uniformizar as diferentes visões e conceitos a respeito dos desafios a serem enfrentados.

#### SUBPRODUTO 02 - ESPECIFICAÇÃO DETALHADA DOS REQUISITOS

Nesta atividade, um conjunto de requisitos para a plataforma proposta devem ser enumerados e detalhadamente descritos. Além disso, devem ser listados e descritos os casos de uso e os relacionamentos entre os mesmos. O subproduto desta atividade é um relatório técnico com a especificação detalhada dos requisitos da plataforma, em com uma oficina que servirá para uma discussão mais ampla e homologação e ajuste dos requisitos propostos.

#### SUBPRODUTO 03 - DEFINIÇÃO DO MODELO CONCEITUAL DA ARQUITETURA E ESPECIFICAÇÃO DETALHADA DE SEUS COMPONENTES

Nesta atividade, o modelo conceitual da arquitetura deve ser devidamente definido e os seus componentes devem ser definidos e especificados considerando o conjunto de requisitos funcionais e não funcionais especificados. O subproduto desta fase é um relatório técnico contendo a especificação conceitual da arquitetura proposta, bem como a documentação técnica de seus componentes. Ao final dessa fase, será realizada uma oficina para discutir, ajustar e disseminar as diferentes questões consideradas sobre a arquitetura e seus componentes.

## FASE 02 - DESENVOLVIMENTO DA PLATAFORMA PROPOSTA

### SUBPRODUTO 01 - AVALIAÇÃO DE PLATAFORMAS BÁSICAS E SELEÇÃO DE SOFTWARE DE TERCEIROS

Nesta atividade, diferentes plataformas básicas de computação em nuvem e de programação dos microdrones devem ser avaliadas. O objetivo é selecionar uma plataforma básica e componentes de software a serem estendidos durante o projeto, permitindo que o projeto evolua a partir de facilidades de softwares já existentes. Esta atividade prevê avaliações experimentais para validar os requisitos da plataformas e componentes selecionados, reduzindo riscos futuros durante o desenvolvimento do projeto. Nesta atividade, duas oficinas devem ser realizadas para discutir os componentes e plataformas avaliadas e ajustar os relatórios de avaliação das plataformas, o qual deve determinar os aspectos técnicos que foram usados para a seleção -- em uma destas oficinas os dados experimentais devem ser contrapostos.

### SUBPRODUTO 02 - IMPLEMENTAÇÃO E TESTE DAS INTERFACES BÁSICAS DA API DA PLATAFORMA

Nesta atividade, será realizada a implementação das interfaces e APIs básicas da plataforma, considerando apenas a integração das interfaces sem considerar necessariamente a totalidade de suas funcionalidades. O objetivo, nesta fase, é garantir as assinaturas dos componentes de software para que a implementação das funcionalidades dos componentes possa ser implementada posteriormente e com um mínimo de retrabalho possível. O subproduto principal desta fase é uma API que serve como fachada para a interação entre os componentes e dos mesmos com a plataforma básica de computação em nuvem. Além disso, toda a documentação técnica relacionada aos artefatos de software implementados devem ser entregues. Nesta atividade, uma oficina técnica deve ser realizada para discussão da implementação e delinear possíveis ajustes nas interfaces e APIs básicas.

### SUBPRODUTO 03 - IMPLEMENTAÇÃO E TESTE DOS REQUISITOS FUNCIONAIS BÁSICOS

Esta atividade consiste de um conjunto de iterações nas quais requisitos funcionais básicos são selecionados e implementados. A mesma prevê a implementação de funcionalidades da plataforma, devendo incluir o software básico para que esta possa interagir e controlar os microdrones. Os resultados prévios das atividades de pesquisas dos pesquisadores devem ser considerados nesta atividade. Diferentes oficinas devem ser realizadas para estabelecer os critérios para a seleção dos requisitos e homologar as funcionalidades implementadas.

### SUBPRODUTO 04 - IMPLEMENTAÇÃO DOS REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS

Esta atividade, consiste de um conjunto de iterações na qual diferentes requisitos não funcionais são selecionados e implementados. Os resultados prévios das atividades de pesquisas dos pesquisadores devem ser considerados nesta atividade. Além disso, diferentes oficinas devem ser realizadas homologar as funcionalidades implementadas.

## FASE 03 - AVALIAÇÃO DA PLATAFORMA

### SUBPRODUTO 01 - SELEÇÃO DA APLICAÇÃO PILOTO

Esta atividade considera a avaliação de um conjunto de aplicações para seleção de uma (ou mais) aplicação(ões) que permita(m) avaliação do maior número possível de requisitos elencados para a plataforma proposta neste projeto. Uma oficina deve ser realizada para discutir as diferentes aplicações e seus requisitos e definir aspectos relacionados a implementação das mesmas.

### SUBPRODUTO 02 - IMPLEMENTAÇÃO DA APLICAÇÃO PILOTO

Esta atividade considera o desenvolvimento da aplicação piloto usando a plataforma proposta neste projeto. Um conjunto de testes funcionais devem ser realizados e uma oficina demonstrando as funcionalidades implementadas devem ser consideradas ao final desta atividade. Além disso, a oficina deve considerar os aspectos experimentais a serem considerados para permitir a avaliação da plataforma.

### SUBPRODUTO 03 - AVALIAÇÃO DOS REQUISITOS DA PLATAFORMA

Esta atividade consiste na realização de um conjunto de experimentos que visam avaliar aspectos funcionais e não funcionais da plataforma, considerando a aplicação piloto selecionada. Ao final desta atividade, uma oficina para apresentação dos resultados, bem como fechamento dos relatórios técnicos devem ser realizada.

## FASE 05 - DISPONIBILIZAÇÃO DA PLATAFORMA

Considera um conjunto de atividades relacionadas ao empacotamento dos produtos de software gerado.



## ATIVIDADES COMPLEMENTARES

Além das fases relacionadas ao desenvolvimento do produto proposto, nossa metodologia prevê uma fase pré-liminar com duração de um mês na qual: (a) os mecanismos de gestão, controle e planejamento são determinados; (b) os templates dos documentos a serem usados durante a execução do projeto são definidos; e (c) uma oficina de abertura é realizada para alinhar com os membros das equipes os detalhes do projeto, seus objetivos e o conjunto de atividades planejadas, além de formalizar os mecanismos de coordenação, comunicação e controle do projeto.

Durante a execução do projeto, os resultados teóricos e práticos obtidos devem ser continuamente apresentados e discutidos nos fóruns científicos das áreas relacionadas. Os resultados de inovação tecnológica devidamente válidos ao longo do projeto serão categorizados e avaliados em sua possibilidade de geração de patentes -- cujos documentos serão gerados com apoio técnico especializado de um consultor que ajudará na formatação e nos processos envolvidos.

## ASPECTOS GERAIS

A nossa metodologia é baseada na experiência no desenvolvimento de diferentes projetos científicos e de inovação tecnológica envolvendo a entrega de produtos práticos.

### 2.8 Infra-estrutura Disponível (3000 caracteres)

**Realizar um breve diagnóstico sobre a infra-estrutura disponível na instituição onde será desenvolvido o projeto**

#### 01. LABORATÓRIO DE SISTEMAS DISTRIBUÍDOS (LaSiD)

Em funcionamento desde 1995, este laboratório é composto por três módulos equipados com computadores, utilizados por pesquisadores e estudantes de iniciação científica, da Especialização Avançada em Sistemas Distribuídos (promovida pelo LaSiD), do PPGM (Programa de Pós-Graduação em Mecatrônica) e do PMCC (Programa Multiinstitucional de Pós-Graduação em Ciência da Computação) sob orientação dos professores do LaSiD. Estão disponíveis nestes módulos, para os estudantes e pesquisadores, diversas estações de trabalho de uso compartilhado para realização das diversas pesquisas. O LaSiD já suporta trabalhos de final de curso de graduação e trabalhos de pós-graduação de alunos da instituição, dentre os quais, alguns cujo tema trata de área correlatas ao proposto neste projeto. Este laboratório servirá como sede para o desenvolvimento dos produtos de software da plataforma proposta.

#### 02. LABORATÓRIO DE AUTOMAÇÃO

Obtido por uma parceria duradoura entre o CTAI (Centro de Capacitação Tecnológica em Automação Industrial) e a *Rockwell Automation* de modo a oferecer uma série de equipamentos, CLPs (Controladores Lógicos Programáveis), inversores, sensores, sistemas RFID (Radio-Frequency Identification), e outros equipamentos e softwares disponíveis para o desenvolvimento de atividades de controle e automação. Este laboratório servirá de apoio para algumas das atividades a serem realizadas durante a execução do projeto, principalmente para realização de atividades de engenharia envolvendo os microdrones.

#### 03. LABORATÓRIO DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA

Com os equipamentos centrais, em processo de aquisição (recursos aprovados), permitirá a prototipagem de placas de circuito impresso para sistemas eletrônicos embarcados (FAPESB INFRA-2010). Além disso, é possível usar este laboratório para gerar protótipos funcionais para a pesquisa e desenvolvimento de novos produtos. Alguns dos recursos deste edital (FAPESB INFRA-2010) foram direcionados a aquisição de alguns equipamentos que serão usados no desenvolvimento deste trabalho.

Todos os Laboratórios brevemente apresentados acima possuem computadores com acesso à Internet e acesso às diferentes bases indexadas de trabalhos científicos, necessários ao desenvolvimento do trabalho.

### 2.9 Indicadores para Avaliação e Acompanhamento (3000 caracteres)

Conforme discutido na metodologia, a execução do projeto será acompanhada por reuniões semanais e oficinas trimestrais. A cada reunião semanal uma ata será gerada e disponibilizada no portal do projeto, a qual estará acessível apenas para os membros da equipe executora e, caso necessários, aos diferentes técnicos ou consultores definidos pelas agências financiadoras deste Edital.

A homologação de cada subproduto se dará a partir da entrega dos componentes de software (quando houver) e dos respectivos relatórios técnicos previstos para cada fase. Estas homologações serão realizadas considerando os critérios definidos nas oficinas.

Os indicadores de acompanhamento são implementados a partir de estatísticas que contrapõem as atividades realizadas e/ou os subprodutos entregues com os prazos de execução e subprodutos considerados durante a fase de planejamento do projeto (ver Metodologia).

Além disso, a produção acadêmica e técnica será devidamente avaliada considerando as seguintes estatísticas: artigos publicados (ponderando o mesmo com a qualidade da conferência ou periódico); as monografias, dissertações e teses defendidas; as patentes produzidas; e as demandas concretas de diferentes setores pelo uso dos produtos gerados.

## **2.10 Resultados Esperados com a Execução do Projeto (5000 caracteres)**

**Especificar os resultados a serem obtidos com a execução do projeto.**

Durante e após a execução deste projeto espera-se:

- (a) Formação de mão de obra qualificada, com especialização nos níveis de mestrado e doutorado.
- (b) Apoio a produção técnica e científica dos programas de pós-graduação em ciência da computação (PMCC) e em mecatrônica (PPGM), nos quais os pesquisadores envolvidos fazem parte.
- (c) Integração deste projetos com outros projetos correlatos em execução e futuros envolvendo outros docentes do programas e de outras instituições com as quais os docentes mantêm colaboração.
- (d) Homologação da plataforma cibernética-física proposta por diferentes setores da sociedade, em âmbito local, nacional e internacional.
- (e) Formação infra-estrutura e de arcabouço científico para desenvolvimento de atividades futuros.

## **2.11 Produtos Esperados (3000 caracteres)**

O principal produto esperado para este projeto é a plataforma de software para a provisão de serviços inteligentes e confiáveis para o monitoramento e aquisição de dados baseada em microdrones autônomos. Mais especificamente:

- (a) Uma plataforma de computação em nuvem municiada com mecanismos de tolerância a falhas, de comunicação e de despacho de agentes inteligentes para os microdrones. Estes mecanismos e agentes devem considerar os requisitos temporais associados ao objetivo da missão. Além disso, a plataforma deve prover recurso computacional de forma elástica (i.e., sob demanda) para cada missão.
- (b) Uma interface de software que permita a especificações de missões de monitoramento e aquisição, definidas pelo usuário da interface ou por uma API de programação. Além disso, estas interfaces devem permitir que os objetivos das missões possam ser reprogramadas e que os dados dos microdrones possam ser facilmente armazenadas e recuperados.
- (c) Um software básico implementado com um agente autônomo que interage com microdrones de diferentes fabricantes e permite que este executem ações inteligentes e sem intervenção humana. Além disso, o software básico desses agentes devem permitir a cooperação e a coordenação entre microdrones durante a realização de missões em grupo de microdrones.
- (d) Uma interface para acompanhamento das missões e do funcionamento de cada microdrone no decorrer das missões.
- (e) Permitir que missões possam ser simuladas e que missões específicas possam ser combinadas em missões maiores e delegadas para um grupo de microdrones.

## **2.12 Referências Bibliográficas (18000 caracteres)**

[Chen and Wang 2005] Chen, Y. & Wang, Z. Formation control: a review and a new consideration. 2005.

[FAX and Murray 2004] Fax, J. & Murray, R. Information flow and cooperative control of vehicle formations. IEEE Transactions on Automatic Control, 2004, 49, 1465-1476.

[Olfati-Saber 2007] Olfati-Saber, R.; Fax, J. & Murray, R. Consensus and cooperation in networked multi-agent systems. In: Proceedings of the IEEE, 2007, 95, 215-233

[Willke et al 2009] Willke, T.; Tientrakool, P. & Maxemchuk, N. A survey of inter-vehicle communication protocols and their applications. Communications Surveys e Tutorials, IEEE, IEEE, 2009, 11, 3-20.

[Birman and JOSEPH 1987] Birman, K. P. & Joseph, T. A. Reliable Communication in the Presence of Failures. Transactions on Computer Systems, 1987, 5, 47-76

[Sichitiu and Kihl 2008] Sichitiu, M. & Kihl, M. Inter-vehicle communication systems: a survey. Communications Surveys e Tutorials, IEEE, IEEE, 2008, 10, 88-105

- [Coulouris et al 2007] Coulouris, G.; Dollimore, J. & Kindberg, T. Distributed systems: concepts and design. Addison-Wesley Longman, 2007
- [Tanenbaum and STEEN 2007] Van Steen, M. & Tanenbaum, A. Distributed Systems: Principles and Paradigms, 2007
- [Kakarla et al 2011] Kakarla, J.; Sathya, S. S.; Laxmiand, B. G. & B, R. B. A Survey on Routing Protocols and its Issues in VANET. International Journal of Computer Applications, 2011, 28, 38-44
- [Dongre et al 2012] Dongre, M. M.; Bawane, N. G. & Jawade, N. R. Routing Protocols for V2V communications used in Urban VANET to improve ITS. International Journal of Computer Applications - IJCA, 2012, 19-22
- [karagiannis et al 2011] Karagiannis, G.; Altintas, O.; Ekici, E.; Heijenk, G.; Jarupan, B.; Lin, K. & Weil, T. Vehicular networking: A survey and tutorial on requirements, architectures, challenges, standards and solutions. Communications Surveys & Tutorials, IEEE, IEEE, 2011, 1-33
- [REN et al 2005] Ren, W.; Beard, R. & Atkins, E. A survey of consensus problems in multi-agent coordination. American Control Conference, 2005. Proceedings of the 2005, 2005, 3, 1859-1864
- [TANEJA e KUSH, 2010] Taneja, S. & Kush, A. A Survey of routing protocols in mobile ad hoc networks. International Journal of Innovation, Management and Technology, 2010, 1, 2010-0248
- [BAKHT 2011] Bakht, H. Survey of Routing Protocols for Mobile Ad-hoc Network. International Journal of Information, vol. 1, 2011.
- [Srinivasan et al 2004] Srinivasan, S.; Latchman, H.; Shea, J.; Wong, T. & McNair, J. Airborne traffic surveillance systems: video surveillance of highway traffic. In: Proceedings of the ACM 2nd international workshop on Video surveillance & sensor networks, 2004, 131-135.
- [Quaritsch et al 2008] Quaritsch, M.; Stojanovski, E.; Bettstetter, C.; Friedrich, G.; Hellwagner, H.; Rinner, B.; Hofbaur, M. & Shah, M. Collaborative microdrones: applications and research challenges. In: Proceedings of the 2nd International Conference on Autonomic Computing and Communication Systems, 2008, 38.
- [Wolf 2002] Wolf, W. What is embedded computing? Computer, IEEE, 2002, 35, 136-137.
- [Craciunas et al 2010] Craciunas, S. S.; Haas, A.; Kirsch, C. M.; Payer, H.; Röck, H.; Rottmann, A.; Sokolova, A.; Trummer, R.; Love, J. & Sengupta, R. Information-acquisition-as-a-service for cyber-physical cloud computing. In: Proceedings of the 2nd USENIX conference on Hot topics in cloud computing, 2010, 14-14
- [Abid et al 2011] Abid, H.; Phuong, L. T. T.; Wang, J.; Lee, S. & Qaisar, S. V-Cloud: vehicular cyber-physical systems and cloud computing. In: Proceedings of the 4th International Symposium on Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies, 2011, 165
- [Eltoweissy et al 2010] Eltoweissy, M.; Olariu, S. & Younis, M. Towards autonomous vehicular clouds Ad Hoc Networks, Springer, 2010, pp. 1-16.
- [Kirsch et al 2012] Kirsch, C.; Pereira, E.; Sengupta, R.; Chen, H.; Hansen, R.; Huang, J.; Landolt, F.; Lippautz, M.; Rottmann, A.; Swick, R. & others Cyber-physical cloud computing: The binding and migration problem. Proceedings of the Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition (DATE), 2012, 2012, 1425-1428.
- [Rajkumar et al 2010] Rajkumar, R. R.; Lee, I.; Sha, L. & Stankovic, J. Cyber-physical systems: the next computing revolution. Proceedings of the 47th Design Automation Conference, 2010, 731-736.
- [Wolf 2009] Wolf, W. Cyber-physical systems, 2009.
- [Li et al 2011] Li, X.; Yu, X.; Wagh, A. & Qiao, C. Human factors-aware service scheduling in vehicular cyber-physical systems INFOCOM, 2011. Proceedings IEEE, 2011, 2174-2182.
- [Fallah et al 2011] Fallah, Y. P.; Huang, C.-L.; Sengupta, R. & Krishnan, H. Analysis of information dissemination in vehicular ad-hoc networks with application to cooperative vehicle safety systems. IEEE Transactions on Vehicular Technology, IEEE, 2011, 60, 233-247
- [Valavanis 2007] Valavanis, Kimon P. Advances in unmanned aerial vehicles: state of the art and the road to autonomy, vol. 33, Springer, 2007.

<b>Modalidade</b>	Iniciação Científica (Bolsista 1)
<b>Quantidade de Meses</b>	
<b>Descrição das Atividades do Bolsista (1000 caracteres)</b> Descrever atividades a serem realizadas pelos bolsistas. Não serão aceitas atividades similares para modalidades de bolsas diferentes, que variam conforme o nível de escolaridade	
<b>Modalidade</b>	Iniciação Científica (Bolsista 2)

<b>Quantidade de Meses</b>	
<b>Descrição das Atividades do Bolsista (1000 caracteres)</b>	
<b>Descrever atividades a serem realizadas pelos bolsistas. Não serão aceitas atividades similares para modalidades de bolsas diferentes, que variam conforme o nível de escolaridade</b>	

### 4.3 Justificativa do Orçamento

#### 4.3.1 Despesas Correntes (5000 caracteres)

As despesas correntes representam 66,67% do orçamento total do projeto e estão distribuídas da seguinte forma:

- As despesas com viagens (incluindo alimentação, passagens, hospedagem e traslado) representam 27,18% do orçamento total da proposta, somando R\$ 122.310,00. Estas despesas consideram viagens nacionais e internacionais com média de 5 diárias a cada evento nacional e 7 diárias a cada evento internacional. Os custos com viagens foram calculados considerando que em média 1/3 dos membros da equipe executora realizam pelo menos 2 viagens durante cada ano (1 viagem nacional e 1 internacional) -- foram consideradas custos com viagens apenas para os pesquisadores e estudantes de pós-graduação, não incluindo nesta lista os estudantes de iniciação científica. Para as viagens internacionais, foram considerados custos com viagens apenas para os pesquisadores e doutorandos, os estudantes de mestrado não foram inclusos -- significando que estes terão menor prioridade nas viagens para eventos internacionais. As despesas com viagens são importantes para garantir a integração com as comunidades científicas atuantes nas áreas relacionadas ao desenvolvimento do projeto.

- As despesas com material de consumo nacional representam 4,83% do orçamento total da proposta, somando R\$ 21.740,00. Estas despesas incluem material de consumo de escritório, de informática e de laboratório.

- As despesas com serviços de terceiros representam 34,65% do orçamento total da proposta, somando R\$ 155.940,00 e sendo distribuído em 11,22% e 23,43% são despesas com serviços de pessoa física e de pessoa jurídica, respectivamente. Os serviços de pessoa física incluem as despesas com apoio a elaboração de documentação técnica (manutenção dos relatórios, revisão dos textos, armazenamento adequado, catalogação etc.), serviços de manutenção de equipamentos e de infra-estrutura laboratorial. Na categoria serviços de pessoa física estão inclusos também as despesas com traslado em viagens, mas este percentual de despesa foi contabilizado acima no item de despesas com viagens. Os serviços de pessoa jurídica incluem serviços de apoio a elaboração de documentação técnica (e.g., impressão, encadernação, serviços gráficos etc.), serviços de manutenção de equipamentos de laboratório e de infra-estrutura laboratorial, serviços de confecção e manutenção do website do projeto (incluindo repositório para documentação técnica, arte final dos elementos de interface do produto proposto e páginas administrativas para uso na gestão do projeto). Além disso, a categoria de despesa com pessoa jurídica inclui os serviços com importação e frete de equipamentos importados e garantia estendida para os equipamentos de informática nacionais.

#### 4.3.2 Despesas de Capital (5000 caracteres)

As despesas com material permanente representam 33,33% do orçamento total do projeto e estão distribuídas da seguinte forma:

- As despesas com equipamentos representam 22,36% do orçamento total da proposta, somando R\$ 100.600,00, dos quais 2,0% representam despesas com equipamentos importados e 20,36% são despesas com equipamentos nacionais. Estas despesas são usadas para aquisição dos servidores e demais equipamentos de informática para a implantação da plataforma de nuvem a ser usada no projeto, para compra dos kits didáticos com os microdrones e aquisição dos computadores portáteis que serão usados para interação com os microdrones destes kits. Além disso, estão inclusos também nesta categoria as despesas para aquisição e controle de acesso.

- As despesas com material bibliográfico para aquisição de livros técnicos representam 1,20 % do orçamento total da proposta.

- As despesas com material permanente representam 9,78% do orçamento total, somando R\$ 44.000,00. Estas despesas serão usadas para aquisição de mobiliário e equipamentos de laboratório que melhorem a infra-estrutura dos laboratórios para o desenvolvimento das atividades da equipe executora do projeto.

## 5 Cronograma de atividades

**OBS: especificar as metas a serem atingidas durante o prazo de execução do projeto em conformidade com a metodologia apresentada e o orçamento solicitado.**

Meta	Atividade	Mês Inicial	Mês Final
	Levantamento bibliográfico	01	03
Preparação de ambiente de implementação	Avaliação de Plataformas de computação em nuvem	04	06


Meta - preparação para a execução do projeto (mês 01)

## Atividade 01 - instalação da plataforma de gestão

## Atividade 02 - detalhamento do plano de execução do projeto

Atividade 03 - definição de templates para documentos e requisitos mínimos para aceitação de cada produto

Atividade 04 - seminário de abertura para alinhamento com a equipe e delegação de atividades iniciais e disseminação da metodologia de acompanhamento

## Meta - Especificação da plataforma

Meta - desenvolvimento do produto

## Meta - avaliação e testes da plataforma

## Meta - produção acadêmica

Meta - geração de patentes e empacotamento do protótipo

## FASE 01 - ESTUDO DO ESTADO DA ARTE E DA PRÁTICA

## FASE 02 - LEVANTAMENTO DOS REQUISITOS

## FASE 03 - DEFINIÇÃO DO MODELO CONCEITUAL DA ARQUITETURA E ESPECIFICAÇÃO DA ARQUITETURA

FASE 04 - SELEÇÃO DA APLICAÇÃO PILOTO E AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE PLATAFORMAS USADAS NO ESTADO DA PRÁTICA

## FASE 04 - IMPLEMENTAÇÃO E TESTE DAS INTERFACES BÁSICAS DA API DA PLATAFORMA

## FASE 06 - IMPLEMENTAÇÃO E TESTE DOS REQUISITOS FUNCIONAIS BÁSICOS

## FASE 07 - IMPLEMENTAÇÃO E TESTE DO PRIMEIRO CONJUNTO DE REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS

## FASE 08 - IMPLEMENTAÇÃO E TESTE DO SEGUNDO CONJUNTO DE REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS

## FASE 09 - IMPLEMENTAÇÃO E TESTE DO SEGUNDO CONJUNTO DE REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS

## FASE 10 - IMPLEMENTAÇÃO DA APLICAÇÃO PILOTO

## FASE 11 - AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO PILOTO CONSIDERANDO OS REQUISITOS ESTABELECIDOS PARA A PLATAFORMA

## FASE 12 - CONFECCÃO DO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL E EMPACOTAMENTO DA SOLUÇÃO

## 6 Instituição Parceira

## 6.1 Dados da Instituição

CPF do Representante Institucional	Nome do Representante Institucional	Instituição

## 6.2 Dados da Parceria

### 6.2.1 Instituição

**6.2.2 Tipo de Parceria: (Convênio, Protocolo de Cooperação, Outro)**

**6.2.3 Justificativa da Parceria (1000 caracteres)**

## 7 Contrapartidas

## 7.1 Instituição Executora

Contrapartidas da Instituição Proponente  
Especifique o item e informe o valor unitário.

**Coordenador do Projeto:** Alirio Santos de Sá

**Número do Pedido:** 2107/2013

Item: *	Descrição: *	Quantidade: *	Valor Unitário: (R\$) *
1	OBRAS, REFORMAS E INSTALAÇÕES (INFRAESTRUTURA)	1	
2	EQUIPAMENTOS (BENS)	1	
3	OUTROS MATERIAIS PERMANENTES (BENS)	1	
4	ESPAÇO FÍSICO ADEQUADO (INFRAESTRUTURA)	1	
5	OBRAS, REFORMAS E INSTALAÇÕES (INFRAESTRUTURA)	1	
6	RECURSOS CAPTADOS DE OUTRAS FONTES DE FINANCIAMENTO (RECURSOS FINANCEIROS)	1	
7	RECURSOS DA INSTITUIÇÃO (RECURSOS FINANCEIROS)	1	
8	BOLSAS (RECURSOS HUMANOS)	1	
9	ESTÁGIOS (RECURSOS HUMANOS)	1	
10	PESSOAL DO QUADRO EFETIVO DA INSTITUIÇÃO (RECURSOS HUMANOS)	1	
11	PESSOA FÍSICA (SERVIÇOS)	1	
12	PESSOA JURÍDICA (SERVIÇOS)	1	
13	SERVIÇOS DE TERCEIROS (SERVIÇOS)	1	
14	SERVIÇOS LABORATORIAIS (SERVIÇOS)	1	
15	SERVIÇOS TÉCNICOS (SERVIÇOS)	1	
<b>Total das Despesas:</b>			

Os campos marcados com (\*) são obrigatórios.

## 7.2 Instituição Parceira

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – Fapesb, em parceria com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, através do Acordo para Cooperação Técnica e Científica, processo no 23038.009134/2011-25, torna público o Edital No 005/2013 e convoca pesquisadores doutores vinculados a instituições de ensino superior, pesquisa e/ou inovação, públicas ou particulares (sem fins lucrativos), localizadas no Estado da Bahia, a apresentarem propostas com o objetivo de obter apoio financeiro para o desenvolvimento de projetos estratégicos para o Estado da Bahia, em consonância com os dispositivos da Lei Federal 8.666/93 e suas modificações posteriores, da Lei Estadual 9.433/05, do Decreto Estadual 9.266/04 e demais dispositivos legais e regulamentares vigentes e ainda em conformidade com as orientações constantes no Manual do Pesquisador Outorgado disponível no portal <http://www.fapesb.ba.gov.br>.

Público-Alvo

As propostas deverão ser apresentadas por pesquisadores doutores vinculados a instituições de ensino superior, pesquisa e/ou inovação, públicas ou particulares (sem fins lucrativos), localizadas no Estado da Bahia. Para apoio às propostas aprovadas neste Edital serão destinados recursos financeiros limitados ao valor total de R\$ 5.400.000,00 (cinco milhões e quatrocentos mil reais), sendo R\$ 3.600.000,00 (três milhões e seiscentos mil reais) provenientes do orçamento da Capes e R\$ 1.800.000,00 (um milhão e oitocentos mil reais) provenientes do orçamento da Fapesb, a serem liberados de acordo com a disponibilidade orçamentária e financeira das referidas instituições.

Elaboração das Propostas

As propostas devem ser apresentadas por intermédio do Formulário de Propostas online para o Edital Fapesb No 005/2013 – APOIO A PROJETOS ESTRATÉGICOS PARA O ESTADO DA BAHIA.

<b>INFORMAÇÕES IMPORTANTES</b>
Recomendamos que seja confirmado o Cadastro da Instituição do(s) membro(s) da equipe no portal da FAPESB (Pesquisador Fapesb → Consultas → Consulta Instituições Cadastradas) uma vez que o prazo para validação do cadastro é de 24h. Caso estejam previstas instituições parceiras no projeto verifique também a existência do cadastro das mesmas. Para solicitar o cadastro de uma Instituição, Unidade e/ou Departamento, acesse o Cadastro online do Pesquisador, e após o login selecione a opção disponível no Menu Principal: 'Pré-Cadastro → Instituição'.

#### FORMULÁRIOS

[Cadastro Online do Pesquisador](#)

[Formulário de Propostas online para o Edital FAPESB Nº 005/2013 – Apoio a Projetos Estratégicos para o Estado da Bahia](#)

Encaminhamento das Propostas

Além do preenchimento, impressão e assinatura do Formulário online específico para o Edital No 005/2013, a submissão da proposta requer também a postagem da Documentação Complementar impressa e encadernada, em 02 (duas) vias de igual teor e forma, seguindo a ordem relacionada abaixo e em conformidade com o Edital.

<b>DOCUMENTOS A SEREM APRESENTADOS</b>
1. Formulário online para apresentação de propostas específico para o Edital No 005/2013, disponível no Portal da Fapesb (inclusive o Anexo I – Cronograma de Desembolso); OBS.: É obrigatória a entrega do Anexo I (Cronograma de Desembolso), parte integrante do Formulário online para apresentação de propostas específico para o Edital.
2. Currículo Lattes do proponente, em versão completa e atualizada, impresso diretamente da Plataforma Lattes, com destaque para a produção científica dos últimos 05 (cinco) anos.
3. Currículo Lattes da equipe executora com titulação de mestrado e doutorado, em versão resumida e atualizada, impresso diretamente da Plataforma Lattes, com destaque para a produção científica dos últimos 05 (cinco) anos.
4. Documento de comprovação de vínculo empregatício do proponente com a instituição executora do projeto.
5. Cartas de anuência dos pesquisadores da equipe executora quanto à sua participação na pesquisa.
OBS: Não será possível alteração e/ou complementação da documentação após a submissão do pedido, ainda que dentro do prazo, em nenhuma hipótese.

A versão impressa da proposta deverá ser colocada em envelope lacrado e identificado da seguinte forma:

#### PROGRAMA DE APOIO ÀS POLÍTICAS PÚBLICAS

Edital Fapesb No 005/2013 – Apoio a Projetos Estratégicos para o Estado da Bahia

NÚMERO DO PEDIDO (DISPOSTO NO CABEÇALHO DO FORMULÁRIO ONLINE)

NOME DO PROPONENTE / INSTITUIÇÃO DE VÍNCULO

TÍTULO DO PROJETO

Remeter as propostas exclusivamente pelos correios (via Sedex), para o endereço:

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – Fapesb  
Rua Aristides Novis, No 203, Colina de São Lázaro, Federação, CEP: 40.210-720 – Salvador – Bahia.  
Programa de Apoio às Políticas Públicas  
Edital Fapesb No 005/2013 – Apoio a Projetos Estratégicos para o Estado da Bahia

#### Divulgação dos Resultados e Contratação

A relação das propostas aprovadas será divulgada nos Portais da Fapesb ([www.fapesb.ba.gov.br](http://www.fapesb.ba.gov.br)) e da Capes (<http://www.capes.gov.br/>), na data prevista no Cronograma abaixo.

CRONOGRAMA	
Atividades	Prazos
Lançamento do Edital	07/03/2013
Preenchimento do formulário on-line (até às 17h00min)	22/04/2013
Postagem das propostas*	23/04/2013
Divulgação do resultado do Edital	Até 14/06/2013
Encaminhamento de e-mail de aquiescência do coordenador do projeto para <a href="mailto:apeeb@fapesb.ba.gov.br">apeeb@fapesb.ba.gov.br</a>	Até 19/06/2013
Recebimento da documentação complementar	Até 21/06/2013
Assinatura dos Termos de Outorga	Até 12/07/2013

\* Somente serão recebidas propostas encaminhadas pelos correios (SEDEX). Serão desenquadradas as propostas que não forem postadas até essa data. Não serão recebidas propostas entregues diretamente na FAPESB.

<b>INFORMAÇÕES ADICIONAIS</b>
Esclarecimentos de segunda a sexta, das 08h30min às 12h e das 14h às 17h.
Sobre o Conteúdo do Edital:
<a href="mailto:apeeb@fapesb.ba.gov.br">apeeb@fapesb.ba.gov.br</a> ou pelo telefone (71) 3116-7626/7691
Sobre o Preenchimento do Formulário on line:
<a href="mailto:sistemas@fapesb.ba.gov.br">sistemas@fapesb.ba.gov.br</a> ou pelo telefone (71) 3116-7656