



Universidade de São Paulo  
Brasil

NOTA FINAL  
9,2 (nove e dois)  
*hsm*

Escola de Politécnica da USP  
Departamento de Engenharia Mecatrônica  
e Sistemas Mecânicos

Disciplina de:  
**PMR 2550**  
*Projeto de Conclusão do Curso II*

## Um Método Para Projeto Iterativo de Automação Residencial

Trabalho nº 4:

Orientador: Prof. Dr. José Reinaldo Silva  
Nº 5486631, Pedro Miguel Lourenço de Sousa

São Paulo - Brasil, 11 de Outubro de 2005



Universidade de São Paulo  
Brasil



Escola de Politécnica da USP  
Departamento de Engenharia Mecatrônica  
e Sistemas Mecânicos

Disciplina de:  
**PMR 2550**  
*Projeto de Conclusão do Curso II*

## Um Método Para Projeto Iterativo de Automação Residencial

**Trabalho nº 4:**

Orientador: Prof. Dr. José Reinaldo Silva  
Nº 5486631 , Pedro Miguel Lourenço de Sousa

**São Paulo - Brasil, 11 de Outubro de 2005**

**DEDALUS - Acervo - EPMN**



31600011873

1493745



## Sumário

<b>Resumo</b>	<b>3</b>
<b>Introdução</b>	<b>4</b>
<b>Conceitos gerais</b>	<b>5</b>
<i>Casas inteligentes (IB – Intelligent Building)</i>	5
<i>Fatores a se Considerar para Quantificar Nível de Inteligência</i>	5
<i>Transformar os Requisitos em Especificações</i>	6
<i>Requisitos de um Edifício Inteligente</i>	7
<i>Integração de Sistemas.</i>	8
<i>Uniformização e protocolos de interface.</i>	9
<i>Automação Residencial versus Industrial.</i>	10
<i>Funcionalidade versus Tecnologia.</i>	11
<i>Evolução dos IB's</i>	11
<i>Sistemas de Dados RFID para Controle de Sistemas Prediais</i>	12
<i>Arquitetura Inteligente</i>	13
<i>Sistemas de Controle e Maximização da Energia Solar</i>	14
<i>Unified Modeling Language “UML”</i>	15
<i>Redes de Petri “RdP”</i>	16
<i>Redes de Petri em Linguagem Marcada “PNML” (Petri-Net Maked Language).</i>	17
<b>Problemas associados a automação predial</b>	<b>18</b>
<i>Os Mitos da Automação Predial</i>	18
<i>Gerenciamento de Energia</i>	19
<i>“Sick Building”</i>	19
<i>A Problemática da Sustentabilidade Ecológica e Econômica.</i>	21
<i>Manutenção e Combate a Obsolescência do Sistema</i>	22
<b>Fatores Críticos nos Sistemas a Serem Automatizados</b>	<b>22</b>
<i>Como Calcular o Nível de Inteligência do IB do Projeto</i>	23
<i>Qual o Nível de Inteligência de IB's Pretendidos Para Determinada Função.</i>	23
<i>Crêterios de Necessidades Básicas.</i>	24
<i>Quais os Fatores que Caracterizam o Nível de Inteligência</i>	25
<i>Os Fatores que Decidem a Integração dos Sistemas.</i>	26
<i>Estudo da Seqüência Normal de Fases de um Projeto</i>	27
<b>Análise do Nível de Tecnológico dos Imóveis no Mercado.</b>	<b>29</b>
<i>Inquérito do Nível Tecnológico ao Setor dos IB's.</i>	30
<i>Quais os Fatores que Importa ter em Atenção.</i>	30
<i>Aplicação do Inquérito</i>	30
<i>Análise do Inquérito</i>	31
<i>Resultado do Inquérito</i>	31
<b>Método de Avaliação do Nível de Inteligência de Imóveis.</b>	<b>31</b>
<i>Como Quantificar os Diversos Sistemas.</i>	32



<i>Dividir os Diversos Sistemas e Definir as Suas Funções.</i>	33
<i>Quantificação Matemática da Importância de uma Determinada Função no Conjunto do Sistema</i>	34
<i>Quantificação Matemática do Nível Interativo do "View-Point" do Grupo de Investidores.</i>	36
<i>Quantificação Matemática do Nível Interativo do "View-Point" do Grupo dos Utilizadores do Imóvel.</i>	38
<i>Quantificação Matemática do Nível de Inteligência Interativo</i>	41
<i>Método Para a Visualização do Nível de Inteligência Interativo.</i>	43
<i>Conclusões do Método de Avaliação do Nível de Inteligência</i>	47
<b>A Problemática de Projeto não Orientado ao Objeto.</b>	<b>50</b>
<b>Projeto Exemplo de Orientação a Objeto</b>	<b>51</b>
<i>Descrição das Necessidades do Cliente no Âmbito do Projeto.</i>	51
<i>Análise de Especificações</i>	51
<i>Consulta dos Valores Referência do Mercado</i>	52
<i>Limitações do Projeto Não Orientado.</i>	52
<i>Diagramas UML</i>	53
<i>Diagrama Use Case do Projeto Orientado ao Objeto.</i>	54
<b>Proposta de um método sistêmico para a modelagem e design para automação residencial</b>	<b>55</b>
1. <i>Introdução</i>	55
2. <i>O Conceito de edificação inteligente e os Coeficientes de inteligência</i>	58
3. <i>O Método de Desenvolvimento</i>	63
<i>Introdução as Fases do Método - Overview</i>	65
<i>Exposição do método:</i>	67
<i>Requisitos</i>	67
<i>Desenho</i>	76
<i>Construção</i>	83
<i>Teste</i>	85
<i>Manutenção</i>	86
<b>Estudo de Caso (Projeto de Vila Nova de Famalicão)</b>	<b>89</b>
<i>Fase de Requisitos</i>	89
<b>Discussão</b>	<b>93</b>
<b>Conclusão</b>	<b>94</b>
<b>Próximos Passos a Serem Efetuados.</b>	<b>95</b>
<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>96</b>
<b>Anexo 1 - Enunciado do projeto</b>	<b>100</b>
<b>Anexo 2 – Inquérito Para Avaliação do Nível Tecnológico de Imóveis.</b>	<b>104</b>
<b>Anexo 3 – Questões do Inquérito de Avaliação do Nível de Imóveis.</b>	<b>113</b>



## Resumo

A automação predial tem vindo a transformar-se numa moda, fundada na promessa de baixos custos de manutenção e comodidade acrescida. No entanto a maior parte dos usuários desta tecnologia não sabe as reais especificações dos sistemas. Mas não são só os usuários, os vendedores destes sistemas também não estão conscientes das reais potencialidades dos equipamentos que vendem.

Por outro lado temos a problemática de grande parte dos projetistas de automação predial não utilizarem técnicas atuais tais como a orientação a objetos para integração adequada dos subsistemas envolvidos. Além disso, não há estudos de mercado sobre o tipo de sistemas implementados e a sua finalidade no projeto.

Outro problema é todos os profissionais responsáveis de automações predial terem o seu próprio meio de efetuar o projeto e por isso advêm daí muitos problemas de automação e integração de projetos tais como civil e elétrico. O resultado é a reconstrução que é encarada como normal pelos responsáveis da obra, mas que se traduz numa inflação do custo do imóvel.



## Introdução

Em Portugal, como no Brasil, é comum o aparecimento de condomínios horizontais, compostos por várias casas (às vezes centenas) de classe média ou acima, em locais, inicialmente de baixo custo da terra que são urbanizados e cercados de rodovias de acesso e infra-estrutura logística. Um dos apelos para este novo tipo de moradia é o custo benefício (boa casa por preço barato, se considerado uma equivalente, sem ser em condomínio, em região já previamente urbanizada ou com as funcionalidades oferecidas pelo condomínio). Entretanto há o problema de segurança e da manutenção das condições logísticas envolvendo fornecimento de água, luz e até de recursos de lazer, associados a centros de vivência. O serviço de automação, normalmente é entregue a empresas sem experiência em grandes conhecimentos de automação, por isso torna-se muito caro e reverte a boa relação custo benefício em apenas despesas, devido a altas taxas de manutenção e falta de integração.

O trabalho de final de curso tem cinco frentes de trabalho:

1) A contextualização do tema de modo a que o leitor tenha uma sensibilidade maior para a importância da automatização e integração de sistemas prediais;

2) O estudo do mercado imobiliário de modo a poder caracterizá-lo e estudar um método que permita a quantificação da inteligência predial através de índices mensuráveis.

3) Criação de um método que permita a quantificação matemática das necessidades do utilizador e das oferecidas por um certo imóvel. Este método vai permitir uma visualização gráfica das duas quantificações oferecidas podendo assim demonstrar com mais facilidade ao utilizador comum, que não percebe muito de automação, das falhas do sistema proposto ou como ele se adequa a si. Outra funcionalidade deste método é no mercado de imóveis já prontos ou usados, permitindo a verificação do imóvel que melhor se adequa as necessidades do utilizador.

3) Um método genérico, orientado a objetos, para a automação de condomínios horizontais. Este método vai ser aplicado antes da construção do imóvel por forma de elevar a sua performance e maximizar o ganho a nível monetário e a nível de eficiência da integração de sistemas na fase de projeto. O método vai ser feito projetado e modelado de forma a evoluir ao longo da vida do imóvel, sendo responsável da manutenção do imóvel evitando assim a degradação dos equipamentos e da performance do sistema global. Dessa

forma será possível a consensualização das vantagens que se obtêm quando se executa um projeto baseado em técnicas orientadas a objetos;

4) Um exemplo de projeto da automação integrando os sistemas diversos sistemas de automação;

## **Conceitos gerais**

Os conceitos gerais são definições necessárias para a melhor percepção do trabalho, o seu principal objetivo é a contextualização no ambiente da automação e projeto urbanístico, nomeadamente em automação predial e arquitetura inteligente.

### ***Casas inteligentes (IB – Intelligent Building)***

O que são casas inteligentes ou IB's (*Intelligent Building*)? O conceito de casas inteligentes não é um conceito universal e tem vindo a ser alterado com o tempo.

No entanto todos os conceitos referem que para uma casa ou edifício serem inteligentes estes têm de proporcionar as condições funcionais necessárias de modo a que se atinja a eficiência máxima em seu uso e manutenção.

Refere-se ainda que a recuperação do investimento tem de ser feita pela economia de energia ou por serviços agregados. Por exemplo, no caso de uma porta com tranca automática o serviço é a segurança acrescida. Nesse caso da tranca automática será importante questionar se esta segurança é realmente necessária.

### ***Fatores a se Considerar para Quantificar Nível de Inteligência***

Desde 1988 com James Carlini [Carlini88] que se questiona a forma de se diferenciar o nível de inteligência dos edifícios.

O artigo é bastante relevante por ser o primeiro da tentar quantificar o nível de inteligência do IB com o IQA (*Intelligent Quotient Amenities*). Carlini nos seus testes chega a conclusão que um IB não significa um edifício com tecnologia de topo, mas sim aquele





que utiliza as tecnologias necessárias para atender os requisitos dos usuários de maneira mais eficiente e eficaz possível. Nesse artigo falta explicar que tipo de testes foram realizados e como chegou a essa conclusão.

Este fato vem introduzir um fator novo na nossa equação relacionado a necessidade do usuário. Em 97 foi publicado mais um artigo [Aikin97] que esclarece este fator.

Segundo [Aikin97] o nível de inteligência do IB tem de prestar atenção a dois fatores, o primeiro é a integração dos vários sistemas do IB e o segundo fator é a recuperação do capital investido, por isso temos de avaliar bem quais vão ser os sistemas que vamos automatizar e qual a tecnologia que vamos usar, pois nem sempre a tecnologia de ponta tem o maior retorno do investimento.

Aikin faz uma tentativa de medir o nível de inteligência do IB com a ajuda dos fatores MSI (Magnitude da Integração do Sistema) e com o MSIR (é um MSI normalizado) em que  $MSIR = 10 * \frac{MSI}{MSI_{REF}}$  (formula 1 – formula de MSIR de Aikin97) em que o  $MSI_{REF}$  é um fator de referência para aquele tipo de edifício. Aqui surge um grande problema, pois é considerado um valor médio para o  $MSI_{REF}$  de 7. Este índice tinha de ser tabelado e referenciado conforme o tipo de edifício, o tipo de função e o meio social e cultural onde se insere.

Sendo assim é preciso avaliar muito bem os requisitos necessários para o edifício a se automatizar de modo que não corra o risco de tomar medidas equivocadas em seu projeto.

### ***Transformar os Requisitos em Especificações***

Uma das maiores dificuldades é perceber o tipo de necessidades do cliente e conseguir transformá-las em requisitos do nosso sistema. Isto porque nem sempre o cliente sabe com exatidão as suas necessidades. Por isso o projetista tem de estudar os requisitos do cliente. Além disso é necessária sempre uma revisão dos requisitos por parte do cliente de modo a não o frustrar futuramente. Sugere-se perfazer esta revisão conforme o modelo incremental.

O “*know-how*” na elaboração de projetos de automação predial é muito importante, pois há muitos passos que podem ser evitados quando já se conhece o mercado alvo deste tipo de projeto, logo é muito importante haver uma supervisão por pessoas com mais

experiência de modo a serem evitados erros, e diminuir o tempo de projeto. Todavia, há casos que se tendência a solução a ser aplicada na técnica conhecida pelo projetista, que não necessariamente é a mais adequada. Dessa forma essas pessoas são significativas quando se tenta chegar a um compromisso entre o tipo de tecnologia (nível de evolução) e a funcionalidade requerida para a viabilidade do projeto.

Muitas vezes os requisitos solicitados diretamente pelo cliente não são os mais adequados para o seu ramo de atividade. Por isso é necessário criar uma base de dados relacionando requisitos e atividades. Esta base de dados deve ter várias fontes de informação de modo a ser o mais abrangente possível.

Também é possível utilizar softwares específicos para a tradução automática dos requisitos.

Os requisitos de um novo projeto têm de sofrer uma normalização de modo a poderem ser traduzidos em especificações quase que automaticamente, de forma a evitar erros de projeto. Este método serve também para esclarecer a responsabilidade do erro caso ele ocorra.

O projetista só terá êxito na busca de uma solução ideal se este especificar corretamente os requisitos principais do cliente.

### ***Requisitos de um Edifício Inteligente***

Os requisitos de um edifício inteligente são o aumento do conforto ou o incremento de serviços de modo a serem atingidas as condições de eficiência máxima de uso e manutenção no menor custo possível, sempre tendo em atenção as necessidades do utilizador.

Isto não implica o uso de tecnologia de ponta pois uma questão que se prende com a atual lógica dos IB's é o fator económico o "*value of money*" ou retorno económico. Se o uso de um sistema mais moderno não resultar numa economia ou acréscimo em prestação de serviços significativos frente a outras tecnologias, essa não representa um acréscimo no nível de inteligência do edifício de fato.

Não é preciso referir que os investidores esperam, através destes sistemas, reduzir ao máximo o gasto energético e aumentar os serviços disponibilizados.



Um dos fatores mais importantes na contabilidade do nível de inteligência é a integração de sistemas de modo a tirar o máximo de potencial dos sistemas montados, implicando assim uma uniformização de todos os sistemas de modo a partilharem as informações ou “input’s” disponíveis e maximizar a sua performance.

### ***Integração de Sistemas.***

No início dos IB’s apenas se consideravam os subsistemas de controle de incêndio, segurança, sonorização, HVAC (*Heating Ventilation and Air Conditioning* – Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado) e energia.

Além disso, devidas as limitações dos subsistemas, apenas os sinais anômalos eram comunicados ao sistema principal para supervisão do edifício.

A falta de integração entre os vários subsistemas reduz bastante o potencial dos equipamentos utilizados. A necessidade de integração tem como base a performance geral do sistema baseado na troca de dados entre vários subsistemas de modo a se encontrar uma solução mais eficiente. Esta necessidade tem mais importância nos subsistemas de controle de incêndio, segurança, HVAC e energia.

A baixa integração tem como característica inerente a multiplicação dos cabeamentos, duplicação de sensores, multiplicação dos dados e redução da troca de dados.

Com o início da integração foram abertas muitas possibilidades que até então não se pensava ser possível, e com a introdução de software de análise de dados abriram-se as portas para uma revolução na automação predial. Softwares do gênero do “Getaway”, “BACnet”, “BAS” vieram introduzir um novo conceito de automação predial.

A redução de custos originados pela integração dos subsistemas é conseguida por duas maneiras, pela uniformização dos sistemas de controle e pela partilha de recursos (um sensor pode servir para o uso de vários sistemas, por exemplo).

A possibilidade de redução de energia com a integração dos vários sistemas permite um controle maior dos fatores físicos, além disso, acrescenta funcionalidades que aumentam as possibilidades de utilizar subsistemas em modo econômico ou com melhor desempenho.

Um subsistema que se tem desenvolvido muito com a integração de sistemas é o OA (Office Automation) pois tem tirado partido das novas tecnologias e meios instalados nos

edifícios de modo a conseguir implementar as vídeos-conferência, os postos de trabalho em casa, sistemas de intercomunicação, dentre outros.

Outro subsistema que tem aproveitado as novas possibilidades da integração é o HVAC.

Segundo [Hamdi1998] o HVAC tem novas potencialidades com a integração. Este subsistema tem mais dados que apenas a temperatura e humidade, podendo avaliar o conforto térmico não só pela carta psicrométrica mas também por elementos que estão fixos nesta carta, como é o caso da velocidade e qualidade do ar. É do conhecimento geral que os limites de conforto térmico variam para diferentes valores da velocidade do ar, isto devido a variação da camada de ar que fica mais próximo da pele. Abre-se assim a possibilidade de se poder obter conforto térmico de uma forma mais econômica.

Outro fator relevante refere-se à radiação solar (iluminação e luminescência) que pode ser controlada por dispositivos de palhetas ou simplesmente de cortinas aliados a lâmpadas.

Um sistema que precisa ser evoluído é o sistema de gestão de energia. A gestão energética impacta diretamente no ambiente e no custo predial. Devido a fácil aquisição de gás natural ou outro tipo de combustível há uma tendência de se investir em cogerações de energia. O problema das cogerações é o conhecimento das reais necessidades de energia e o seu horário respectivo. Este conhecimento é fundamental para o correto funcionamento de modo a evitar o desperdício de energia. Com a correta integração dos sistemas é possível apercebermo-nos de quando ligar e desligar a cogeração de modo a reduzir ao máximo custo energético no fim do mês.

### ***Uniformização e protocolos de interface.***

Uma das grandes falhas na automatização de edifícios é a falta de uniformização dos protocolos para transferência de dados. Outro fator que é crítico está relacionado a informação técnica de muitos produtos a venda no mercado. A grande consequência é o aumento da dificuldade de integração dos vários sistemas e sub-sistemas envolvidos, ampliando ainda mais o desperdício de recursos no sistema global do edifício.

No início dos IB's os projetistas tentaram aplicar um sistema mono controlador e, para solucionar os problemas de protocolos diferentes, usaram sistemas do gênero do Lon

Works, BACnet entre outros. Esta solução era mais fácil de implementar e com menores custos, porém gerava conseqüências catastróficas para a integração funcional dos mesmos.

Com a mudança de conceito dos IB's foi necessário implementar novos sistemas multisensoriais que faziam uso de inteligência artificial. Esta mudança alterou vários fatores, um dele foi o nível de informação e requisitos a serem cumpridos, esses com origem no supervisor e estes no usuário, e os requisitos do sistema [Fu2000].

Esta mudança fez com que os softwares e protocolos de uniformização de dados ganhassem uma maior importância.

Um protocolo de partilha dados via LAN é o BACnet, aprovado pela ASHRAE e pela ANSI, este protocolo é uma ferramenta que consegue uma ótima integração dos vários sistemas do edifício mesmo sendo de diferentes fornecedores.

### ***Automação Residencial versus Industrial.***

A automação começou com o propósito de satisfazer o mundo industrial e comercial por isso não é de estranhar que muitas vezes se tenham de optar por soluções industriais para atender necessidades residenciais.

Os principais requisitos da automação industrial e comercial são de origem econômica, no caso da residencial as origens são o conforto, segurança e qualidade de vida. Por isso a automação residencial é muito focada no estilo de vida a ser atendido pelas soluções implantadas e não ao sistema produtivo como acontece nos sistemas industriais e comerciais.

Outro entrave é que a interface deve ser amigável para os usuários principais do sistema, pois eles não vêm com agrado a necessidade de treinamento para o uso do sistema de automação residencial. Este é um grave problema pois os projetistas estão habituados a desenhar sistemas com interfaces bastante complexas e pouco intuitivas como é o caso dos sistemas industriais.

As principais necessidades de um sistema de automação residencial passam sempre pela relação preço qualidade ou benefício, confiabilidade, fiabilidade, interactividade, atualizações simples, mas principalmente o conforto e conveniência.



### ***Funcionalidade versus Tecnologia.***

Cada vez mais se acrescenta valor ao retorno monetário, logo se valoriza a questão da função de um sistema e se a mesma tem interesse para a atividade fim desejada!

Com o início dos IB's houve uma tendência de automatizar todos os sistemas. Mais tarde as pessoas aperceberam-se que mais valia retirar ou reformular alguns sistemas, pois eles além de não acrescentarem nada de novo, complicavam o modo de funcionamento. Outros dois problemas são o fato de haver uma resistência à inovação inerente as gerações mais antigas e o fato de algumas pessoas acusarem os IB's de tirarem criatividade aos seus usuários [Derek97].

Com o expor destes três fatores apercebe-se de que só compensa investir em sistemas de utilidade extra aos usuários, sendo preciso saber se eles vão ter resistência à mudança, caso contrario é preciso reformular a proposta do IB.

Outro problema é o nível de sofisticação do sistema a implementar, pois se um sistema é mais avançado tecnologicamente, ou mais caro, e o mesmo não acrescentar vantagens ao usuário, então este sistema deve ser repensado.

### ***Evolução dos IB's***

O desenvolvimento dos IB's mostrou as reais potencialidades de vários sistemas tal como os OA's (Office Automation), os HVAC e os sistemas de gestão de energia, de tal modo que no início eram apenas estes sistemas que eram implementados.

O crescimento dos IB's revelou as fortes potencialidades dos sistemas de OA ("Office Automation") o que dinamizou o crescimento deste mercado, que além de possibilitar novas formas de comunicação veio reduzir os custos aumentando a eficiência e eficácia do edifício.

Um dos fatores com mais responsabilidade no crescimento dos IB's é o fator sócio cultural.

Com o aumento da importância do IB's e do seu desenvolvimento, novas tecnologias estão sendo desenvolvidas e o futuro dos IB's tem um futuro promissor.

No caso da tecnologia *wireless*, esta já está sendo implementada devido a seu custo relativamente baixo em relação ao serviço prestado (flexibilidade de conexão).



Neste momento há um fato a dificultar a evolução e a integração dos IB's que se baseia na guerra entre o que é visão científica que aposta na evolução tecnológica e na sua integração acima de tudo sem se ater tanto às consequências e mais aos benefícios, e a visão econômica que só aposta na tecnologia de topo caso esta mostrar que compensa em nível monetário e prestação de serviços. A melhor solução está num equilíbrio entre essas visões.

### ***Sistemas de Dados RFID para Controle de Sistemas Prediais***

O sistema de RFID ou *Radio Frequency Identification* (identificação por rádio frequência) é uma tecnologia que permite a identificação de vários elementos, sistemas ou produtos por rádio frequência, o que vem introduzir novos fatores de controle de modo a poder maximizar a performance da automação dos edifícios.

A aplicação e integração da tecnologia de RFID pode ser tão abrangente que permita controlar não só o fim de vida de um recurso mas também pode ser aplicado na detecção de avarias, no seu conserto ou manutenção.

A primeira aplicação do RFID se deu para subsistemas de segurança, identificando o usuário e habilitando os locais aos quais o mesmo teria acesso no edifício.

Uma outra função possível para os RFID e ainda incipiente é a capacidade de acompanhar a vida de um produto desde a sua produção de modo a poder descobrir erros ou acompanhar a evolução de erros, integrando as cadeias de suprimento com um todo. Essa aplicação proporcionaria uma grande revolução em toda comunidade de negócio. Com esta função, por exemplo, seriam evitadas os recolhimentos desnecessários de produtos devido a defeitos, tal como seria possível a avaliação, detecção e a evolução do erro e só recolher os produtos que realmente fossem necessários, evitando desperdícios e mobilizações desnecessárias e protegendo a imagem da empresa e seus respectivos produtos.

Outra questão prende-se com o acompanhamento da garantia, detecção de uso incorreto ou abusivo, identificação de falhas e disfunções. Além da identificação do fim de vida com maior rigor, podendo este ser alterada ao longo da vida do produto conforme o uso e manutenção deste.

Com esta tecnologia e com a integração da automatização dos condomínios vai ser possível reduzir os desperdícios energéticos. Se todos os produtos de uma geladeira automatizada estiverem marcados com RFID, por exemplo, esta vai poder saber qual a

temperatura ótima de trabalho, se o sistema em conta estiver integrado. No caso da gestão de estoque dos víveres, sabendo se a casa esta ocupada, o número de pessoas e o comportamento das mesmas; a geladeira pode recalcular um melhor ponto de ressuprimento dos produtos automaticamente.

### ***Arquitetura Inteligente***

Arquitetura inteligente é um novo conceito que vem revolucionar e alterar o conceito de IB, geralmente é associada ao conceito de *Green Building* (edifício ecológico). O conceito de *green building* é mais abrangente e não se preocupa apenas com o nível ecológico do cimento ou o impacto do edifício no meio ambiente, mas também com a questão de minimizar ao máximo a fatura energética e desperdício de recursos como água, energia, gás e outros.

Com esta ferramenta da arquitetura inteligente podemos facilitar ou diminuir o trabalho da automação predial, por exemplo, no caso de existir paletas solares, se estas tiverem as características recomendadas às mesmas vão facilitar em muito o trabalho do sistema de HVAC e de controle de iluminação e luminescência, pois reduzirão o calor e aumentarão a luminosidade, refletindo-se num menor gasto energético e maior conforto.

As soluções de arquitetura ou engenharia inteligente podem ser tão simples como o caso de garagens subterrâneas ou dos laboratórios que façam uso de gases mais pesados que o ar e possuem degraus para evitar a passagem destes gases para os níveis inferiores. Outro caso de arquitetura inteligente é a plantação de árvores que se desfolham no outono na fachada virada a nascente do sol do edifício.

Estas soluções nem sempre são assim tão simples. Em muitos casos precisam de um estudo bastante elaborado e de grande complexidade de cálculo e de engenharia como é o caso de um sistema de recirculação de ar natural baseado no aquecimento solar. Esse sistema pode reduzir os requisitos de um HVAC a ser montado, o que ajuda a reduzir os gastos e os desperdícios de energia.

Outras soluções engenharia solar também podem ser consideradas na arquitetura inteligente, dentre elas podemos encontrar os revestimentos seletivos em vidros, ou filtros solares, as paredes que absorvem a energia solar e só a liberta muitas horas depois; zonas de tampão térmico do gênero de marquises, dentre outras soluções.





A existência de janelas com uma cota elevada juntamente com a cor clara das paredes, sistemas refletores de luz e paletas refletoras automáticas de acompanhamento do sol, podem reduzir em muito a necessidade de luz artificial, tal como ajudar a controlar a energia calorífica do sol que entra dentro da habitação.

A arquitetura tem uma grande importância na altura de definir o nível de inteligência de um edifício visto ser um grande fator de simplificação do sistema de automatização.

Geralmente todas as soluções ou sistemas solares podem ser considerados como arquitetura inteligente.

### ***Sistemas de Controle e Maximização da Energia Solar***

A energia solar é um fator responsável pela redução no gasto energético, esta redução para o Brasil geralmente é positiva devido a restrições de geração de energia, mas também pode ser um elemento que ajuda a baixar a fatura e por isso é necessário equacioná-la no projeto e sempre que possível tentar controlá-la.

A energia solar é vista de formas muito diferentes dependendo da região do planeta onde esta é equacionada, o que dificulta a uniformização de projetos em nível mundial.

Nos países considerados quentes ou onde grande parte da fatura energética é gasta com arrefecimento do meio, a visão da energia solar é tida como um mau fator. Nestes climas a realidade do controle da energia solar está relacionada com isolamentos térmicos, projetos de ventilação natural, e produção de energia foto voltaica.

Nos climas considerados frios, onde é mais problemático o aquecimento do meio ambiente, a visão do aproveitamento da energia solar é tido com uma maior expectativa e por para isso há mais investimentos. Os investimentos nestes climas vão desde os coletores de calor solar, as paredes de armazenagem de energia solar, zonas de acumulação térmica, células foto voltaicas e sistemas de aquecimento passivo.

Devido a natureza cíclica desta energia e ao possível desfasamento em relação à necessidade da sua energia, essa se apresenta como uma ótima área de automatização de modo a poder tirar o máximo partido no desfasamento e maximização do potencial desta energia.



Um outro fator a se ter em conta é a onda de conscientização da sociedade na problemática dos gastos energéticos e de poluição, tendo como consequência o interesse da sociedade em sistemas ecológicos e baseados em energias renováveis.

### ***Unified Modeling Language “UML”***

A linguagem de modelagem unificada – *Unified Modelling Language* – ou UML foi criada com o intuito de desenvolvimento na área da orientação ao objeto, devido ao seu tipo de padronização.

A UML foi desenvolvida por Grady Booch, James Rumbaugh e Ivar Jacobson, sendo estes conhecidos pelo seu conhecimento na modelagem orientada ao objeto.

O objetivo da UML é descrever qualquer tipo de sistema, em termos de diagramas orientado a objetos.

Esses sistemas podem ser de vários tipos, entre eles os mecânicos, ou de automação, os de informação, os de software e até mesmo sistemas de negócios. Temos em conta que a maioria dos sistemas não é puramente um destes, mas uma mistura de vários. Naturalmente, o uso mais comum é para criar modelos de sistemas computacionais.

Existem cinco fases no desenvolvimento de sistemas UML: análise de requisitos, especificação, projeto, programação e testes, conforme segue:

- **Análise de requisitos** – Esta fase captura as intenções e necessidades dos usuários do sistema a ser desenvolvido através do uso de funções chamadas "*use-cases*" ou casos de uso.
- **Especificação** – A fase de especificação está preocupada com as primeiras abstrações (classes e objetos) e mecanismos que estarão presentes no domínio do problema.
- **Projeto** – o resultado da especificação é expandido em soluções técnicas. Novas classes são adicionadas para prover uma infra-estrutura técnica.
- **Programação** - as classes provenientes do design são convertidas para o código da linguagem orientada a objetos escolhida.
- **Teste** - Um sistema normalmente é rodado em testes de unidade, integração, e aceitação. Os testes de unidade são para classes individuais ou grupos de classes (testes integrados).



### ***Redes de Petri “RdP”***

As redes de Petri “RdP” foram introduzidas na tese de doutoramento intitulado *“Kommunikation mit Automaten”* (1962), na faculdade de Matemática e Física da Universidade de Darmstadt na então Alemanha Ocidental, da autoria de Carl Adam Petri.

Uma das grandes possibilidades das RdP é ferramenta gráfica de modelagem. Ela pode ser aplicada em diversos tipos de sistemas com um bom nível de abstração em relação a outros modelos gráficos. Outra possibilidade é verificação de um sistema específico.

Com as RdP são um tipo de modelo de estado evento, com a característica de cada evento ter uma pré-condição para ocorrer e pós condições decorrente desta.

Uma característica importante é a possibilidade da análise da estrutura e do comportamento dinâmico dos sistemas modelados. Isto devido ao formalismo matemático das RdP. Logo vai ser possível verificar todas as relações de precedência de eventos, sincronização e existência de bloqueios tudo com base nas propriedades inerentes a RdP.

Outra vantagem é a permissão da visualização dos processos e a comunicação entre eles.

A formação das RdP é constituída por dois tipos de componentes: o ativo, que são as transições, e o passivo, que são os locais. Estes dois tipos de componentes estão interligados por arcos que definem as condições de transição entre eles. Ainda falta falar na marca que define os estados ativos do sistema.

Local é representado graficamente por um círculo e é a caracterização das condições que devem ocorrer para os eventos ficarem ativos.

Arco orientado é a interligação de um local com uma transição, tem como função exprimir as ligações ou possibilidades de evolução de estado. A sua representação geométrica é uma seta.

Transição tem uma representação gráfica de um retângulo ou barra, é quem modela o evento e caracteriza as mudanças de estado. São as condições de mudança de estado e as condições de transição do local na RdP.

Marca representa os locais e transições disponíveis para disparar é a marcação que permite modelar o comportamento dinâmico da RdP.

As regras da dinâmica das RdP são baseadas em três diretivas, a saber, a primeira é que uma transição só pode disparar se estiver habilitada, a segunda é que para a transição

estar habilitada os seus locais posteriores tem de estar marcados, e a terceira refere-se ao disparo de uma transição que move a marca nos locais anteriores para os seguintes.

Com as seguintes geometrias consegue-se simular a linguagem lógica.

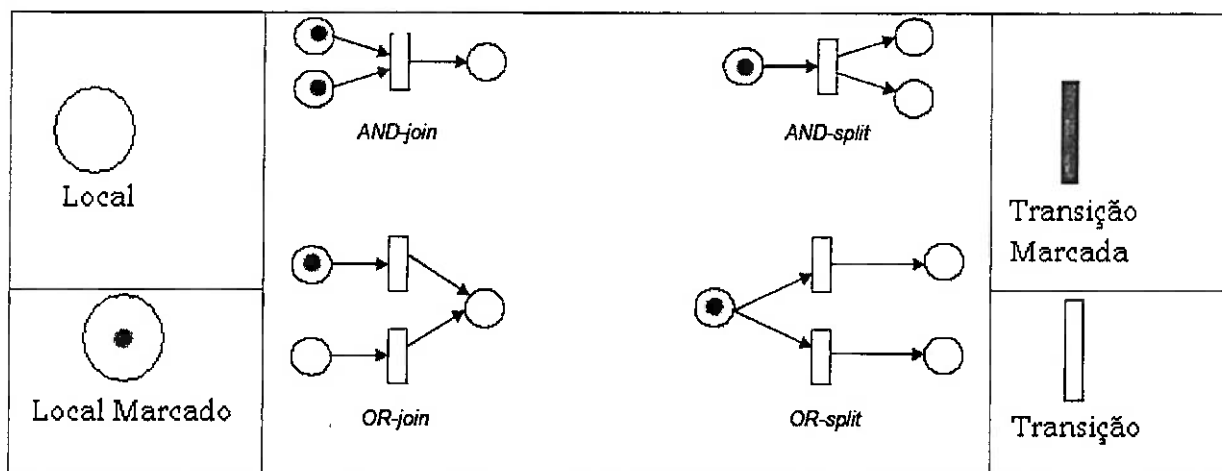


Figura 1: Representação Gráfica da RdP.

Uma das aplicações mais comuns para as RdP é a área informática, mas há a possibilidade de as aplicar a todos os tipos de sistemas desde que se consigam especificar nas especificações as sincronizações, a partilha de recursos e concorrências.

### ***Redes de Petri em Linguagem Marcada “PNML” (Petri-Net Marked Language).***

A PNML (Petri-Net Marked Language) é um caso particular de XML (*eXtended Markup Language* – Linguagem Marcada Estendida), a existência da PNML é justificada pela sua polivalência.

Tal como já foi reconhecido pela comunidade de Redes de Petri “RdP” é de extrema importância e utilidade conseguir transferir modelos de Redes de Petri entre várias plataformas existentes em todo o mundo. Com esta nova potencialidade da PNML pode-se testar e editar as diversas redes via internet em várias plataformas.

A polivalência desta nova linguagem de representação das RdP vem introduzir possibilidades inimagináveis devido a uniformização dos diversos protocolos e a estimulação dos conceitos.



## Problemas associados a automação predial

Alguns problemas num IB são criados pelos técnicos que tentam reduzir ao máximo o nível de integração de modo a ser mais fácil a montagem dos sistemas.

Outro problema mais difícil de se resolver é o fato de muitos sistemas, embora da mesma empresa, não utilizem os mesmos protocolos. Isto ainda se torna mais grave quando quem vende os sistemas muitas vezes não sabe como integrá-los e nem tem as características destes.

O SBS (*Sick Building Síndrome* ou Síndrome do Edifício Doente) é outro problema que tem vindo a assombrar os usuários de IB's. Embora desatualizado por se basear em tecnologias antigas, é um fator que muitas vezes está presente.

## Os Mitos da Automação Predial

Tal como é referido por Volker Hartkopf em "*Global relevance of total building performance*" [hartkopf99] existem vários mitos sobre a automatização predial, os mais generalizados são quatro:

1. O primeiro mito é que o conforto humano é conseguido com os padrões mínimos dos dias de hoje quer no nível térmico, visual, acústico e na qualidade, para a grande maioria dos edifícios.
2. Os padrões mínimos de hoje para nível térmico, visual e qualidade do ar são adequados e asseguram a produtividade, a eficiência e eficácia da energia, o conforto e a saúde nos edifícios, satisfazendo a 80% da população em todas às vezes.
3. O controle do usuário sobre a qualidade ambiental é caro, conduz ao aumento do desperdício e do gasto do sistema da energia.
4. A melhoria da qualidade ambiental nos edifícios, não tem mudanças significativas no desempenho da produtividade, da saúde, do conforto ou da energia do trabalhador. A eficiência e eficácia da produtividade e do trabalho são ligadas à motivação e não ao ambiente.

São mitos sem fundamento, mas estão presentes na maioria da população.



## **Gerenciamento de Energia**

Um dos graves problemas dos médios e grandes empreendimentos é custo energético além dos impedimentos legais da empresa gestora de energia.

No caso de um condomínio horizontal este problema é muito maior devido a sua característica de descentralização associada a este tipo de empreendimento. Para minimizar estes inconvenientes sugere-se maximizar os sistemas de gestão de energia através de um tipo de arquitetura inteligente [Shaviv99].

Quando os consumos de energia são elevados o gestor da energia em nível nacional ou regional faz imposições que se prendem com o consumo de energia nas horas de maior consumo (horas de pico) e além disso com a potência máxima de consumo. Por isso têm sido desenvolvidas varias tecnologias de acordo com a realidade que se vive. Por exemplo, em Portugal estão a apostar em cogerações nomeadamente a mais desenvolvida é do tipo de “Heat-Power”, pois há uma grande necessidade destes dois fatores calor e energia, principalmente no Inverno quando o consumo de energia elétrica é maior e as restrições de consumo de energia elétrica é mais difíceis de manter.

No Brasil a realidade é bem diferente e por isso este tipo de cogeração só é eficaz ou rentável no âmbito de fábricas que precisem de calor para os seus sistemas fabris.

No contexto brasileiro o desenvolvimento tem sido no âmbito de desfasamento dos consumos, tais como acumuladores de frio que produzem gelo de noite para poder distribuí-lo durante o dia ou desfasamento nos horários do uso dos equipamentos de HVAC's.

Com a nova rede de gás natural em grande parte dos centros urbanos do Brasil, e o com o seu preço relativamente baixo há uma nova oportunidade para as cogerações elétricas.

### **“Sick Building”**

Um dos fatores que podia perturbar um projeto de automação predial é o “SBS” – *Sick Building Syndrome*.

O “SBS” nos primeiros edificios automatizados era causado pela má circulação de ar, fungos e gases do gênero do monóxido de carbono oriundos quer do exterior como do interior do edificio.

Os fungos tinham como característica acumularem-se nas carpetes ou nos sistemas de HVAC, provocando doenças muitas vezes mortais.

O monóxido de carbono é um dos responsáveis por grande número de mortes nos grandes centros urbanos.

Se antigamente a automação predial podia ser responsável por piorar as condições de ar e do meio ambiente, hoje em dia a automação predial é imprescindível para a melhoria das condições de trabalho.

Um exemplo da possibilidade destas melhorias é o sistema de controle de monóxido de carbono. Com os novos sensores de monóxido e dióxido de carbono consegue-se localizar o local onde é necessário fazer uma extração de ar adicional de modo a respeitar os valores limites dos TLV (*Threshold Limit Value* - Valor Limite Tolerância) impostos pela ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*), como é o caso de garagens subterrâneas.

Alguns valores de referencia dos TLV:

Tabela 1 – Valores limites de vários gases presentes na atmosfera terrestre.

TLV's	TWA ( <i>Time Weighted Average</i> )		STEL	
	ppm	Mg/m <sup>3</sup>	Ppm	mg/m <sup>3</sup>
Monóxido de Carbono	50	55	400	440
Dióxido de Carbono	5.000	9.000	15.000	27.000
Azoto (nitrogen dioxide)	3	6	5	10
Azoto (nitrogen trifluoride)	10	30	15	45

Um grave problema, neste momento, são as condições do ar de certas cidades (principalmente as mais industrializadas) que tem valores no exterior dos edificios que não respeitam os TLV.

Felizmente com os modernos equipamentos de HVAC já é possível tratar esse ar para poder ser insuflado dentro do edificio.



## **A Problemática da Sustentabilidade Ecológica e Econômica.**

O estilo de vida moderno tem vindo a sofrer uma mudança de mentalidade devido ao problema da sustentabilidade ecológica e econômica. Esta mudança pode ser observada na evolução dos automóveis, que têm vindo a reduzir os seus consumos médios, reduzir os desperdícios e poluentes.

Esta mudança de mentalidade embora não tenha sido de forma direta mas sim devido ao aumento de preço dos combustíveis, esta na direção correta.

A consciencialização da humanidade vai sofrer mais um impulso quando as populações forem obrigadas a reduzir o nível de emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) até 2020. Outro problema é a emissão de outros gases que são traduzidas em dióxido de carbono equivalente.

Com esta revolução as pessoas vão penalizar o desperdício energético e as emissões de gases tóxicos, vão existir coimas caso estes ultrapassem certos limites.

Em Portugal, como no Brasil é comum o aparecimento de condomínios horizontais, compostos por várias casas (às vezes centenas) de classe média ou acima, em locais de baixo custo da terra que são urbanizados e cercados de rodovias. Um dos apelos para este novo tipo de moradia é o custo benefício (boa casa por preço barato, se considerado um equivalente em região já previamente urbanizada).

Mas este tipo de condomínios descentralizados e de baixa densidade populacional tem como problema o alto desperdício energético e conseqüentemente das altas faturas energéticas.

Para minorar este problema e os problemas de logística e segurança é introduzida a automação predial com alto nível de integração e soluções de arquitetura inteligente.

As soluções de automação, que geralmente são aplicadas, abrangem varias áreas desde o controle dos HVAC de modo inteligente que tem em conta o uso da habitação, o número de pessoas e o tipo de atividade que se realizar, por exemplo, dormir ou cozinhar.

Este tipo de automação está a ser desenvolvida para áreas muito mais abrangentes e com novas tecnologias, por exemplo, a identificação por a rádio frequência (RFID) vai ser possível maximizar a performance energética de uma geladeira com base nos produtos que ela contém e com a sua utilização. Se não está ninguém em casa o *set point* da geleira pode ser mais alto, salvo exista um produto que necessite mais frio.

O uso desta tecnologia RFID pode ainda servir para identificar aparelhos em fim de vida ou com problemas.



## **Manutenção e Combate a Obsolescência do Sistema**

Tal como é referido em [Derek97] uma manutenção preventiva mais rigorosa reflete-se em uma performance do sistema.

Este tipo de manutenção pode parecer mais cara, mas vem evitar problemas maiores, acabando por ter um custo menor a médio e longo prazo.

Com a integração dos vários sistemas e com um programa de diagnósticos é possível simplificar as manutenções e corrigir os problemas com maior facilidade.

Também será necessário, a realizar “*up-grades*” ou atualizações tecnológicas aos sistemas sempre que tal seja necessário por uma questão de performance ou por uma questão de mudança de requisitos, por isso será importante ter em consideração as possíveis alterações futuras na fase de desenho do projeto. Este fato pode ser apresentado como um problema mas na realidade é oportunidade de inovação e melhoria do funcionamento do sistema.

## **Fatores Críticos nos Sistemas a Serem Automatizados**

Há muitos fatores que se deve levar em consideração antes de começar um projeto de IB. Esses fatores são de natureza da utilização do IB ou fatores sócios cultural.

Em primeiro lugar tem-se que perceber qual vai ser utilidade, requisitos, estratégia e especificações pretendidas para o projeto de IB.

Há certos requisitos e especificações que só se percebem quando se estuda a atividade que o IB vai executar, por isso é muito importante o “*Know-How*” de modo a serem evitados erros ou perda de tempos desnecessários.

Outro fator importante é o nível de inteligência requerida para esse projeto e para isso é preciso quantificar o nível de inteligência, de integração e de tecnologia usada.

Para isso desenvolveu-se um método que permita quantificar esses níveis de inteligência.



### ***Como Calcular o Nível de Inteligência do IB do Projeto***

Para calcular o nível de Inteligência desenvolveu-se um método que se atende a integração, o nível tecnológico, a utilidade, a facilidade de manutenção, de logística, a economia energética, os serviços adicionais prestados pelos sistemas e a satisfação média dos usuários.

Além não ser suficiente atribuir uma nota ao IB é preciso saber valores médios para se poder definir uma escala coerente tal como foi definido por Aikin [Aikin97].

Logo que para se perceber quais são os reais fatores a quantificar é preciso primeiro efetuar um estudo de mercado. O estudo de mercado foi constituído por um inquérito a aplicar aos interessados nos IB's, que se encontra em anexo.

### ***Qual o Nível de Inteligência de IB's Pretendidos Para Determinada Função.***

Como o nível de inteligência do IB depende não só do IB, mas da aplicação também, é preciso saber quais as necessidades e prioridades das partes envolvidas (investidores, projetistas, proprietários, usuários, construtores etc.) dos IB, para poder saber qual média do nível de inteligência dos IB's instalados nas diversas atividades nos dias de hoje.

Os IB's estão presentes em vários tipos de edifícios tais como hotéis, universidades, residências e fábricas. Dai que os questionários sobre o nível de inteligência dos IB's se dirijam para todas as partes envolvidas.

Este estudo vem abrir as portas da análise e comparação dos diversos IB's, o que é bastante importante para o mercado imobiliário, projetistas e donos de IB's que podem ficar a saber quais são as diferenças entre vários projetos e qual tipo de sistemas é o mais eficaz para o seu tipo de função e aplicação. Conseguindo assim projetar IB's mais eficazes escolhendo os conjuntos de sistemas com características mais interessantes e adequadas para cada caso.

Tendo o estudo feito podemos saber qual o tipo de sistema mais adequado para determinada aplicação e podemos prever qual vai ser o desempenho do sistema projetado, e calcular o retorno econômico do investimento e o real valor das funcionalidades do sistema.



Outro fator que este estudo adicionará a possibilidade de acabar com certos erros que até agora eram cometidos, por exemplo, com este estudo pode-se concluir que o controle da entrada de pessoas num recinto escolar é inconcebível para o uso de mais de 1500 pessoas para um certo sistema de automação.

### ***Crîtérios de Necessidades Básicas.***

Há critérios num projeto que se deve respeitar de modo a atender as condições de conforto necessárias para os usuários. Nem sempre estas condições podem ser satisfeitas, por exemplo, quando o critério de produção não permita, ou seja, no caso de uma metalúrgica o fator primordial ao funcionamento dos fornos e não o conforto dos operários.

Os critérios de conforto dos usuários podem ser dividido de muitas formas, uma hipótese bastante consensual é a de [Hartoopf89]. Segundo Hartoopf, os critérios são os seguintes: a qualidade do ar, temperatura, luz visível, condições de privacidade ou trabalho em grupo, rede de logística, ergonomia.

O primeiro critério é a qualidade do ar e trata da sensação de ar não viciado ou fresco, neste fator tem-se em conta com os sistemas de ventilação, controle de odores, calculo da necessidade volumétrica de ar por pessoa, a possibilidade de abrir janelas e o balanço térmico do ar. Um fator que cada vez mais é tido em conta é o fato do ar exterior muitas vezes não respeitar os índices de qualidade necessária, logo obrigando a que o sistema de insuflação tenha sistemas de limpeza ou filtragem.

A temperatura ou conforto térmico é o segundo critério, está intimamente ligado ao primeiro, por isso muitas vezes estão anexos. Este fator é função da temperatura, velocidade e humidade do ar e da área disponível para cada pessoa.

A luminosidade ou a necessidade de uma vista está intimamente ligado com as necessidades psicológicas do indivíduo, logo sempre que possíveis devem ser respeitadas.

As condições de privacidade ou trabalho em grupo são os requisitos necessários para poder haver a concentração necessária para efetuar o trabalho quer este seja em grupo ou isolado. Estão muito ligadas a logística e as relações pessoais dentro do local de trabalho.

A rede de logística ou os sistemas de comunicação e energia, quando bem integrados, podem maximizar a produção, mas a sua ausência torna-a quase que impossível.



A ergonomia é um dos fatores a que se dá menos importância. Esta muitas vezes tem soluções bastante simples se efetuadas na fase inicial do projeto, mas acaba por ser deixada para último.

### ***Quais os Fatores que Caracterizam o Nível de Inteligência***

O cálculo do nível de inteligência de um IB tem que se atentar aos seguintes fatores:

- A integração: pois dela depende a performance máxima do sistema montado e um melhor funcionamento geral.
- O nível tecnológico: no âmbito de saber se os sistemas do IB estão muito desatualizados e a real necessidade de executar um “*upgrade*” ou atualização tecnológica.
- A utilidade ou funcionalidade dos sistemas, qual o nível de utilidade do sistema se ele é imprescindível ou não para os usuários.
- A função a que se destina o IB: se o IB é um banco ou uma escola os sistemas de segurança são muito mais importantes para o banco logo vão de ter um peso maior neste caso.
- A possibilidade de realizar “*upgrade’s*”: como foi feito o projeto, qual a sua filosofia, se houver a necessidade de mudanças de sistemas do IB qual a facilidade em estas serem executadas ou implementadas.
- A facilidade de manutenção: como funciona o sistema de manutenção, se tem avisos automáticos de manutenção preventiva ou apenas avisa quais os problemas a se resolver.
- A facilidade na logística: quais as melhorias na logística do IB, por exemplo, se tem um sistema interno de correios automático.
- A economia energética: qual a diferença na fatura energética do IB.
- Os serviços adicionais prestados pelos sistemas: neste ponto é preciso verificar qual a real necessidade desses serviços e atribuir-lhes um peso de importância para o funcionamento do IB.
- Interatividade com os usuários: qual é a facilidade do usuário poder definir um novo estado de trabalho, por exemplo para mudar a temperatura de referência de um HVAC dos 20°C para uns 22°C.
- A satisfação média dos usuários: este é o ponto mais crítico, e um dos mais importantes.

- A ergonomia: também vai ser tida em conta, pois ela é um fator de conforto e de minimização de certas doenças, principalmente profissionais.

### ***Os Fatores que Decidem a Integração dos Sistemas.***

Para melhor perceber a análise das necessidades ou requisitos e como eles ditam o nível de integração dos sistemas deve-se perceber a sua origem e suas características tal como os fatores responsáveis pela sua existência.

Estes fatores podem ser divididos em vários grupos e têm origem nos diversos tipos de necessidades.

A análise destas necessidades ou requisitos têm como resultado do número de sistemas integrados e o nível de inteligência requerida pelo projeto.

O primeiro grupo é constituído por fatores térmicos, está ligado a problemas de conforto térmico ou doenças, mas também com o consumo de energia.

O segundo com a qualidade do ar que se prende com problemas de saúde tais como câncer ou até problemas de conservação de energia.

O terceiro é a condição acústica, que tem muita importância por exemplo no caso de uma metalúrgica na integridade física dos trabalhadores.

O quarto é o grupo da estética ou visual, como se sabe o visual tem uma influência muito grande no perfil psicológico, está relacionado com o estado de espírito ou com o cartão de visita do imóvel.

O quinto é constituído pelos fatores responsáveis pela integridade do imóvel daí que seja um dos fatores com mais importância.

As necessidades têm varias naturezas e por isso é necessário separa-las e definir qual delas é a mais importante para a nossa função. A natureza das necessidades são por norma quatro, pode ter uma natureza fisiológica, psicológica, social ou econômica.

A necessidade fisiológica está ligada a integridade física do indivíduo, por exemplo no caso de uma cadeira não ergonômica pode provocar uma lesão lombar.

A necessidade psicológica está relacionada com o conforto mental, e este pode-se manifestar de varias formas, por exemplo a estética ou o gosto pela natureza são formas dessa manifestação.

A necessidade social é uma característica do ser humano em que necessita de convivência. Esta tem poder de induzir necessidades num indivíduo, por exemplo, a ter um carro com características além da sua necessidade.

A natureza econômica, geralmente, é a mais forte numa empresa tendo uma influencia maior no projeto.

### ***Estudo da Seqüencia Normal de Fases de um Projeto***

Logo no início do projeto é importante esclarecer quais são os passos a tomar durante sua execução de modo a se conseguir executar o projeto com o menor número de contra tempos e reduzir o tempo de projeto.

Barry M. Flax [Flax91] define seis fases para o projeto e implementação de um IB, estas são:

- Estratégia (qual o tipo de IB é pretendida);
- Estudo do caso análise de requerimentos;
- Desenho do espaço de modo a satisfazer os requerimentos;
- Desenvolvimentos dos sistemas para eles serem totalmente compatíveis e terem o mesmo protocolo de troca de dados;
- Implementação;
- Pós implementação manutenção e prevenção para manter uma eficiência máxima.

Esta metodologia serve para quem já tem bastante “*Know-How*” e não precisa de passos intermédios. Por isso em trabalho segue essa metodologia, de modo a facilitar os reais problemas da engenharia de automação predial.

Então os passos dessa metodologia são os seguintes:

#### **1.0 - Análise do cliente.**

Ter uma percepção do motivo real que leva este a optar por um IB e qual o objetivo ao investir num IB. Muitas vezes o real fator da opção do IB é o fator social principalmente o IB tem a vocação de uso habitacional.

#### **1.1 - Análise do tipo de IB pretendido**



Para nos apercebermos qual o tipo de IB que é pretendido é necessário realizar um estudo de mercado de modo a comparar os diversos tipos de IB's e sistemas utilizados em relação a outros IB's do gênero do nosso projeto.

#### 1.2 - Análise dos requerimentos explícitos e implícitos

Os requerimentos são as características que o cliente do IB pretende. Por exemplo no caso de uma padaria ele sabe que precisa de um forno que atinja a temperatura necessária para ele cozer os pães, mas ele não percebe que precisa de um sistema de extração de ar potente e de um sistema de isolamento térmico e acústico, essa é a diferença entre o implícito e o explícito.

#### 1.3 - Análise dos casos existentes no mercado

Especificações e soluções técnicas de outros IB's do gênero.

#### 1.4 - Análise de especificações explícitas e implícitas

No caso das especificações o problema é exatamente o mesmo. A grande dificuldade é traduzir os requisitos em especificações, ou seja, o forno tem de ter uma capacidade de atingir os 300 °C em 5 minutos e além disso tem de ter um volume interior de 2 metros cúbicos, com uma área transversal de 1 x 2 metros. O sistema de extração de ar tem de ser capaz de extrair 0.1 metros cúbicos por segundo a mais por cada 20 °C acima dos 21°C.

#### 2.0 - Análise dos sistemas a ser instalados

A análise dos sistemas é o estudo dos vários sistemas que se pretendem instalar, por exemplo no caso da padaria são os sistemas de HVAC e fornos. É o estudo dos vários sistemas de várias marcas e produtos e as suas especificações técnicas, tendo em vista também a sua futura integração.

#### 2.1 - Análise dos módulos de funcionamento

No caso seria por exemplo quando o forno esta ligado entre dois valores de temperatura. Qual seria o funcionamento do HVAC, quantos metros cúbicos deveriam ser extraídos por hora?

#### 3.0 - Análise do nível de inteligência requerida pelo cliente e pelo mercado alvo

Neste ponto temos de fazer um apanhado dos dados do projeto e temos de analisar. Se estes dados respeitam as especificações do projeto e se satisfazem o cliente, se este não ficar satisfeito é preciso refazer as especificações e refazer o projeto.

#### 4.0 - Levantamento de tópicos gerais que ajudam a elaborar o projeto

Os tópicos gerais servem apenas como apontamentos para facilitar o projeto. No nosso caso podia ser uma nota do gênero de que se o forno estiver entre 200 e 300°C e a

temperatura da habitação estiver de 25 e 28°C i, deveria se introduzir uma extração extra de ar em 10%

#### 4.1 - Desenho do projeto inicial

Fazer um esboço do projeto de modo ser possível a sua análise projeto de construção e simulação futura.

#### 4.2 - Análise de compatibilidades de sistemas e integração.

Análise dos vários sistemas a ser implementados e integrados.

Este ponto tem especial importância na hora de definir a seqüência de implementações dos sistemas de modo a reduzir os custos das reconstruções.

#### 4.3 - Retificação do projeto inicial

Apresentação do projeto para aprovação ou retificação antes da implementação.

#### 5.0 - Implementação

Trabalho de supervisionar a implementação do sistema no campo e fazer alguma correção necessária de projeto.

#### 6.0 - Pós implementação.

Manutenção dos sistemas de modo a manter um boa performance do conjunto final de sistemas o IB.

Outras atividades podem ser encaradas como pós-implementação, por exemplo, um “*upgrade*” ao sistema ou uma mudança de funções.

Com esta metodologia bastante detalhada, devem estar reunidas as condições para que não se comentam muitos erros. É certo que só com a experiência se consegue realizar um projeto isento de erros.

## **Análise do Nível de Tecnológico dos Imóveis no Mercado.**

A análise do nível tecnológico dos imóveis que se encontram em uso, construção ou projeto é muito importante para efetuar a escala de quantificação do nível de IB. Por isso deve-se efetuar um estudo de mercado, para tal realizou-se um inquérito aos responsáveis máximos por este tipo de empreendimento.





## **Inquérito do Nível Tecnológico ao Setor dos IB's.**

O inquérito foi elaborado para poder quantificar o nível de inteligência dos IB's já construídos e também avaliar o nível de inteligência do projeto deste.

A importância deste inquérito reflete-se na necessidade de saber a realidade tecnológica dos imóveis que estão em uso atualmente.

O alvo deste inquérito são os projetistas e usuários de IB's de mono tendência e multitendência, o inquérito ainda vai ter em atenção se o imóvel é de uso privado, público ou estadual.

As áreas de pesquisa são variadas e constam desde a manutenção aos sistemas de segurança passando pelos sistemas das áreas de lazer.

Um dos fatores que se toma mais em conta é a integração de sistemas.

O inquérito está no Anexo 1.

## **Quais os Fatores que Importa ter em Atenção.**

Os fatores que se deve ter em atenção são todos aqueles que possam acrescentar alguma utilidade ao imóvel.

Para facilitar a implementação do questionário (Anexo 1) dividiu-se este em vários questionários consoante os alvos, e varias áreas que passam pelos serviços prestados até a manutenção preventiva.

As áreas do questionário são bastante variadas e focam os seguintes temas ou aspectos tais como a manutenção, ergonomia, construção, soluções de *green building* e arquitetura inteligente, avaliação de projeto, qualidade de vida, segurança pessoal, segurança, serviços extra e economia.

## ***Aplicação do Inquérito***

O alvo deste inquérito vão ser quatro tipos de pessoas ou quatro entidades que se sub-dividem em dois grupos e duas classes.

O grupo dos projetistas, responsáveis pelo desenho do projeto, implementadores e de manutenção. Deste grupo deseja-se obter as informações sobre o método usado no desenho e construção do projeto. Além de se pretender demonstrar as potencialidades do uso de um

método bem definido tal como as vantagens da integração de sistemas quer de automação como estruturais.

Do segundo grupo, utilizadores dos imóveis, deseja-se saber a importância a que dão os sistemas instalados, pois são eles quem usufruem e pagam fatura do projeto.

Quanto as classes são a comercial e a residencial. A separação destas duas áreas é devido a grande diferença de necessidades entre elas.

### ***Análise do Inquérito***

A análise do inquérito vai ser elaborada com o recuso a programas de tratamento estatístico. A conclusão do resultado vai ser feita com supervisão de elementos ligados ao mundo da construção civil de modo se evitarem conclusões erradas ou fatos importantes passarem despercebidos.

### ***Resultado do Inquérito***

O resultado do inquérito em princípio não vai ter surpresas, vai demonstrar que os projetistas e construtores civis não seguem nenhum método e observam com maus olhos a integração de sistemas tanto de construção ou estrutural como de automação.

Outro resultado previsto é a constatação que projeto de automação só é realizado quando o imóvel já está em construção. O que vai dificultar e aumentar o custo da automação, tornando muitas vezes inviável a integração de sistemas.

## **Método de Avaliação do Nível de Inteligência de Imóveis.**

O que são casas inteligentes ou IB's (*Intelligent Building* – Edifícios Inteligentes)? O conceito de casas inteligentes não é um conceito universal e tem vindo a ser alterado com o tempo.

No entanto todos os conceitos referem que para uma casa ou edifício serem inteligentes estes têm de proporcionar as condições funcionais necessárias de modo a que se atinja a eficiência máxima em seu uso e manutenção [Carlini88]; [Aikin97].

Refere-se ainda que a recuperação do investimento tem de ser feita pela economia de energia ou por serviços agregados, por exemplo no caso de uma porta com tranca automática o serviço é a segurança acrescida. Nesse caso da tranca automática será importante questionar se esta segurança é realmente necessária.

Por isso neste artigo fala-se de dois tipos de níveis de inteligência ou serviços e da intersecção destes. O primeiro é oferecido pelo imóvel, o segundo é o que o usuário necessita e a intersecção destes é o verdadeiro no real sentido do nível de inteligência, a interação dos dois últimos. Resumindo ou clarificando os níveis são a quantificação matemática dos requerimentos ou especificações, ou seja dos “view-points” dos diversos intervenientes. Os intervenientes dividem-se em dois grupos o do futuro utilizador que é constituído por todos os utilizadores incluindo os empregados do imóvel e o grupo dos responsáveis pela construção e projeto.

Se tivermos uma percepção e uma quantificação matemática destes “view-points” pode-se personalizar a automação do imóvel de modo a melhor servir o utente, tentando que os requerimentos do utilizador e oferecidos se aproximem ao máximo! Este é o motivo para a aplicação deste estudo ao mercado imobiliário ser muito proveitosa permitindo uma melhor adaptabilidade das necessidades ao usuário.

Uma outra questão com muita importância nos condomínios é a integração dos sistemas do imóvel com os sistemas comuns ao condomínio.

A quantificação do nível de inteligência é feita por um método de quantificação de serviços e pode ser utilizado para futura lista de especificações. O nível de inteligência pode e deve ser definido antes da construção, conseguindo assim uma maior aceitabilidade das especificações aos requisitos do usuário. Este fato não impede a utilização deste método no mercado de imóveis já construídos.

Este artigo trata do nível de automação projetado versus o requerido, seguido da quantificação, representação gráfica e conclusão.

### ***Como Quantificar os Diversos Sistemas.***

A questão da quantificação dos sistemas vai ser tratada pela elaboração de uma escala percentual, devido esta ter uma fácil percepção e ser de fácil manuseio matemático.

Vamos dividir os vários serviços de automação em setores e elaborar uma lista de serviços ou funções possíveis para cada uma das áreas. Com a tradução de importâncias ou



eficiências em percentagens consegue-se fazer uma quantificação matemática dos serviços quer dos requerimentos exigidos, este claro que vai ter um tratamento diferente no caso da análise do “view-point” do cliente, ou do grupo dos construtores. No entanto vai ter de existir um terceiro “view-point” independente de modo a poder gerar um modo de relacionamento.

### ***Dividir os Diversos Sistemas e Definir as Suas Funções.***

A divisão nas diversas áreas de automação em secções de serviços pode ser feita da seguinte forma que se segue, de modo a elaborar um questionário das várias funcionalidades que podem ser efetuadas no seu âmbito.

As áreas de serviços foram divididas de forma a assegurar funções, tal como se mostra em seguida:

- Sistema de gestão de entradas e agente de manutenção: Tornar mais eficaz e facilitar as tarefas a cargo das pessoas responsáveis pela (s) portaria (s) de um edifício, entre outros.
- Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado “HVAC”: Assegurar o conforto dos ocupantes do edifício, usando da forma mais racional possível a energia dispendida. De notar que o conforto dos utentes depende não apenas de uma temperatura e níveis de humidade adequados, mas também qualidade do ar e correntes de ar corretas.
- Distribuição de Áudio e Vídeo: Controlar e gerir recursos de comunicação e de distribuição de sinais de áudio e de vídeo no interior do edifício.
- Autenticações e Controle de Acessos: Controlar o acesso de pessoas a determinadas zonas do edifício.
- Estacionamento de Veículos: Gerir e controlar espaços reservados ao estacionamento de veículos.
- Irrigação: Controlar a irrigação de espaços verdes interiores ou exteriores ao edifício. Está também sob o seu controle o funcionamento de espelhos de água, fontes e repuxos.
- Detecção de Alarmes Técnicos, Situações de Emergência e Manutenção: Detectar e combater situações de emergência tais como incêndio, fugas de gases tóxicos e inundações, além de auxiliar a identificação de problemas e facilitar ações de prevenção e de correção.

- **Elevadores:** Supervisionar sistemas de transporte de pessoas e bens no interior do edifício. Nesses sistemas incluem-se elevadores, monta-cargas, escadas rolantes, sistemas de transporte e logística etc.
- **Sistema de Detecção de Intrusão e Vigilância:** Oferecer os meios que permitam assegurar uma vigilância adequada das áreas afetas ao edifício e zonas adjacentes, e propiciar formas de detecção de ações de intrusão.
- **Supervisor e Administração de Sistema:** Supervisionar todas as tarefas relacionadas com ações de manutenção (preventiva ou corretiva) associadas ao próprio edifício e às suas instalações técnicas, tal como a criação de um banco de dados.
- **Gestão de Recursos e Energética:** Monitorar e gerir, da forma mais eficaz possível, o consumo de energia e de outros recursos. Em particular, estão a seu cargo todos os aspectos relacionados com o fornecimento e consumo de energia e água no edifício.
- **Iluminação:** Controlar e gerir a iluminação do edifício.
- **Informação e Office Automation:** Permitir o acesso a informação útil sobre o edifício e sobre as organizações que o ocupam, e oferecer facilidades de gestão de determinados recursos associados ao edifício.
- **Sistema de Gestão de Áreas de Lazer (Piscinas, ginásios, saunas, entre outras):** Aumentar as condições de lazer proporcionadas. As funções geralmente são uma conjuntura dos outros controles, mas por estarem a áreas tão distintas tal como o caso de uma piscina interna, merecem um tratamento especial.
- **Tecnologia Utilizada:** Esta é a única que não tem a tradução direta em serviços, mas o que se pretende é quantificar o possível obsolescência do sistema a uma possível atualização de modo a satisfazer futuras necessidades do usuário.

### ***Quantificação Matemática da Importância de uma Determinada Função no Conjunto do Sistema***

Esta quantificação é a tradução da importância de um subsistema ou subserviço de uma área de automação, já defendida posteriormente. Este resume-se à quantificação de uma escala decimal. Este valor deve ser da responsabilidade de uma futura legislação nacional ou internacional, de modo a garantir uma isenção de opinião intrínseca. Outra responsabilidade

dessa futura legislação é a divisão das diversas áreas de automação em serviços ou funcionalidades.

Neste trabalho toma-se valores apenas de referência, tal como a divisão em serviços, mas apenas para uma questão de conseguir os elementos necessários para o resto do método. Segue-se um exemplo para sistemas de gestão de entradas e agente de manutenção na Figura 2.

Resumindo:

Peso da Função  $j = PF_j$

$$\text{Peso da Função } j \text{ na Solução} = PFS_j = \frac{PF_j}{\sum_{i=1}^n PFi}$$

$$\text{Peso da Função } j \text{ em Importância} = PFI_j = PF_j / \text{Max}_{i=1}^n (PF_i)$$

Sistema de Gestão de Entradas e Agente de Manutenção			
	nota da área		77,14%
Este serviço tem por objectivo tornar mais eficaz e facilitar as tarefas a cargo das pessoas responsáveis pela (s) portaria (s) de um edifício.	PF	PFS	PFI
As principais funções oferecidas são:			
✓ Facilitar a identificação de pessoas a partir de informação pessoal (nome, título), a partir do cargo desempenhado na organização (diretor de departamento, responsável pela contabilidade, relações públicas) ou a partir do motivo da visita (entrega de um bem, reparação de um equipamento);	8	14,81%	0,8
✓ Fornecer informação sobre como contactar determinada pessoa (por exemplo, qual a sua extensão telefónica) para confirmar se ela deseja receber uma certa visita;	6	11,11%	0,6
✓ Registrar de mensagens de visitas para visitados e vice-versa;	6	11,11%	0,6
✓ Controlar e registar entradas e saídas de pessoas e equipamentos;	8	14,81%	0,8
✓ Fornecer informação sobre a organização (ou organizações) existentes no edifício e quais as atividades a que se dedicam;	9	16,67%	0,9
✓ Tratar situações de acesso periódico ao edifício por parte de pessoal de limpeza, pessoal de manutenção, gestão de chaveiros, etc;	10	18,52%	1
✓ Contemplar situações de emergência, impedindo o acesso de mais pessoas ao edifício e facilitando a saída das pessoas que estão no seu interior.	7	12,96%	0,7
total	54	100,0%	5
medias	7,7	14,29%	77,14%

Figura n.º 2 - Tradução do “View-Point” Imparcial

O registro de mensagens refere-se a 11,11% da solução de “Sistema de Gestão de Entradas e Agentes de Manutenção” e 0,6 é o seu peso em importância relativa a função de maior peso da solução.

***Quantificação Matemática do Nível Interativo do “View-Point” do Grupo de Investidores.***

Para a quantificação matemática do nível de serviços oferecidos pelo imóvel é necessário quantificar a solução proposta pelo investidor ou projetista com base do ponto de vista da eficiência da solução adotada.

Para isso fizemos uma tabela de tradução da eficiência em percentagens:

Tabela n.º 2 - Tradução das Eficiência das Soluções em Percentagens.

%	Tipo de Solução
0 %	Não tem solução
20 %	Solução com eficiência muito fraca
40 %	Solução com eficiência fraca
60 %	Solução com uma eficiência regular
80 %	Solução com uma eficiência boa
100%	Solução com uma eficiência excelente

Esta nota ou percentagem é atribuída a cada uma das funcionalidades que foram definidas. Para se ter quantificação da funcionalidade, basta efetuar a multiplicação da percentagem da eficiência pelo peso ou importância atribuída pela legislação ou órgão independente à função e dividir pela média dos pesos da solução. Chegando ao valor da quantificação matemática da nota de cada uma das funções do sistema (TSC), basta apenas calcular o somatório destas notas de modo a obter a nota da área em análise (STSC).

Resumindo:

Quantificação da solução do construtor = SC (a percentagem da eficiência da solução traduzida em percentagem)

$$\text{Total da SCj} = \text{TSCj} = \frac{PFj}{\sum_{i=1}^n PFi} * SC$$

$$\text{Soma TSC} = \text{STSC} = \sum_{i=1}^n (\text{TSC})$$

Tal como se mostra na Figura 3 em baixo é elaborado uma tabela de cálculo em ferramenta de Excel® onde se calculam estes resultados.



Sistema de Gestão de Entradas e Agente de Manutenção			
	Nota da área		72,59%
Este serviço tem por objectivo tornar mais eficaz e facilitar as tarefas a cargo das pessoas responsáveis pela (s) portaria (s) de um edifício.	PF	SC	TSC
As principais funções oferecidas são:			
✓ Facilitar a identificação de pessoas a partir de informação pessoal (nome, título), a partir do cargo desempenhado na organização (diretor de departamento, responsável pela contabilidade, relações públicas) ou a partir do motivo da visita (entrega de um bem, reparação de um equipamento);	8	60%	6,89%
✓ Fornecer informação sobre como contactar determinada pessoa (por exemplo, qual a sua extensão telefónica) para confirmar se ela deseja receber uma certa visita;	6	60%	6,67%
✓ Registrar de mensagens de visitas para visitados e vice-versa;	6	60%	6,67%
✓ Controlar e registar entradas e saídas de pessoas e equipamentos;	8	80%	11,85%
✓ Fornecer informação sobre a organização (ou organizações) existentes no edifício e quais as atividades a que se dedicam;	9	80%	13,33%
✓ Tratar situações de acesso periódico ao edifício por parte de pessoal de limpeza, pessoal de manutenção, gestão de chaveiros, etc;	10	80%	14,81%
✓ Contemplar situações de emergência, impedindo o acesso de mais pessoas ao edifício e facilitando a saída das pessoas que estão no seu interior.	7	80%	10,37%
somatório	54	STSC	72,59%
medias	7,7	71,43%	10,37%

Figura n.º 3 – Demonstração da Quantificação do “View-Point” do Construtor.

No exemplo demonstrado na Figura 3, pode-se observar que a solução “registro de mensagens” tem o peso de função 6 que foi atribuído anteriormente e o hipotético construtor deu uma cotação de eficiência a solução implementada de 60% por isso vai ter uma nota na escala total das soluções (TSC) desta área de 6,67%, o somatório dos totais destas funcionalidades (STSC) vai ser de 72,59%.

Futuramente esta ferramenta vai ser disponibilizada em formato HTML.

### ***Quantificação Matemática do Nível Interativo do “View-Point” do Grupo dos Utilizadores do Imóvel.***

A quantificação do “view-point” do utilizador segue a mesma semântica, mas com uma diferença, o utilizador vai atribuir duas notas, quer dizer, uma ao conjunto de serviços ou sistema e outra para as funções dos serviços individualmente, de modo a se ter um resultado mais preciso.

A nota atribuída ao sistema ou grupo de serviços é em percentagem e traduz uma importância dada ao sistema. Depois de se ter a nota de cada sistema, divide-se esta pelo somatório das notas dos diversos sistemas de modo a se obter a importância desta em relação aos outros sistemas, tal como mostra a figura 4 em baixo.

$$\text{Nota da Área} = \text{NA}$$

$$\text{Peso da Área } j \text{ na solução total} = PA_j = \frac{NA_j}{\sum_{i=1}^n NA_i}$$

Os sistemas ou controles são os seguintes:		NA	PA
segurança gestão de entradas	60 % - quer uma solução regular ▼	60,00%	15,79%
"HVAC"	20 % - quer uma solução muito fraca ▼	20,00%	5,26%
distribuição audio e video	40 % - quer uma solução fraca ▼	40,00%	10,53%
irrigação	60 % - quer uma solução regular ▼	60,00%	15,79%
segurança alarmes técnicos	80 % - quer uma solução boa ▼	80,00%	21,05%
segurança intrusão	40 % - quer uma solução fraca ▼	40,00%	10,53%
iluminação	60 % - quer uma solução regular ▼	60,00%	15,79%
áreas de lazer	20 % - quer uma solução muito fraca ▼	20,00%	5,26%
media		47,50%	12,50%
Total :		3,8	8

Figura n.º 4 – Demonstração da Quantificação do Usuário Para Uma Área Geral

Para o exemplo em cima na Figura 4 pode-se observar que o futuro utilizador atribui uma importância (NA) de 60% para a área de “Segurança e Gestão de Entradas” o que se traduz numa necessidade ou desejo de uma solução regular. Devido ao numero de áreas e aos diversos pesos atribuídos a elas vamos ter que o peso desta área em relação as outras é de 15,79%.

Posteriormente se tem de fazer o cálculo de cada uma das soluções ou serviços do sistema tal como mostra a Figura 5 embaixo, para se conseguir obter o valor real da quantificação (NTA), o utilizador vai atribuir uma nota a cada uma das funcionalidades (NF) segundo a mesma métrica. Essa nota vai ser multiplicada pelo respectivo peso (PTF) mas em percentagem (NTF). Para obter o NTA basta somar todos os NTF's de modo a se obter o valor total do sistema (76,389% da ultima linha e primeira coluna).

Para saber qual o peso total deste sistema no conjunto de sistemas então basta multiplicar o valor obtido anteriormente pelo peso do sistema no conjunto, que já foi calculado (PA) na figura 4, e transportar para a segunda linha da figura 4 em baixo (15,79%). O resultado está representado na ultima linha e com o seguinte valor 12,06% (NTAT).



Resumo:

Nota da área = NA (nota em percentagem atribuída)

$$\text{Peso da área} = PA_i = \frac{NA_i}{\sum_{j=1}^n NA_j}$$

Nota da funcionalidade = NF (nota atribuída pelo utilizador a funcionalidade)

$$\text{Peso Total da Função } i = PTF_i = \frac{NF_i}{\sum_{j=1}^n NF_j}$$

$$\text{Nota Total da Funcionalidade } i = NTF_i = \frac{NF_i * PTF_i}{\sum_{j=1}^n NF_j}$$

$$\text{Nota Total da Área} = NTA = \sum_{j=1}^n NTF_j$$

$$\text{Nota Total da Área Total} = NTAT = NTA * PA$$

Sistema de Gestão de Entradas e Agente de Manutenção	NA	60,00%	
Este serviço tem por objectivo tornar mais eficaz e facilitar as tarefas a cargo das pessoas responsáveis pela(s) portaria(s) de um edifício.	PA	15,79%	
As principais funções oferecidas são:	PF	PTF	NTF
✓ Facilitar a identificação de pessoas a partir de informação pessoal (nome, título), a partir do cargo desempenhado na organização (diretor de departamento, responsável pela contabilidade, relações públicas) ou a partir do motivo da visita (entrega de um bem, reparação de um equipamento);	60 % - quer uma solução reg		
	8	11%	8,89%
✓ Fornecer informação sobre como contactar determinada pessoa (por exemplo, qual a sua extensão telefónica) para confirmar se ela deseja receber uma certa visita;	100% - quer uma solução ex		
	6	17%	10,00%
✓ Registrar de mensagens de visitas para visitados e vice-versa;	60 % - quer uma solução reg		
	6	11%	6,67%
✓ Controlar e registar entradas e saídas de pessoas e equipamentos;	100% - quer uma solução ex		
	8	17%	13,33%
✓ Fornecer informação sobre a organização (ou organizações) existentes no edifício e quais as actividades a que se dedicam;	100% - quer uma solução ex		
	9	17%	15,00%
✓ Tratar situações de acesso periódico ao edifício por parte de pessoal de limpeza, pessoal de manutenção, gestão de chaveiros, etc;	100% - quer uma solução exc		
	10	17%	16,67%
✓ Contemplar situações de emergência, impedindo o acesso de mais pessoas ao edifício e facilitando a saída das pessoas que estão no seu interior.	40 % - quer uma solução fra		
	7	9%	5,83%
	NTA	NTAT	
	76,389%	12,06%	

Figura 5 – Demonstração da Quantificação do “View-Point” Específico Para o Sistema de Gestão de Entradas e Agentes de Manutenção.

No exemplo do “Registro de Mensagens” a nota que o hipotético futuro utilizador atribuiu foi de 60% (NFi) que se traduz na necessidade ou requisito de uma solução regular. Esta necessidade vai ter um peso total na função de 11% (PTF) e a nota dessa funcionalidade é de 6,67% (NTF).



### ***Quantificação Matemática do Nível de Inteligência Interativo***

Para quantificar matematicamente o nível de interativo de inteligência do imóvel tem de se fazer um apanhado dos valores já calculados anteriormente. Para isso faz-se uma tabela onde se inclui os valores das percentagens do nível oferecidas pelo projeto e requeridas pelo usuário, tal como se mostra na Figura 6. Calcula-se ainda os somatórios, médias e máximos tal como demonstrado em baixo.

	projecto STSC%	usuário NTA% parcial	NTAT %(total)
Segurança G. de Entradas e A. de "HVAC"	72,6%	76,4%	12,1%
Distribuição Audio e Video	62,1%	66,9%	3,5%
Sistema de Irrigação	65,7%	71,4%	7,5%
Segurança e Alarmes Técnicos	70,3%	69,1%	10,9%
Segurança Intrusão	66,4%	66,4%	14,0%
Iluminação	62,4%	58,5%	6,2%
Áreas de Lazer	83,2%	80,0%	12,6%
	64,0%	68,0%	3,6%
máximo	83,2%	80,0%	14,0%
médias	68,3%	70,0%	8,9%
total			70,8%

Figura 6 – Apanhado dos Diversos Valores já Calculados

Com base nesses valores calcula-se a percentagem de satisfação dos requisitos do projeto “área com satisfação”, para isso obtemos o valor mínimo de cada um dos “STSC” e “NTA” entre as especificações do projeto e os requerimentos do usuário, estes valores são de fácil percepção no gráfico radar demonstrado mais a frente. Daqui tira-se a conclusão que para o exemplo, a média de requisitos do utente atendidos e não ultrapassados foi de 67,3% das especificações do projeto.

Como o usuário do exemplo tem uma necessidade de apenas 70,4% vai-se dividir a media da satisfação (67,3%) pelo total das necessidades do usuário (70,4%) de modo a ter a real medida da percentagem das especificações que foram cumpridas, este resultado são os “requisitos respeitados” que se traduz em 95,7%.

Para a quantificação do nível de inteligência do imóvel ainda se vai ter em conta as penalizações por excesso ou falta de cumprimentos das necessidades do futuro utilizador. Para isso elaborou-se um método muito simples que contempla quatro cenários de forma interativa. O método das penalizações tem que atender aos seguintes cenários:

Se a área de serviços é muito importante para o utilizador aplica-se um fator corretivo percentual associado a diferença de níveis de modo a penalizar muito a falta e pouco o excesso.

No caso de área ter pouca importância faz-se exatamente o contrário mas seguindo a mesma metodologia, penalizar mais o excesso que a falta de serviços pouco relevantes.

Como trabalhos futuros iremos tratar como um fator de redução ou maximização de penalização com base em uma relação de custo versus quantidade ou qualidade de serviço.

Para conseguir estes quatro cenários, em primeiro lugar identifica-se a importância que foi atribuída a cada uma das áreas pelo utilizador “peso importância”, este valor já foi atribuído tal como verifica na Figura 4, representada acima.

O próximo passo é a distinção das áreas que não foram totalmente satisfeitas e as áreas onde as necessidades foram superadas, para isso usa-se um filtro de binário.

Para o cálculo da penalização por não satisfação vai-se usar um filtro binário e multiplicá-lo pelo “erro absoluto” que é o valor do “usuário NTA parcial” menos o “projeto STSC” pelo “peso”. No cálculo da penalização do excesso se faz a mesma métrica mas em vez de se multiplicar pelo peso, multiplica-se pelo peso menos um ou seja pelo seu complementar.

Com este método consegue-se atender os quatro cenários de penalizações acima descritos.

Finalmente, para calcular o nível de inteligência interativo basta subtrair aos requisitos respeitados “95,7%”, as penalizações “6,33% + 4,09%”, o que nesse exemplo será “85,24%”. Estes resultados podem ser observados na Figura 6 que se segue.

	projeto STSC%	usuário NTA% parcial	NTAT %(total)	área com satisfação	peso import	não sat	sup	pena não satisfação	pena de superar	erro absoluto
Segurança G. de Entradas e A. de "HVAC"	72,6%	76,4%	12,1%	72,6%	0,60	1	0	2,28%	0,00%	3,8%
Distribuição Audio e Video	62,1%	66,9%	3,5%	62,1%	0,20	1	0	0,97%	0,00%	4,8%
Sistema de Irrigação	65,7%	71,4%	7,5%	65,7%	0,40	1	0	2,29%	0,00%	5,7%
Segurança e Alarmes Técnicos	70,3%	69,1%	10,9%	69,1%	0,60	0	1	0,00%	0,48%	-1,2%
Segurança Intrusão	66,4%	66,4%	14,0%	66,4%	0,80	0	0	0,00%	0,00%	0,0%
Iluminação	62,4%	58,5%	6,2%	58,5%	0,40	0	1	0,00%	2,34%	-3,9%
Áreas de Lazer	83,2%	80,0%	12,6%	80,0%	0,60	0	1	0,00%	1,26%	-3,2%
	64,0%	68,0%	3,6%	64,0%	0,20	1	0	0,80%	0,00%	4,0%
máximo	83,2%	80,0%	14,0%							
medias	68,3%	69,6%	8,8%	67,3%	0,5	50,0%	37,5%			
total			70,4%	95,7%				6,33%	4,09%	
requisitos respeitados =	95,7%	nível de intelig do imóvel =		85,24%	nível de serviços do usuário =			69,6%	nível de serviços do projeto =	68,3%

Figura 7 – Cálculos do Nível de Inteligência Interativo.

Pode-se observar que por exemplo a área de “Segurança e Gestão de Entradas e Alarmes Técnicos” tem um projeto com uma solução de 72,6% de eficácia, mas o hipotético futuro utilizador tem uma necessidade de 76,4% logo o projeto não satisfaz as necessidades do utilizador em 3,8% (erro absoluto) e como o peso desta área é de 0,6 ou 60% a penalização por não satisfação de requisitos é a multiplicação destes dois últimos valores, o que dá 2,28% (pena não satisfação).

### ***Método Para a Visualização do Nível de Inteligência Interativo.***

O método para a visualização do nível de inteligência interativo e serviços de automação baseia-se em um gráfico tipo radar em que cada um dos eixos vai representar os diversos tipos de serviços numa escala mensurável de escala linear. O significado da escala está intimamente ligado aos serviços oferecidos, por isso, no caso de o HVAC ter nota de 100% para a entrada de projeto, isso implicaria diretamente que este sistema fosse totalmente automatizado. Mas quem seriam os usuários que pretenderiam um tipo de automação deste gênero? É o caso de um centro de cirúrgico ou um “bucker” nuclear, por exemplo.

Por isso para a quantificação do nível de inteligência do HVAC ser 100% para um determinado utilizador, este tem de respeitar exatamente as suas necessidades. Tendo de haver uma penalização pelo excesso ou pela falta de serviços oferecidos, essa penalização também tem de ter em conta a importância a que utilizador dá ao HVAC, pois se o utilizador

dá uma importância grande, a penalização pela falta tem de ser maior para a falta do que para a perda, no caso de a importância ser pequena, então a penalização do excesso tem de ser maior, conforme se descreveu anteriormente.

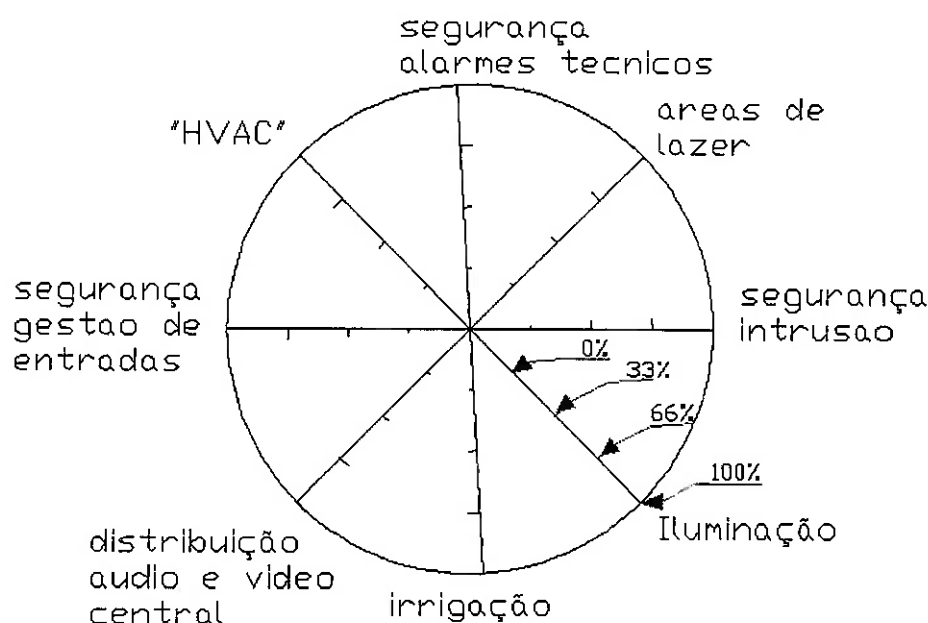


Figura 8 – Demonstração de Um Gráfico Tipo Radar Multi-Dimensional

O gráfico tem duas entradas uma é a dos requisitos ou importância de cada uma das áreas de serviços para o utilizador. A segunda vai ser a quantificação de serviços do projeto pelo construtor ou projetista.

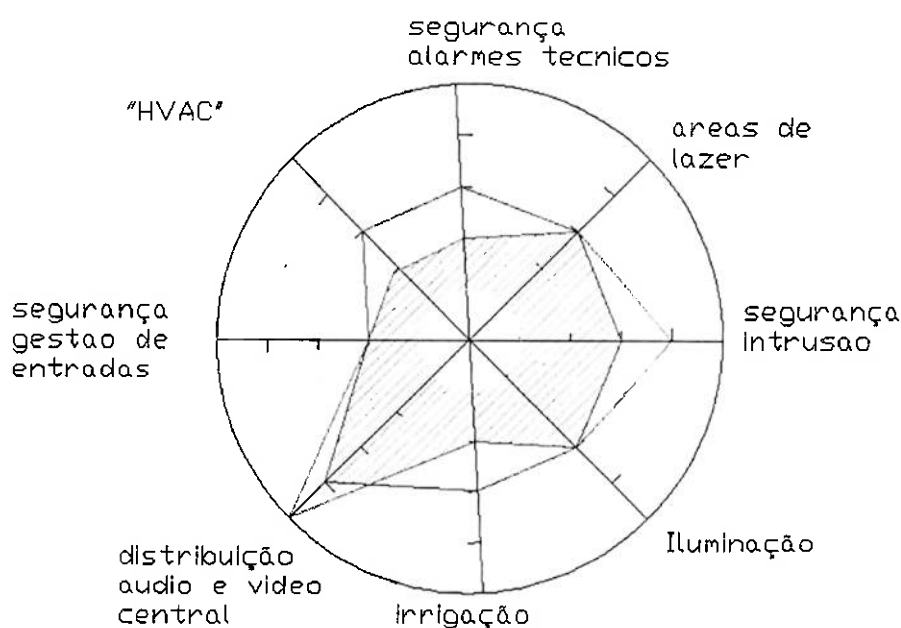


Figura 9 – Exemplo do gráfico simplificado, com a demonstração de dois níveis de serviços e do resultado da sua intersecção.

Da figura acima pode-se observar dois gráficos, um desenhado a linha vermelha e outro a linha azul, ainda se pode observar a iteração destes dois que é a real pintada a verde.

A linha azul representa a quantificação matemática das necessidades do futuro utilizador, enquanto a linha a vermelho representa as funcionalidades ou serviço oferecidos pelo imóvel. A intersecção dos dois gráficos é a quantificação das necessidades atendidas.

A linha amarela é o zero do gráfico.

Tal como mostra o exemplo o nível de serviços pretendidos pelo utilizador é definido pela linha vermelha e o proposto pelo imóvel está definido com a linha azul. A satisfação do projeto ou o respeito pelos requisitos do utilizador é a intersecção destas duas áreas ou seja a área marcada a verde. No exemplo mencionado acima a área verde é a representação gráfica dos 67,3%.

Como se mostra em cima este método é extremamente útil pois pode ser feito com base em ferramentas de um arquivo de Excel, devido a sua fácil percepção é fácil visualização das necessidades de esculpir mais as áreas segurança – intrusão e distribuição de áudio e vídeo, enquanto as áreas de lazer, iluminação e gestão de entradas estão prontas. As restantes áreas podem ser revistas pois devido ao seu sub-dimensionamento, estão a provocar uma inflação econômica.

Este método tem a possibilidade de uso por parte do mercado imobiliário de edifícios prontos para venda, proporcionando ao comprador informação sobre o imóvel que melhor se adequa. Para isso basta fazer um gráfico para os imóveis e um gráfico para o cliente, comparando estes dados conclui-se qual o imóvel que tem mais área comum do gênero da área verde acima mencionada em relação à área total, área magenta na Figura 9.



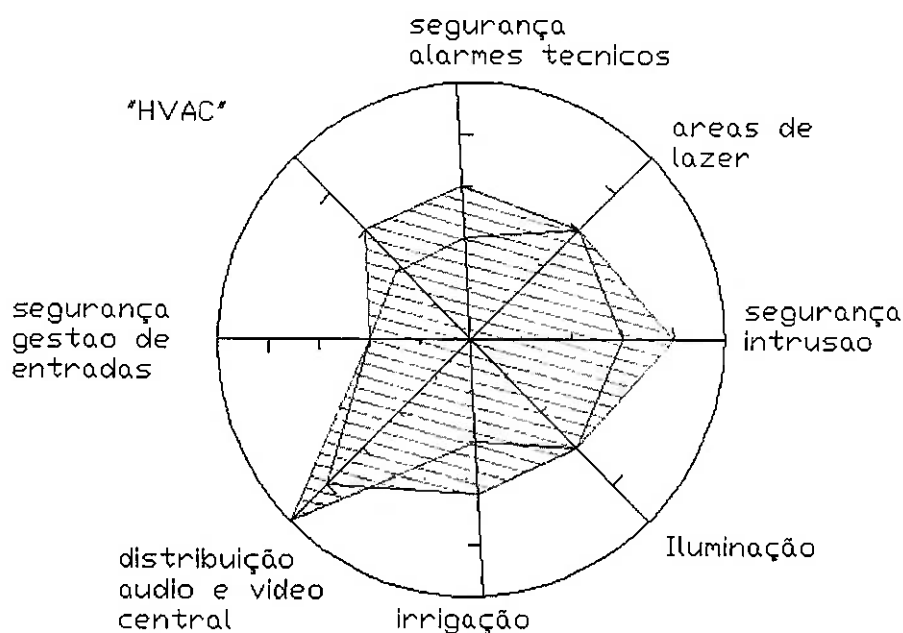


Figura 10 - Demonstração dos Serviços Totais em Jogo,  
Para a Contabilização da Inteligência do Imóvel.

Neste gráfico apenas estão representadas as linhas das necessidades do utilizador a vermelho e as oferecidas pelo imóvel a azul.

Uma grande vantagem do uso deste gráfico é a possibilidade da percepção do nível de inteligência interativo do imóvel como uma relação dimensional entre a área conjunta (cor verde na Figura 9) e a área total (cor magenta na Figura 10). Com este método conseguimos penalizar e quantificando o excesso de serviços desnecessários (cor amarela Figura 11) sem utilidade, tal como a falta (cor de laranja Figura 11) para cada um dos utilizadores.

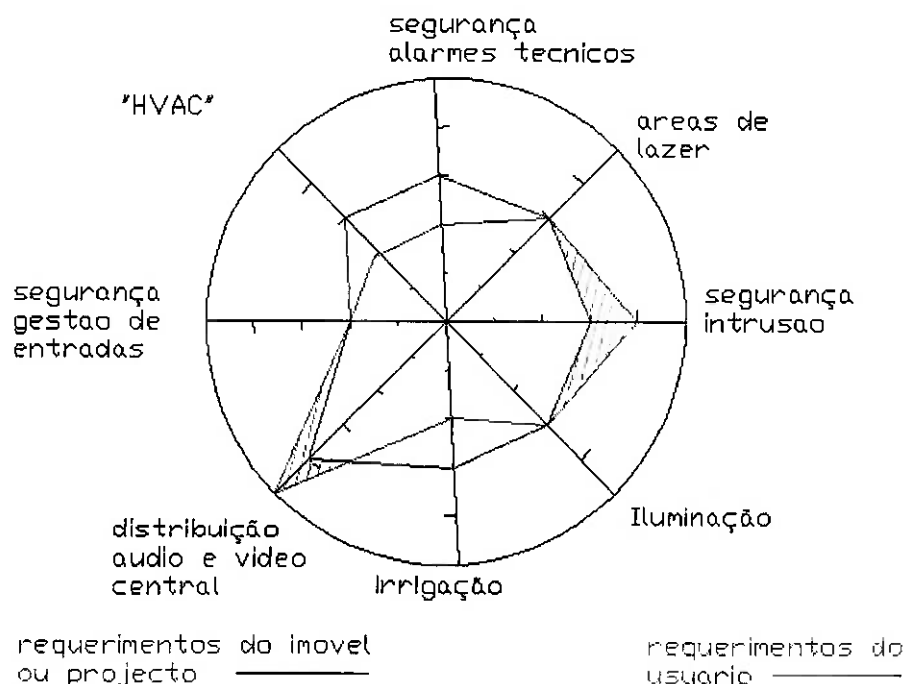


Figura 11 – Demonstração das áreas de excesso e falta de funcionalidades ou serviços.

Neste gráfico estão representadas as áreas de excesso a laranja e as áreas de não cumprimento dos requisitos a amarelo.

### Conclusões do Método de Avaliação do Nível de Inteligência

Devido ao grande numero de áreas e subseqüentemente eixos do gráfico pode-se dividir o gráfico em vários gráficos parciais, somando no fim as diversas áreas.

As questões responsáveis pela quantificação dos serviços e conseqüentemente da inteligência do projeto não estão diretamente ligadas a questão da tecnologia usada mas da real utilidade do sistema e conseqüentemente da integração de sistemas para melhorar a performance do sistema total. As questões usadas no método estão em anexo, divididas por área de aplicação.

Outra grande vantagem deste método é a sua grande flexibilidade, existindo apenas um questionário, adaptando-se as várias aplicações. Por exemplo, no caso de uma casa plana sem elevador basta preencher o campo de “Nota de Área – NA” do elevador com zero que automaticamente a ferramenta fica pronta a usar com ausência de erro.

Com esta ferramenta torna-se muito mais fácil a percepção das necessidades do futuro utilizador, tal como se pode ser comprovado nas Figuras 12 e 13. Assim o projetista consegue fazer uma automação baseando-se numa base de dados de especificações e

soluções já efetuadas anteriormente. Deste modo a fase de projeto dos sistemas de automação é reduzida consideravelmente.

A Figura 12 é a aplicação do gráfico radar para o exemplo que se mostra na Figura 1 a 6, e a Figura 13 o gráfico tipo coluna dos mesmos dados. Tal como se pode observar pela comparação das duas figuras abaixo, o gráfico radar tem uma maior visibilidade e percepção dos dados.

Outra vantagem ou justificativa para aplicação deste método antes da construção do imóvel está na facilidade do levantamento de requisitos que pode e deve ser utilizada pelo arquiteto ou engenheiro civil e não só pelo projetista do sistema de automação. Como consequência do projeto de automação e civil não estarem integrados, vai-se ter um aumento de custos considerável devido a reconstruções, por exemplo o arrombamento de paredes para a passagem da cabeamento de automação, quando estes podiam ter sido implementados ao mesmo tempo do cabeamento elétrico. Estes erros de falta de integração e coordenação são casos bastante comuns.

A aplicação deste método antes da construção do imóvel tem outras vantagens devido a possibilidade de visualização da quantificação das funcionalidades propostas por um projeto e como ele se cruza com o “*view-point*” do usuário, permitindo assim uma personalização máxima do projeto de automação.

As questões usadas neste método de quantificação estão no Anexo 3 e este formulário vai estar disponível brevemente em formato de HTML

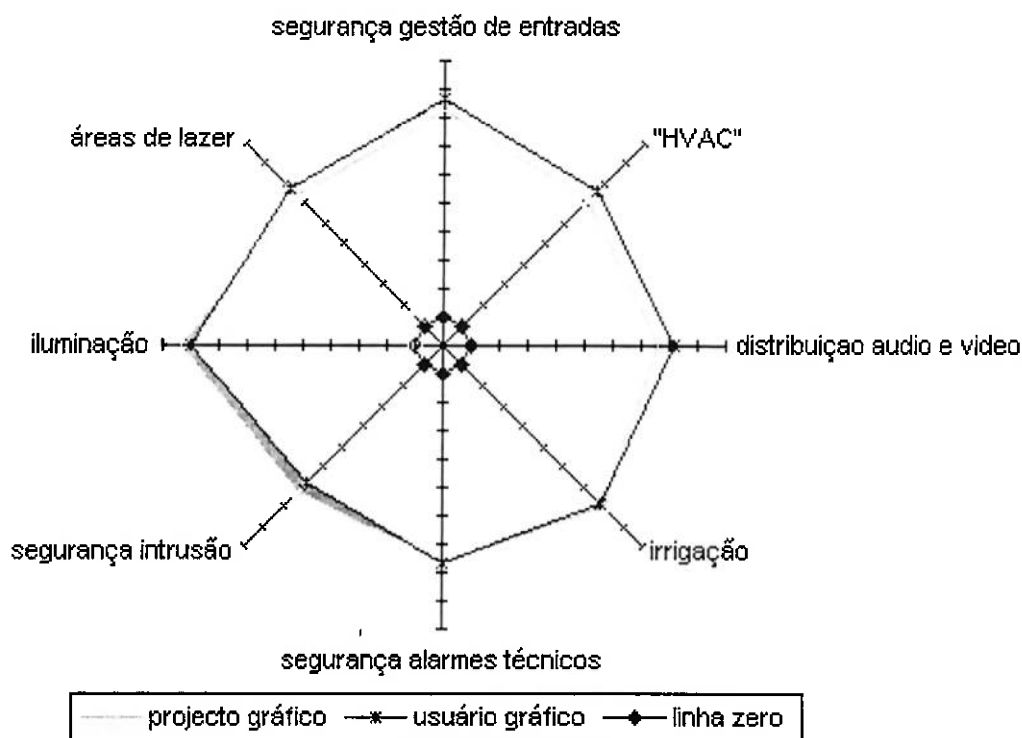


Figura 12 – Demonstração para o exemplo mencionado em cima em gráfico radar

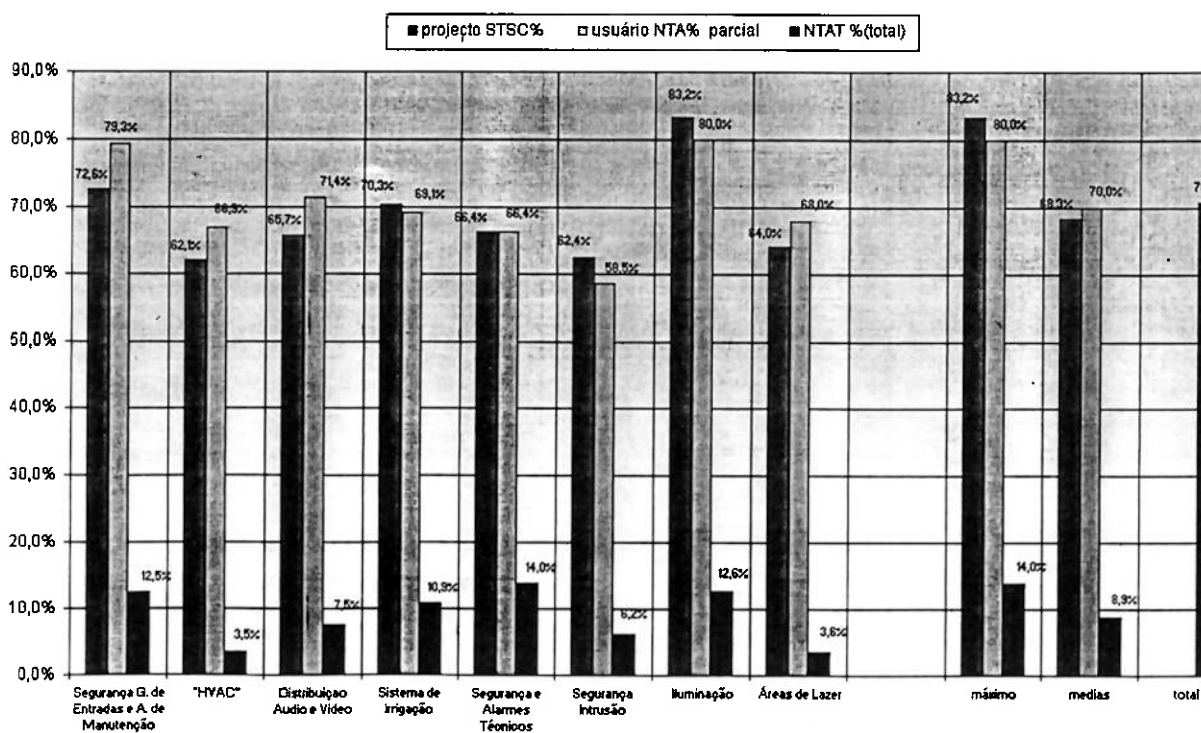


Figura 13 – Demonstração para o exemplo mencionado em cima em gráfico de colunas

## **A Problemática de Projeto não Orientado ao Objeto.**

Uma das graves problemáticas dos sistemas automatizados é a resistência a automação orientada ao objeto. Esta resistência também é um reflexo da falta de integração de sistemas e, conseqüentemente, no nível de inteligência do imóvel.

O grande problema da automação não orientada é a sua limitação, por exemplo, a automação dividida por áreas da habitação torna-se quase impossível de implementar devido ao fato de gerar uma rede de cabeamento desproporcional, que logo implicará numa resistência ainda maior a integração.

Um caso muito simples é um exemplo de um assalto num edifício de escritórios comerciais. Com a automação não orientada o máximo que se pode fazer quando se detecta um sinal de alarme é a atuação separada desse subsistema, que disparará o alarme sonoro e bloqueará a área invadida do imóvel para garantir o rastreamento do responsável, com mais facilidade e eficácia em tempo de detecção e resposta. A automação orientada a objetos permite uma integração de sistemas mais simples e por isso detectar exatamente o local onde se deu o sinal de alarme, tipo de sinal (por exemplo, quebra de vidro, sensor de movimento ou alarme direto), informar os responsáveis de segurança, ativar a gravação vídeo dessa área além de poder bloquear uma área mais restrita e ter a garantia que o responsável pela ativação do sinal do alarme ser rastreado. Todas estas vantagens são alcançadas por um sistema integrado muito simples se optarmos por uma orientação ao objeto, no caso da não orientação também se pode alcançar uma solução integrada, mas com um sistema muito mais complexo. O maior benefício está na simplicidade de integração dos sistemas, por exemplo no sistema de intrusão com o de sonorização que avisará os condôminos e solicitará ao invasor que fique onde está; CFTV e trava das portas já são do sistema de intrusão; Elevadores - bloquear no andar/ local invadido etc.

Esta é a grande vantagem da automação orientada ao objeto além de existirem ferramentas “UML” que facilitam o desenho, programação, escolha de equipamento e evitar erros que são previstos por estas ferramentas no decorrer do projeto orientado a objeto.



## **Projeto Exemplo de Orientação a Objeto**

O projeto de automação tem como alvo um condomínio horizontal, o grande motivo da automação destes imóveis é colmatar a falsa promessa de baixos custos.

Estes condomínios são compostos por vários imóveis rasteiros geralmente na ordem das centenas destinados a classe média alta, em locais de baixo custo da terra que são urbanizados e cercados de rodovias de acesso e infra-estrutura logística. Um dos apelos para este novo tipo de moradia é o “*value of money*”, uma boa casa por um bom preço, se considerado um imóvel equivalente em região já urbanizada previamente.

O grande problema é que devido as suas características de concentração de dinheiro, dispersão física e a oferta de vários serviços comunitários. Os problemas são da ordem de segurança, logística, eficiência energética, desfasamento energético e gestão de espaços entre outros.

### ***Descrição das Necessidades do Cliente no Âmbito do Projeto.***

O principal alvo deste tipo de imóveis é classe media alta como tal temos de privilegiar as suas necessidades psicológicas e físicas.

Uma das maiores necessidades desta classe social é a segurança pessoal, o conforto e a redução de custos.

Para esse projeto, o fundamental é a detecção de intrusão com a possibilidade da habitação estar ocupada pelos donos ou da casa estar vazia, em período de trabalho.

Uma característica deste tipo de cliente é ter um horário de presenças na casa bem definido e por isso a problemática da intrusão tem maior incidência nesses períodos de ausência. Não é de desprezar o aumento de intrusões nas habitações com a finalidade de seqüestrar os habitantes da residência. No entanto a maioria dos casos a intrusão é feita antes do cliente chegar a habitação, por exemplo antes de chegar do local de trabalho, de modo a ser apanhado desprevenido.

### ***Análise de Especificações***

As especificações do projeto são muito importantes, pois delas depende o sucesso do projeto.

O grande fator das especificações é o conceito de missão do imóvel.

O imóvel tem a missão de servir ao nível do conforto, oferecer segurança e, se possível, reduzir ao máximo os desperdícios. Um problema da redução de gastos é conseguido com a valorização do imóvel, assim é preciso e possível considerar a amortização do valor inicial.

Outra especificação é a privacidade e condições de descanso apropriadas. Daí se conclui que as especificações principais são condições de:

- Conforto.
- Descanso.
- Segurança acrescida.
- Economia.

Por este motivo o alvo desse projeto vai ser o sistema de segurança e manutenção, luzes e um sistema de acompanhamento do estado do imóvel.

### ***Consulta dos Valores Referência do Mercado***

Quando o estudo do mercado imóvel estiver disponível ele vai ser de extrema importância, pois com este estudo se saberá os requisitos mínimos, os dispositivos básicos apenas com a informação do tipo de imóvel, classe social e a função que vai exercer.

### ***Limitações do Projeto Não Orientado.***

A automação pelo método convencional não é a mais adequada para a integração de sistemas. Torna-se bastante difícil integrar vários sistemas pelo método comum, além de se não conseguir a máxima performance dos sistemas instalados.

A rede apenas contempla uma pequena habitação e o resultado é uma rede enorme com varias subredes.

Se por um lado a habitação é maior ou menor fisicamente não implica num aumento substancial da rede, o que implica numa perda de eficácia muito grande; por outro lado a inclusão de mais habitações na rede vai disparar o aumento da rede tornando-a impossível de retificar numa futura alteração. Por exemplo, a inclusão de mais um sistema vai alterar em muito a rede principal e as subredes.

## Diagramas UML

Nesta fase elaborara-se os vários diagramas UML, primeiro de um modo genérico para depois os desenhar já com os controladores escolhidos de modo a que no final seja relativamente simples montar a rede de Petri do sistema, para o caso genérico e para o caso real.

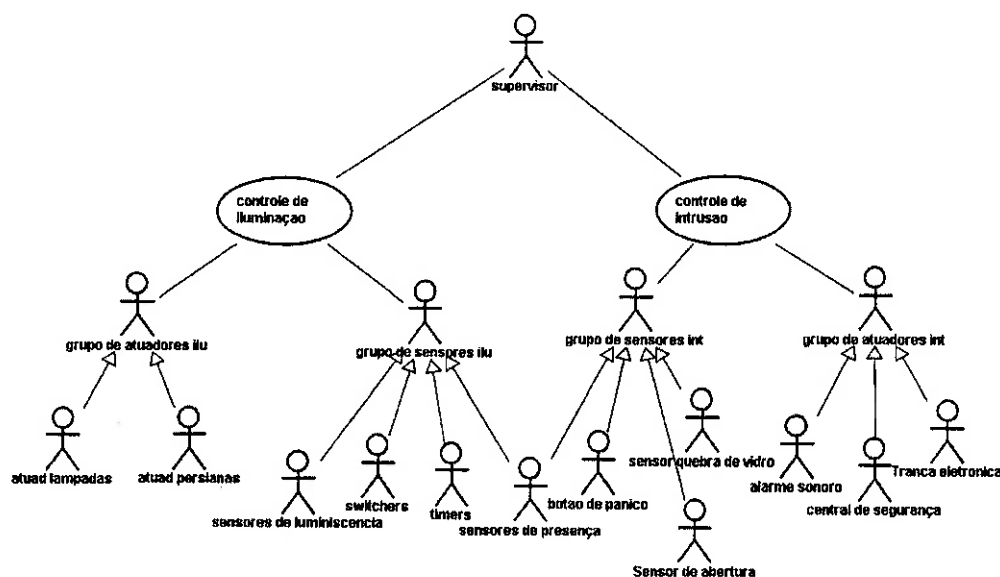
Os diagramas que a realizar são:

- Diagrama de Caso de Uso – a função deste diagrama é mostrar os atores (pessoas, programas, equipamentos ou outros usuários do sistema), casos de uso (os cenários onde eles usam o sistema), e seus relacionamentos.
- Diagrama de Classe – mostra as classes com atributos, métodos e seus relacionamentos.
- Diagrama de Seqüência – faz a alusão seqüência das chamadas do método feitas para outros objetos.
- Diagrama de Colaboração – ilustra os objetos com os seus relacionamentos, colocando ênfase nos objetos que participam na troca de mensagens.
- Diagrama de Estado – são as mudanças de estado e eventos num objeto, também pode ser uma parte do sistema.
- Diagrama de Atividade – demonstra as atividades e as mudanças de uma atividade possíveis para outra com os eventos ocorridos em alguma parte do sistema.





### Diagrama *Use Case* do Projeto Orientado ao Objeto.



**Figura 14 - “Use Case” do Projeto Orientado**

O diagrama de *Use Case* (Figura 14) deste novo sistema orientado ao objeto acaba por ser bem diferente do que é feito para o sistema não orientado. Desde logo podemos perceber o porquê deste sistema se chamar orientado ao objeto.

O sistema tem apenas dois subcontroladores e um supervisor.

Outra característica da integração é a não duplicação de sensores, permitindo a colocação de vários sensores do mesmo gênero em sistemas diferentes, pois eles partilham informações pelo supervisor.

A grande vantagem deste método é a uniformização dos controladores lógicos evitando a necessidade de controladores com muitas entradas, reduzindo o preço destes.

Como o sistema está desenhado com direcionamento ao objeto vai poder se saber exatamente qual o objeto responsável pelo sinal, por exemplo, com o sinal do detector de presença o sistema vai poder verificar se existem movimentos autorizados naquela sala ou setor e além de passar a informação para o sistema de iluminação através do supervisor.



## Proposta de um método sistêmico para a modelagem e design para automação residencial

### 1. Introdução

A integração das fases de projeto tem sido assunto de acirrada discussão no meio de modelagem e design de projetos em Engenharia. Recentemente, o método unificado (*Unified Process*) acena com uma proposta unificadora, onde fases genéricas se superpõem durante todo o ciclo de vida, sem que deixem de existir abruptamente. A quebra do conceito de fases que se sucedem (implicando que se encerram e dão lugar a uma próxima) tem se tornado unanimidade em todos os ramos da engenharia, e não apenas na engenharia de software, onde foi lançado.

Porém, em automação predial e residencial, há ainda outro problema, que é a integração de fases que pertencem a domínios distintos, conforme a classificação clássica dos ramos da engenharia. Assim, em qualquer edificação temos um misto de coexistência, meio conflituosa, meio pacífica, entre os projetos de construção, elétrico, hidráulico e modelagem de espaço (arquitetura) e, mais recentemente o projeto de automação. Uma das razões para esta coexistência conflituosa, é que o projeto de automação (aliás, como é característico das áreas multidisciplinares) acaba por interferir simultaneamente na parte civil, elétrica, hidráulica, na arquitetura, layout e diagramação do espaço.

Na verdade, se o processo de automação do imóvel, notadamente a residência, for concebido como um mecanismo facilitador da utilização, aumentando o potencial de retorno do investimento, e não como uma “amenidade” ou mecanismo supérfluo, é mandatório que este processo tenda a interferir com as áreas clássicas da construção civil. No passado, profissionais das diversas áreas (eng. civil, arquitetura, eng. elétrica etc.) tomaram a iniciativa de tratar do processo de comunicação entre projetos, isto é, de unificar, ou pelo menos compatibilizar documentação de projeto, seja através de normas e técnicas de documentação inseridas no processo, seja através da inserção de uma preocupação com a automação, por cada um destes grupos profissionais (ver Domótica, Miyagi, P.E., Silva, J.R. e Barretto, M.R.P., Editora EBAI, 1992).

Nota-se entretanto, que um projeto unificador como é o de automação vai requerer uma negociação entre os blocos temáticos clássicos, ou melhor, deverá ser baseado no conceito de projeto cooperativo, tendendo a um modelo unificado, que atenda aos requisitos de todos os “*views*” – neste caso entendidos como cada um dos projetos básicos.

Outro ponto de discussão é como esta integração pode ser feita dentro do ciclo de projeto, já que o projeto civil deve anteceder aos demais (aliás, como sempre). Naturalmente que existe a pressão por uma definição do imóvel em termos de espaço e número de cômodos. Mas, este resultado deve ser encarado como sendo uma especificação (ou a expressão dos requisitos, que ainda podem ser refinados até virar uma especificação de fato). Assim, se for considerado importante, algumas alterações podem ser feitas, inclusive no projeto civil, de modo a facilitar a parte de cabeamento, ou fluxo de calor, ou para reduzir custos, aumentar segurança, etc.

Neste trabalho apresenta-se um versão concreta para integração, o que consiste em encarar cada via temática envolvida no projeto de uma edificação inteligente como uma ramificação de um *view-point* do desenvolvedor, e portanto inserido dentro do ciclo de vida do artefato casa inteligente. A Figura 15 a seguir mostra um quadro esquemático dos viewpoints, ou pelo menos da configuração mínima de *viewpoints* (Almança e Silva 2003) onde um dos *viewpoints* é atribuído ao patrocinador ou dono do empreendimento imobiliário, o segundo ao utilizador final e o terceiro ao empreiteiro, que será subdividido em cada via temática. Como uma via multidisciplinar por natureza, o projeto de automação tem que levar em conta desde o início à integração dos *viewpoints*, quer seja entre os agentes primordiais, quer seja entre os subagentes da fase da implementação.

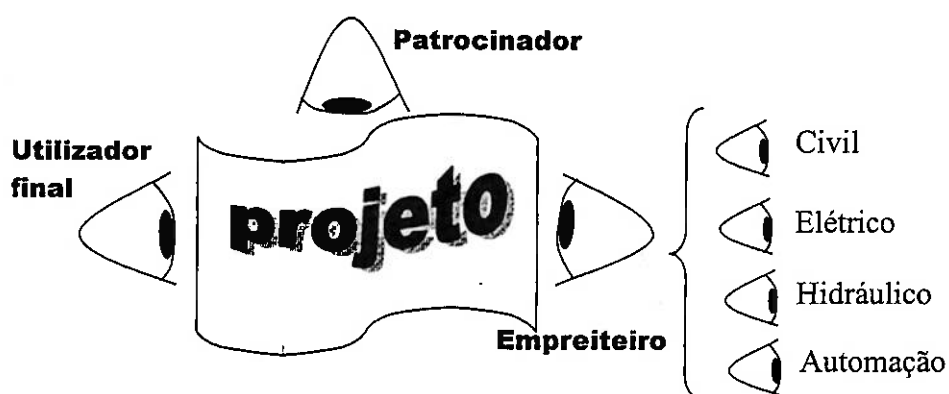


Figura 15: Esquema de *viewpoints* em um projeto de edificação inteligente.



A integração deve, portanto, ser feita em dois níveis: na eliciação dos requisitos e da missão da edificação – e de como se constituir em um facilitador para o utilizador final – e, uma vez integrados estes objetivos e *viewpoints* do utilizador, patrocinador e empreiteiro (aqui tomado como uma entidade genérica), passa-se à segunda fase, que consistem em unificar os *viewpoints* das diversas categorias de projetistas. A falha histórica nesta área tem sido a de tentar unificar somente a segunda parte, isto é, as diversas categorias de projetistas e implementadores, sem, no entanto, ter uma negociação e cooperação entre eles para produzir o que de fato interessa que é a edificação inteligente com os seus processos facilitados e priorizados.

O objetivo deste trabalho é apresentar uma forma de como fazer a primeira parte do processo de integração, ainda sem uma formalização maior, tanto pela natureza dos requisitos, quanto pela necessidade de atingir o mercado de forma direta e eficiente. Assim, o mecanismo utilizado para eliciar os requisitos e unificar os *viewpoints* será, nesta fase do trabalho, o formulário de levantamento de interesses e funcionalidades. Sobre este questionário se fará uma análise para, primeiro, identificar os interesses do utilizador geral. Outro questionário será dirigido ao patrocinador. A unificação será feita tendo em vista conhecimento já adquirido sobre imóveis inteligentes e explicitados na bibliografia da área. Sobre esta base de integração de *viewpoints* será feito o projeto preliminar de automação, cujos insumos devem ser apresentados de volta para o patrocinador e para o usuário final.

A representação dos processos em redes de Petri facilita a tarefa de enxergar a seqüência de ações e para simular situações e cenários. Neste trabalho a integração dos *viewpoints* é feita manualmente, para que se tenha uma avaliação do processo e de suas dificuldades. Não será incluído, entretanto, a verificação da validade de se incluir cada um dos insumos automatizados propostos (exceto pela simples anuência do usuário). Futuramente, um outro trabalho deve verificar a validade e o retorno do investimento em se escolher implementações específicas ou mesmo em se acatar e seguir o projeto preliminar que discutiremos aqui.

Também ficará para um trabalho futuro o desenvolvimento ou uso de ferramentas computacionais para fazer a unificação dos *viewpoints*, utilizando a ferramenta itSIMPLE desenvolvida no D-Lab, e integrada com o pacote do *Rational Unified Process*. Entretanto caberá a este trabalho apresentar as bases de um método geral onde se podem amparar todas as vias temáticas do projeto de uma edificação inteligente que é o Processo Unificado (*Unified Process*), já que a aplicação deste método nesta área não é muito comum.



Na seção 2 seguinte discute-se o conceito de uma edificação inteligente e os coeficientes aplicados a esta por autores que nos antecederam. Discute-se ainda uma adaptação destes coeficientes para o caso de residências inteligentes (automatizadas), e uma extensão destes índices, mais apropriada aos dias de hoje. Finalmente, mostrar-se que estes coeficientes podem ser um indicativo do tipo de imóvel que se deseja e da natureza dos insumos que se quer incluir na residência. Em outras palavras, com a eliciação dos requisitos (introduzida em uma sub-seção X) tem-se o material para a elaboração do projeto preliminar.

O projeto preliminar deve ser feito seguindo um método sistemático, baseado no método unificado, que é detalhado na seção 3. As seções seguintes mostram como é feito o processo de apresentação do projeto preliminar ao usuário – excluindo o processo de validação e verificação – e como se poderia, em primeira instância, aplicar ou construir o projeto preliminar de automação, levando em conta restrições advindas dos projetos temáticos (elétrico, mecânico, hidráulico etc.). Mostra-se uma possibilidade de incluir estas restrições utilizando a linguagem OCL. No futuro isto também será tratado utilizando não apenas restrições, mas requisitos de todos os matizes temáticos.

## ***2. O Conceito de edificação inteligente e os Coeficientes de inteligência***

Para melhor entender a proposta apresentada introduz-se nesta seção o conceito de inteligência de uma edificação e os coeficientes a ela associados. Estes coeficientes são resultado de várias apreciações e trabalhos da literatura, mas, devemos acrescentar, nunca houve uma proposta definitiva de como usá-los durante o ciclo de desenvolvimento e implementação de uma edificação, exceto para classificá-los.

Entretanto, uma simples classificação, posterior à construção, pode esclarecer e explicitar os investimentos feitos e o seu direcionamento, mas não têm o poder de influir no processo e nem de garantir que este direcionamento seja feito de forma correta, privilegiando a funcionalidade, a missão da edificação e seu utilizador final.

A nossa proposta é de justamente rever esta classificação para usá-la como parte dos requisitos, em primeira instância, expressando a vontade do usuário, a sua intenção de investir na automação, e mais tarde (o que já não fará parte deste trabalho), para balizar a aplicação de outros métodos que podem justificar este mesmo investimento.

A idéia de estabelecer coeficientes de inteligência para prédios – talvez por seu grande apelo comercial, pensando nos prédios de escritórios – se deve a Carlini, em um artigo que se insere no livro *The Intelligent Building Sourcebook*, em um capítulo intitulado *Measuring a Building IQ*, em 1988. Desde então várias propostas e acréscimos foram feitos à proposta original sem, no entanto, mudar o seu direcionamento ou aplicação.

Na proposta original de Carlini, os níveis de inteligência seriam os seguintes:

- Nível zero : Edifício onde o controle de energia e elevadores não é feito via computador. Sem recursos de preservação de vida ou segurança. (Na verdade este nível tem “*amenity*” zero).
- Nível um : Possui um núcleo de infra-estrutura com controle de energia, HVAC, dos elevadores, preservação de vida e conforto e segurança do prédio contra invasão e intrusão.
- Nível dois : Provê todas as facilidades do Nível I mais o compartilhamento de salas de vídeo conferência/sala de reunião, “*document centers*”, serviço de “xérox”.
- Nível três: Provê, além das facilidades do nível II, sistemas de chamadas de longa distância, alguma organização de dados, além do serviço de telefonia normal (POTS).
- Nível quatro: Provê, além das facilidades do nível III, sistemas de informação e controle de dados, sistemas de banda-larga para comunicação com voz, imagem e vídeo conferência.

Naturalmente os *features* considerados importantes em 1988 podem parecer ultrapassados nos dias de hoje, mas a classificação acima denota, primeiro, uma tendência a considerar os insumos de automação como “*amenities*” ou supérfluos. Assim, sendo qualquer tentativa ulterior de mostrar valor agregado se torna inócua, bem como qualquer tentativa de integrar o projeto de automação com as demais facetas do empreiteiro, sem sentido. Tal perspectiva é, aliás, condizente com a fase do surgimento da automação residencial.

Para colocar o problema na sua perspectiva correta deve-se, em primeiro lugar adaptar a classificação de Carlini para a automação residencial moderna:

- Nível zero : Uma casa com sistema de HVAC local (por cômodo), sem controle de energia, iluminação (nem mesmo lâmpadas auto acionáveis). (Na verdade este nível tem “*amenity*” zero).
- Nível um : Uma casa com cabeamento estruturado, permitindo a alocação livre de sistema de comunicação ou amenidades eletrônicas, serviço centralizado de HVAC ou *spliter* com controle remoto, sistema de segurança com alarmes. Internet pontual.
- Nível dois : Provê todas as facilidades do Nível I mais controle de energia e controle centralizado de HVAC. Sistema básico de comunicação, CFTV, e sistemas semi-automatizados de irrigação de jardim e manutenção de piscina. *Home Theater*.
- Nível três: Provê, além das facilidades do nível II, sistema servidor de Internet com distribuição *Wireless* pela casa. Sistema centralizado de comunicação e CFTV, sistema de segurança integrado, sistema de irrigação e manutenção de piscina completamente automatizado.
- Nível quatro: Provê, além das facilidades do nível III, sistemas de informação e controle de dados, sistemas de banda-larga para comunicação, e sistemas de aprendizado para as funções adaptativas.

Portanto a classificação, seja para casa ou edifício, visa identificar o grau de sofisticação da automação, desde o nível dos serviços básicos (fornecimento de energia, segurança, sistema hidráulico, sistema de gás, controle de iluminação, serviço básico de telefonia, internet pontual), passando pelos serviços (coleta seletiva de lixo, preservação da vida, limpeza, reserva e economia de água), bem-estar (HVAC, controle de odores, controle da circulação de ar, umidade, defesas domésticas – tipo esquecimento de fogão ligado, janelas abertas, travas em portas e janelas de acesso público, câmara de proteção – *Home Theater*, sistemas de irrigação de jardins e manutenção de piscinas), trabalho doméstico (serviço básico de automação de escritório, integração do serviço de telefonia e internet do escritório, compartimentos para documentos e valores, serviço de tratamento de documentos, serviço de tratamento de dados), comunicação avançada (vídeo fone, CFTV integrada, serviço *Wireless* envolvendo telefonia, internet e demais serviços de comunicação, sistema de vídeo conferência, controle do sistema de automação via celular), e finalmente os serviços ditos inteligentes que aprendem com os hábitos dos moradores,

cristalizam a missão do imóvel e a assumem em modo automático, sem programação adicional.

A classificação deve obedecer aos diversos níveis de serviço, assim como pode variar, dentro de um mesmo nível, de acordo com o tipo de construção. Assim uma casa com elevador interno e piscina aquecida não necessariamente é uma casa mais inteligente, se estes novos insumos (símbolos de conforto) não forem automatizados com um grau de autonomia relativamente alto. Deve-se, portanto, dissociar custo básico da construção do nível de automação, não apenas para não confundir critérios, mas também para não colocar sobre o processo de automação um ônus injusto e que por vezes restringe a sua aplicação.

Neste caso, casas de bom padrão, mas com serviços e insumos de bem-estar compartilhados, têm um custo unitário menor, configurando um padrão classe média, mas podem ser classificadas em alto nível se estes insumos forem automatizados, melhorando a qualidade e disponibilidade para o condomínio (horizontal). A agilidade que estes serviços podem conferir justifica por si a sua aplicação, além da praticidade.

Para permitir uma melhor flexibilidade na classificação e configurar a sua separação dos insumos ligados à distribuição de espaço e ao projeto civil, propõe-se uma nova classificação com sete níveis:

Nível zero: Uma casa com sistema de HVAC local (por cômodo), sem controle de energia, iluminação (nem mesmo lâmpadas auto acionáveis). (Na verdade este nível tem “amenity” zero).

Nível um: Uma casa com cabeamento estruturado, fornecimento de energia controlado por medidores digitais, com alarme de consumo, segurança básica de intrusão, sistema hidráulico com controle de bombeamento, sistema central de gás com segurança contra vazamento, controle de iluminação com chaveamento para lâmpadas dicróicas e timerizadas (em colaboração com a segurança), serviço básico de telefonia com identificação de chamadas, sistema de mensagens, internet pontual).

Nível dois: Provê todas as facilidades do Nível I mais controle de energia e controle centralizado de HVAC. Coleta seletiva de lixo, preservação da vida com portas corta-fogo, alarmes integrados com a polícia, alarmes médicos no caso da existência de doentes. Limpeza, com serviço e coleta de pó (vazão para



aspiradores normais ou robóticos), trituradores na cozinha com detecção de aproximação humana, controle de reserva e economia de água.

Nível três: Provê, além das facilidades do nível II, HVAC com controle integrado de temperatura, insuflamento, humidade e odor, controle de odores para sistemas de gás inodoros, controle da circulação de ar (renovadores e aletas integradas com o HVAC), defesas domésticas – esquecimento de fogão ligado, janelas abertas, travas em portas e janelas de acesso público, câmara de proteção – *Home Theater*, sistemas de irrigação de jardins e manutenção de piscinas.

Nível quatro: Provê, além das facilidades do nível III, serviço básico de automação de escritório, integração do serviço de telefonia e internet do escritório, compartimentos para documentos e valores, serviço de tratamento de documentos, serviço de tratamento de dados.

Nível cinco: Provê, além das facilidades do nível IV, vídeo fone, CFTV integrada, serviço *Wireless* envolvendo telefonia, internet e demais serviços de comunicação, sistema de vídeo-conferência, sala de controle protegida e integrada com serviços básicos de polícia, bombeiros e assistência médica.

Nível seis: Provê, além das facilidades do nível V, serviço de controle sofisticado com acesso via telefone celular ou computador de bolso. Possibilidade de ativação ou desativação da sala de controle repassando o controle para a unidade móvel ou celular. Controle à distância associada a fiscalização via câmaras internas e externas. Câmara de proteção inviolável com sistema de sobrevivência para até cinco dias. Possibilidade de reconfiguração do sistema.

Nesta classificação temos uma residência muito mais moderna e condizente com os padrões atuais. Note-se que os insumos descritos parecem menos supérfluos e mais condizentes com a preservação da vida humana, isto é, dos seus utilizadores. A inclusão de insumos pertencentes a certos níveis (como o nível quatro) está relacionado com a missão do imóvel e com o estilo de vida dos seus ocupantes, que podem trabalhar em casa (tradutores, pesquisadores, consultores, etc.) fazendo valer a penas todos os insumos de automação de escritórios e relacionados a um ambiente profissional de trabalho. Outros podem simplesmente converter estes insumos em biblioteca, mas com a mesma finalidade (escritores, cineastas, professores, etc.) ou em sala de música (músicos, produtores, etc.). Portanto o “escritório” não deve ser interpretado (como outros insumos colocados aqui) de

maneira literal, mas como um ambiente de trabalho genérico onde insumos de automação seriam bem-vindos, além da associação com a parte de comunicação na internet, sem alterar a conectividade do restante da casa seja em banda ou em disponibilidade de pontos de acesso.

### 3. O Método de Desenvolvimento

A evolução das tecnologias de automação predial teve como consequência a massificação dos sistemas e a necessidade da otimização da sua performance. Esta otimização só é possível com a correta integração dos sistemas. Para isso o método proposto usa ferramentas “UML” (*Unified Modeling Language* – Linguagem de Modelação Unificada), tal como “Jude ®”, juntamente com “RdP” (*Redes de Petri*). Este método baseia-se sempre na orientação ao objeto.

O método proposto é baseado no método *Rational Unified Process* (RUP). Este tem uma distribuição de trabalhos contínuos, tal como mostra a figura 16 e 17.

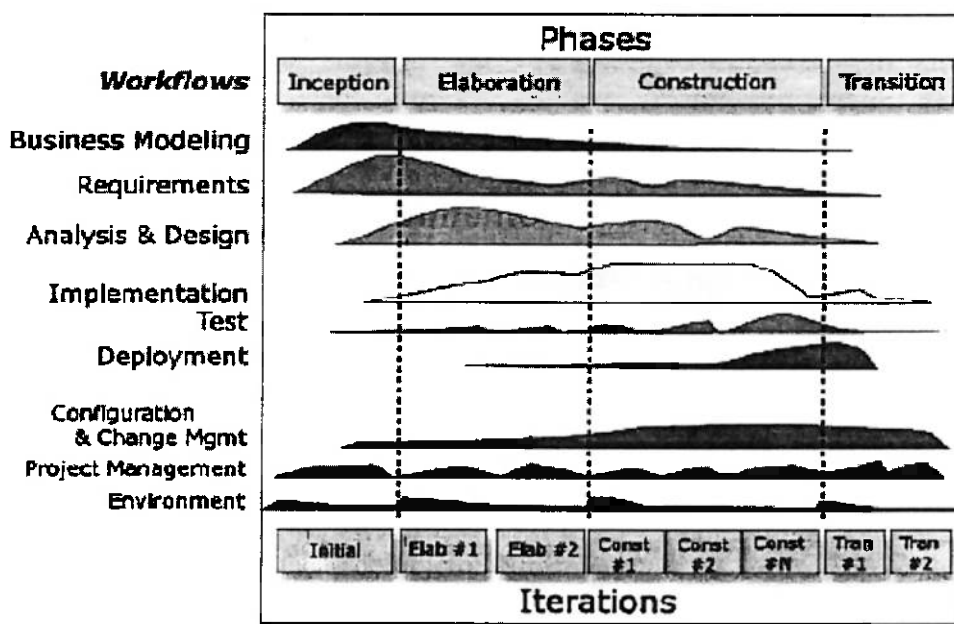
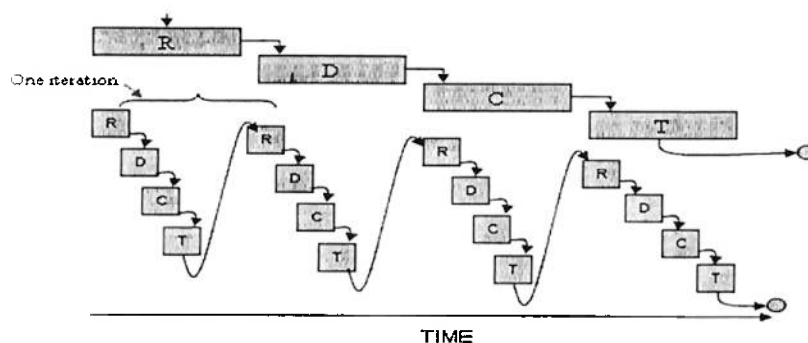


Figura 16 – Modelo de fluência dos vários passos de projeto seguindo o RUP  
 fonte: <http://www-306.ibm.com/software/rational/>



Legenda:

R – Requisitos

C – Codificação

D – Desenho

T – Testes

Figura 17 – Fluxo de passos para seguidos pelo RUP

Fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/Rational\\_Unified\\_Process#The\\_Elaboration\\_Phase](http://en.wikipedia.org/wiki/Rational_Unified_Process#The_Elaboration_Phase)

O RUP tem como objetivo a produção de software. O objetivo deste trabalho é elaborar um processo similar, por isso fez-se uma pequena alteração ao sistema, então se passa a ter a mesma seqüência com exceção do ultimo ciclo ou *loop*. Esse último *loop* “Manutenção” não é mais que um teste periódico com a finalidade de acompanhamento do sistema e assegurar que não fique obsoleto e atender a novas necessidades do utilizador, tal pode ser observado na figura 18.

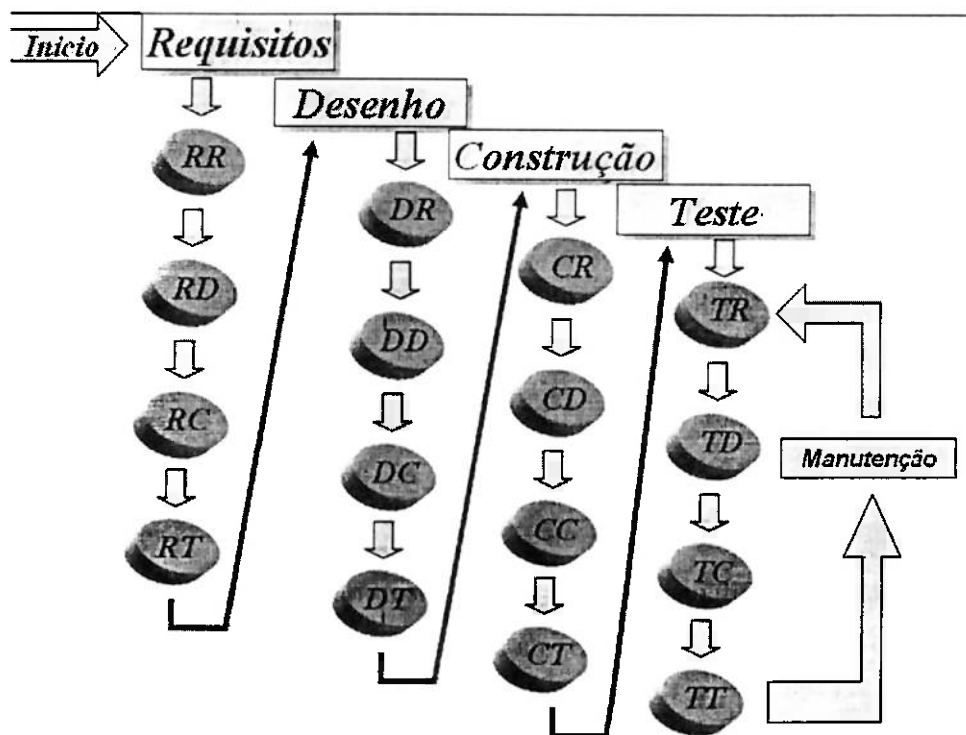


Figura 18 – Fluxo do Método Proposto

Da figura 18 pode-se observar que o método proposto está dividido em cinco áreas: requisitos, desenho, construção, teste e manutenção. De frisar que a área “Manutenção” é apenas um *loop* da ultima área “Teste”, mas com algumas alterações. Este *loop* final é a diferença do RUP para o método proposto.

As Áreas de trabalho são:

1 – Requisitos – “R” – Esta área de trabalho trata dos principais problemas de análise de requisitos, isto porque nas outras fases também se trata de requisitos. O levantamento e tratamento dos requisitos é um ponto com importância elevada no projeto e por isso é necessário ter muito cuidado no seu manuseio. Os requisitos devem ser feitos com orientação a funcionalidade.

2 – Desenho – “D” – Definição dos esboços do projeto, nesta área é elaborada a arquitetura dos sistemas e escolha de objetos.

3 – Construção – “C” – Instalação dos equipamentos e aplicação da programação (implementação dos sistemas).

4 – Testes – “T” – Verificação da conformidade dos requisitos com as especificações e das funcionalidades dos sistemas em modelo isolado e integrado.

5 – Manutenção – Acompanhamento ou monitoramento da performance do sistema montado, tal como continuidade de análise dos requerimentos para satisfação do cliente, de modo a evitar a sua degradação ou obsolescência do sistema. A obsolescência do sistema pode ser provocada por um motivo tecnológico ou mudança das necessidades do utilizador.

## **Introdução as Fases do Método - Overview**

Em seguida tem-se uma simples apresentação das dezoito fases e do trabalho executado nelas:

### **1.0 – Requisitos**

1.1 – RR – Requisitos: Definição do problema, por exemplo, o tipo de uso do imóvel se vai ser de uso familiar ou industrial.

1.2 – RD – Requisitos \ Desenho: Aplicação do inquérito de funcionalidades e desenho de um esboço do projeto.

1.3 – RC – Requisitos \ Construção: Comprova a legitimidade e consistência dos requisitos com o uso de ferramentas UML executando o desenho do diagrama genérico de casos de uso.

1.4 – RT – Requisitos \ Teste: Elaboração de testes para comprovar a validade dos requisitos com ferramentas UML, RdP e XML. Desenho da rede de Petri em linguagem marcada (PNML – *Petri Net Markup Language*) e transformação desta em XML.

## 2.0 – Desenho

2.1 – DR – Desenho \ Requerimentos: Estudo das soluções já existentes e das especificações dos novos produtos. Desenho da arquitetura e comportamento dos diversos equipamentos usando ferramentas UML e RdP. Elaboração dos diagramas de classes, sequência, atividades e estados, com verificação por PNML.

2.2 – DD – Desenho: Desenho do esboço das configurações e distribuição dos elementos de automação. Escolha dos diversos equipamentos a implementar.

2.3 – DC – Desenho \ Construção: Realização de desenhos técnicos com as funcionalidades e especificações do projeto.

2.4 – DT – Desenho \ Testes: Realização de testes de verificação para a conformidade dos desenhos com os requisitos do projeto e modelagem do comportamento do imóvel para previsão de reações do sistema.

## 3.0 – Construção

3.1 – CR – Construção \ Requisitos: Comprovação do respeito dos requisitos na tradução de requisitos em especificações antes de iniciar a obra. Aplicação do formulário de avaliação do nível de tecnologia.

3.2 – CD – Construção \ Desenho: Execução dos desenhos do projeto final e integração dos diversos projetos de construção, tal como elétrico estrutural, etc.

3.3 – CC – Construção: Implementação dos sistemas e programação. Acompanhamento da obra “*in loco*”

3.4 – CT – Construção \ Teste: Comprovação ou verificação dos sistemas isoladamente e como um todo.

## 4.0 – Teste

4.1 – TR – Testes \ Requisitos: Revisão e verificação de todos os sistemas depois de instalados. Elaboração de um pequeno relatório com a quantificação de respeito pelos requisitos.

4.2 – TD – Testes \ Desenho: Elaboração dos relatórios, metodologias e desenhos do projeto para futura manutenção.

4.3 – TC – Testes \ Construção: Verificação do estado físico dos equipamentos e construção de uma escala de manutenção.

4.4 – TT – Testes: Apresentação do relatório de projeto ao futuro utilizador para aprovação final.

#### 5.0 – Manutenção.

5.1 – TR – Testes \ Requisitos: Elaboração de um questionário aos utilizadores do sistema, para verificar a existência da alteração dos requisitos ou problema. Pode existir alguma necessidade nova por parte do utilizador que o sistema deva responder.

5.2 – TD – Testes \ Desenho: Verificação ou alteração dos relatórios e desenhos do projeto para futuras manutenções.

5.3 – TC – Testes \ Construção: Manutenção e verificação do estado físico dos equipamentos e definição de uma nova escala de manutenção.

5.4 – TT – Testes: Teste final ao sistema e apresentação do relatório de manutenção ao utilizador.

### **Exposição do método:**

Como é possível observar, o método proposto é bastante iterativo e dinâmico. O método faz uso não só de princípios do RUP, mas também do “Modelo Iterativo Para Avaliação e Quantificação do Nível de Inteligência e Serviços de Automação Predial” realizado já a pensar na avaliação das inteligências envolvidas num projeto de automação residencial.

### **Requisitos**

#### 1.1 – RR – Requisitos:

Nesta fase do método é necessária a contextualização do projeto nos seus objetivos; para isso caracteriza-se o cliente em áreas tão distintas como social, econômica e intelectual. Além do levantamento do tipo de uso do imóvel de modo a se ter a percepção da sua motivação pela automação residencial.

## 1.2 – RD – Requisitos \ Desenho:

O método proposto para o levantamento das necessidades do utente usa o “Modelo Interativo Para Avaliação e Quantificação do Nível de Inteligência e Serviços de Automação Predial” de modo a poder quantificar desde o início do projeto o nível de sofisticação ou inteligência pretendida.

As questões do inquérito devem ser respondidas em percentagem de importância ou de necessidade de solução, tal como mostra a tabela 3 que se encontra em seguida.

Tabela n.º 3 – Tradução das Respostas em Percentagens

%	Eficiência Requerida ao Sistema Tipo de Solução
00 %	Não quer solução \ Não tem interesse
20 %	Solução com eficiência muito fraca
40 %	Solução com eficiência fraca
60 %	Solução com uma eficiência regular
80 %	Solução com uma eficiência boa
100%	Solução com uma eficiência excelente

As áreas do questionário são, na grande maioria, áreas de serviços. Em seguida expõe-se a lista dessas áreas com uma pequena descrição de serviços possibilitados pela aplicação da automação nessas áreas.

- Sistema de gestão de entradas e agente de manutenção

Tornar mais eficaz e facilitar as tarefas a cargo das pessoas responsáveis pela (s) portaria (s) de um edifício, entre outros.

- Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado “HVAC”

Assegurar o conforto dos ocupantes do edifício, usando da forma mais racional possível a energia dispendida. De notar que o conforto dos utentes depende não apenas de

uma temperatura e níveis de umidade adequados, mas também qualidade do ar e correntes de ar corretas.

- Distribuição de Áudio e Vídeo

Controlar e gerir recursos de comunicação e de distribuição de sinais de áudio e de vídeo no interior do edifício.

- Autenticações e Controle de Acessos

Controlar o acesso de pessoas a determinadas zonas do edifício.

- Estacionamento de Veículos

Gerir e controlar espaços reservados ao estacionamento de veículos.

- Irrigação

Controlar a irrigação de espaços verdes interiores ou exteriores ao edifício. Está também sob o seu controle o funcionamento de espelhos de água, fontes e repuxos.

- Detecção de Alarmes Técnicos, Situações de Emergência e Manutenção.

Detectar e combater situações de emergência tais como incêndio, fugas de gases tóxicos e inundações, além de auxiliar a identificação de problemas e facilitar ações de prevenção e de correção.

- Elevadores

Supervisionar sistemas de transporte de pessoas e bens no interior do edifício. Nesses sistemas incluem-se elevadores, monta-cargas, escadas rolantes, sistemas de transporte e logística etc.

- Sistema de Detecção de Intrusão e Vigilância.

Oferecer os meios que permitam assegurar uma vigilância adequada das áreas afetas ao edifício e zonas adjacentes, e propiciar formas de detecção de ações de intrusão.

- Supervisor e Administração de Sistema

Supervisionar todas as tarefas relacionadas com ações de manutenção (preventiva ou corretiva) associadas ao próprio edifício e às suas instalações técnicas, tal como a criação de um banco de dados.

- Gestão de Recursos e Energética.

Monitorar e gerir, da forma mais eficaz possível, o consumo de energia e de outros recursos. Em particular, estão a seu cargo todos os aspectos relacionados com o fornecimento e consumo de energia e água no edifício.

- Iluminação



Controlar e gerir a iluminação do edifício.

- Informação e *Office Automation*

Permitir o acesso à informação útil sobre o edifício e sobre as organizações que o ocupam, e oferecer facilidades de gestão de determinados recursos associados ao edifício.

- Sistema de Gestão de Áreas de Lazer (Piscinas, ginásios, saunas, entre outras):

Aumentar as condições de lazer proporcionadas. As funções, geralmente, são conjuntura dos outros controles, mas por estarem a áreas tão distintas tal como o caso de uma piscina interna, merecem um tratamento especial.

- Tecnologia Utilizada.

Esta é a única que não tem a tradução direta em serviços, mas o que se pretende é quantificar a obsolescência do sistema a uma possível atualização de modo a satisfazer futuras necessidades do usuário, ou manter a performance.

#### 1.2.1 – Tratamento Matemático do Inquérito.

Depois de aplicar o inquérito tem-se de fazer o tratamento matemático dos valores obtendo um resultado em percentagem, tal como se mostra na Figura 19.

Area de análise de requisitos por sistema ou controle para quantificação do nível de inteligencia.

Os sistemas ou controles são os seguintes:	STSC
segurança gestão de entradas	72,59%
"HVAC"	62,07%
distribuição audio e video	65,71%
irrigação	70,30%
segurança alarmes técnicos	66,36%
segurança intrusão	62,44%
iluminação	83,16%
áreas de lazer	64,00%
media	68,33%

Figura 19 – Cálculo das Necessidades do Utilizador.

Da Figura 19 pode-se ter uma percepção mais exata das necessidades do futuro utilizador, além de ter um valor matemático para o qual se pode dirigir a solução. Por exemplo, no caso de “Distribuição de Áudio e Vídeo” sabemos com exatidão que as necessidades do futuro utilizador são de 65,71%

#### 1.2.2 – Visualização Gráfica das Necessidades.

Na Figura 20 apenas se realizou o tratamento matemático das necessidades para parte das áreas do inquérito, devido a complexidade do inquérito por isso durante a apresentação

deste método apenas utilizou-se dessas oito áreas. Para visualização gráfica do resultado do exemplo tem-se o gráfico exposto na figura 20.

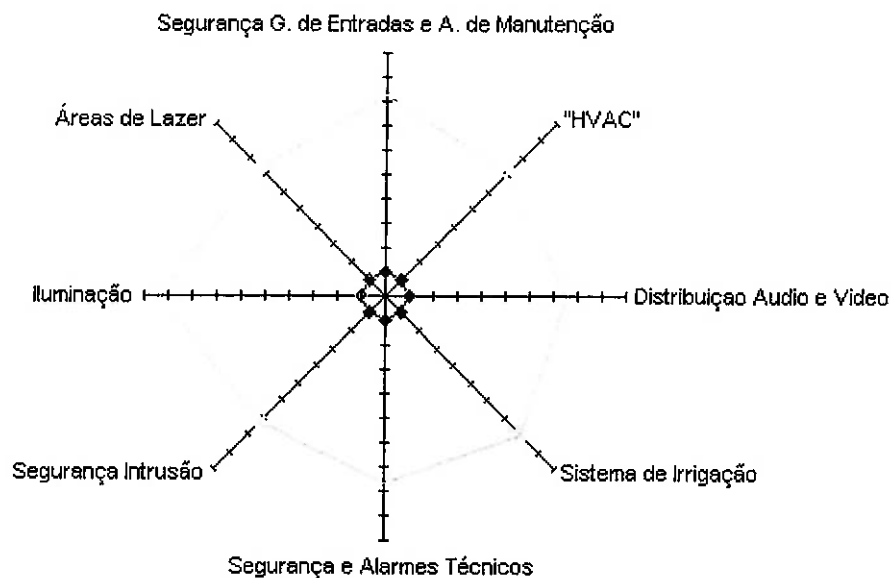


Figura 20 – Visualização Gráfica das Necessidades do Futuro Utilizador

### 1.2.3 – Desenho do Esboço do Imóvel

Outra função que se executa nesta fase é o esboço ou projeto da geometria do imóvel como mostra a Figura 21 em seguida.

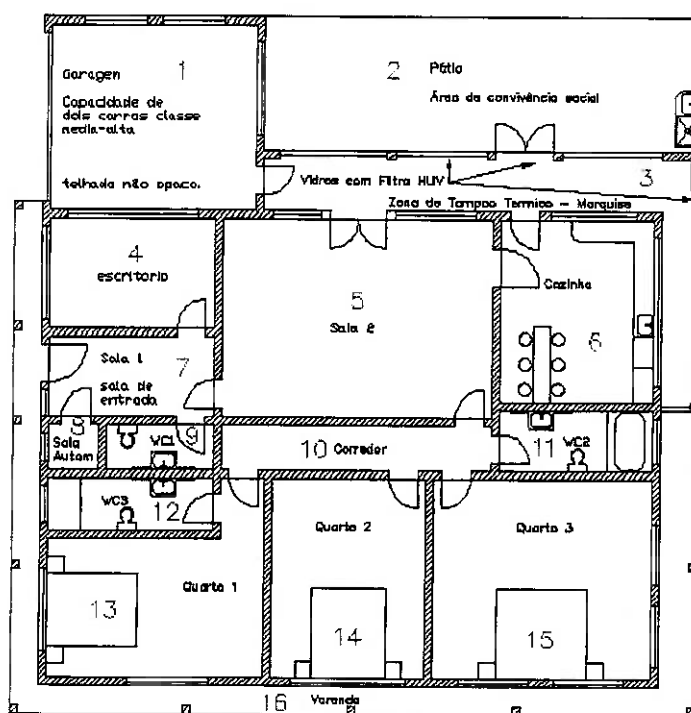


Figura 21 – Demonstração de um Esboço do Projeto.

O esboço do projeto deve ser uma imagem da geometria do futuro imóvel e pode já ter uma primeira distribuição dos diversos equipamentos pelo imóvel, tal como se mostra na Figura 30 mais a baixo. No entanto nesta fase é apenas necessário o esboço civil tal como se mostra na Figura 21 acima.

### 1.3 – RC – Requisitos \ Construção:

Um erro nesta fase é crucial para o entendimento da filosofia ou conceito do projeto. De início tem de se determinar o(s) objetivo(s) principal(is) do projeto de modo a levantar quais são as necessidades a serem atendidas para poder especificar a solução mais apropriada. Essa etapa está associada ao Diagrama de Casos de Uso, Figura 22, e a verificação dos requisitos seguirá a orientação de [Silva & Santos 03] que faz uso de uma linguagem marcada para montar uma RdP correspondente e verificar se o que foi entendido pelo desenvolvedor é o que o usuário final de fato necessita.

O diagrama de “*Use Case*” (Casos de Uso) é um diagrama que mostra as relações entre os atores e os “*Use Case*”. Considerar como “*Use Case*” cada um dos sistemas a instalar. Na Figura 22, como se quer um projeto orientado ao objeto, cada sensor ou atuador vai atuar como um ator.

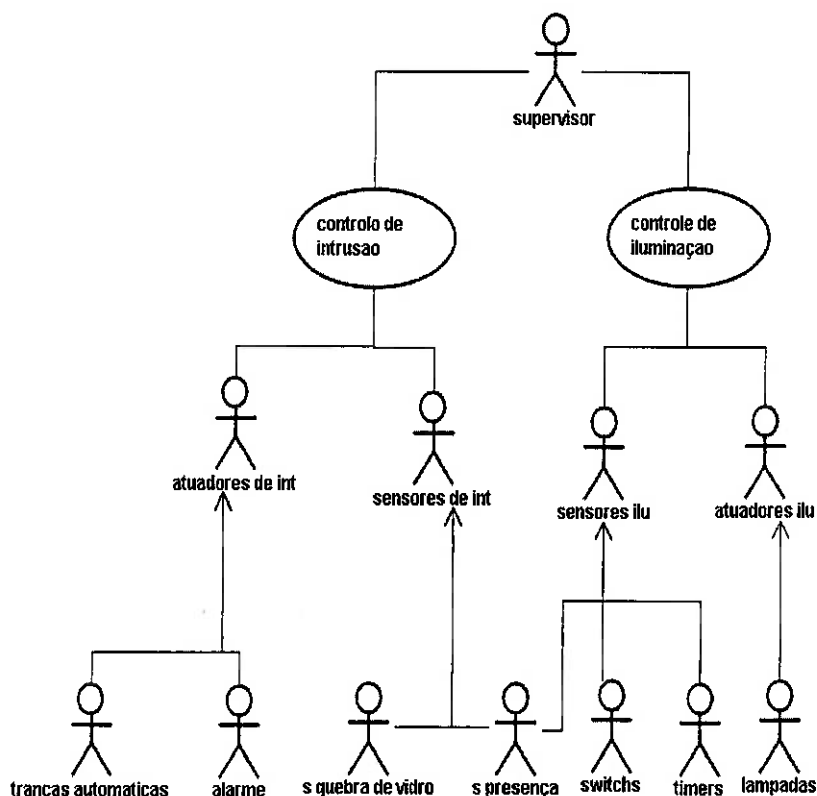


Figura 22 – Diagrama genérico de “Use Case”

Nota:

Deve-se ter em atenção o caso dos sensores de presença, por exemplo, eles podem pertencer ao sistema de intrusão ou iluminação, consoante o tipo de automação a ser aplicado, o sensor pode ser exclusivo ou não. No caso específico de um sensor deve-se ligar ao sistema mais importante naquele caso. Não esquece que mesmo que o sensor seja exclusivo, os outros sistemas devem ter a sua informação por meio do supervisor.

Estes diagramas genéricos servem para muitos projetos similares, podendo ser aproveitados para um outro projeto com os mesmos requisitos base.

#### 1.4 – RT – Requisitos \ Testes:

Tem como função verificar se todos os requisitos esperados pelo usuário foram contemplados.

A verificação dos requisitos seguirá a orientação de [Silva & Santos 03] que faz uso de uma linguagem marcada para montar uma RdP, tal como é mostrado na Figura 23. Após se elaborar a RdP por linguagem marcada é interessante visualiza-la no seu formato original tal como mostra a Figura 24.



●	Condição Inicial	◇	Início de uma condição para evento.
⊙	Condição Final	↗ <sup>n</sup>	Salta da iteração n para a iteração n.
→	Começo de um evento		Sequência de eventos contínuos.
└→	Início de um evento ou alternativa a um processo.		

Figura 23 - O formalismo da linguagem marcada de RdP.

1. ● Estado inicial com presença autenticada ou permitida
  - 1.1. ◇ Eventos passíveis de reação – falta de autenticação ou movimento.
    - 1.1.1. └→ Falta de autenticação.
      - 1.1.1.1. → Estado de presença não permitida ou não autenticado.
        - 1.1.1.1.1. ◇ Eventos passíveis – quebra de vidro ou movimento.
          - 1.1.1.1.1.1. └→ Sensor de quebra de vidro
            - 1.1.1.1.1.1.1. ↗<sup>1.1.1.1.1.2.1</sup> Salta para o mesmo estado que o sensor de movimento.
          - 1.1.1.1.1.2. └→ Sensor de movimento da área X
            - 1.1.1.1.1.2.1. ◇ Verifica autenticidade do sinal
              - 1.1.1.1.1.2.1.1. └→ Sinal falso ou não valido
                - 1.1.1.1.1.2.1.1.1. ↗<sup>1.1.1.1.1</sup> Salta para estado de presença não autorizada
              - 1.1.1.1.1.2.1.2. └→ Sinal valido.
                - 1.1.1.1.1.2.1.2.1. || Tranca portas da área X e vizinhas
                - 1.1.1.1.1.2.1.2.2. || Acende luzes da área X e vizinhas
                - 1.1.1.1.1.2.1.2.3. || Liga alarme sonoro
                - 1.1.1.1.1.2.1.2.4. || Pede autenticação.
                  - 1.1.1.1.1.2.1.2.4.1 → autenticado
                    - 1.1.1.1.1.2.1.2.4.1.1 || destranca área vizinha.
                    - 1.1.1.1.1.2.1.2.4.1.2 || desliga alarme sonoro

1.1.1.1.1.2.1.2.4.1.2 → depois dos dois últimos efetuados destranca a área X



- 1.1.1.1.1.2.1.2.4.1.3 ||  $\sim^{1.1}$  estado inicial com presença permitida.
- 1.1.2.  $\hookrightarrow$  Sinal de movimento da área X.
- 1.1.2.1.  $\diamond$  Verifica através do controlador a posição dos *switch*'s e o *timer*.
- 1.1.2.1.1.  $\hookrightarrow$  O controlador não autoriza acender as lâmpadas.
- 1.1.2.1.1.1.  $\sim^{1.1}$  Solta para a posição inicial de presença autorizada.
- 1.1.2.1.2.  $\hookrightarrow$  O controlador autoriza a ligação das lâmpadas
- 1.1.2.1.2.1.  $\rightarrow$  Liga as lâmpadas
- 1.1.2.1.2.2.  $\rightarrow$  Ausência do sinal de movimento.
- 1.1.2.1.2.2.1.  $\sim^{1.1}$  Salta para a posição inicial de presença autorizada.

Nota:

- Os sensores têm de ter um atributo de área permitindo ter a noção da sua localização física.
- Os quartos ou áreas da habitação têm de conter um atributo de vizinhança que permita saber com que outros cômodos, ela têm comunicação ou passagem.

Ilustração da RdP marcada para validação da forma dos requisitos.

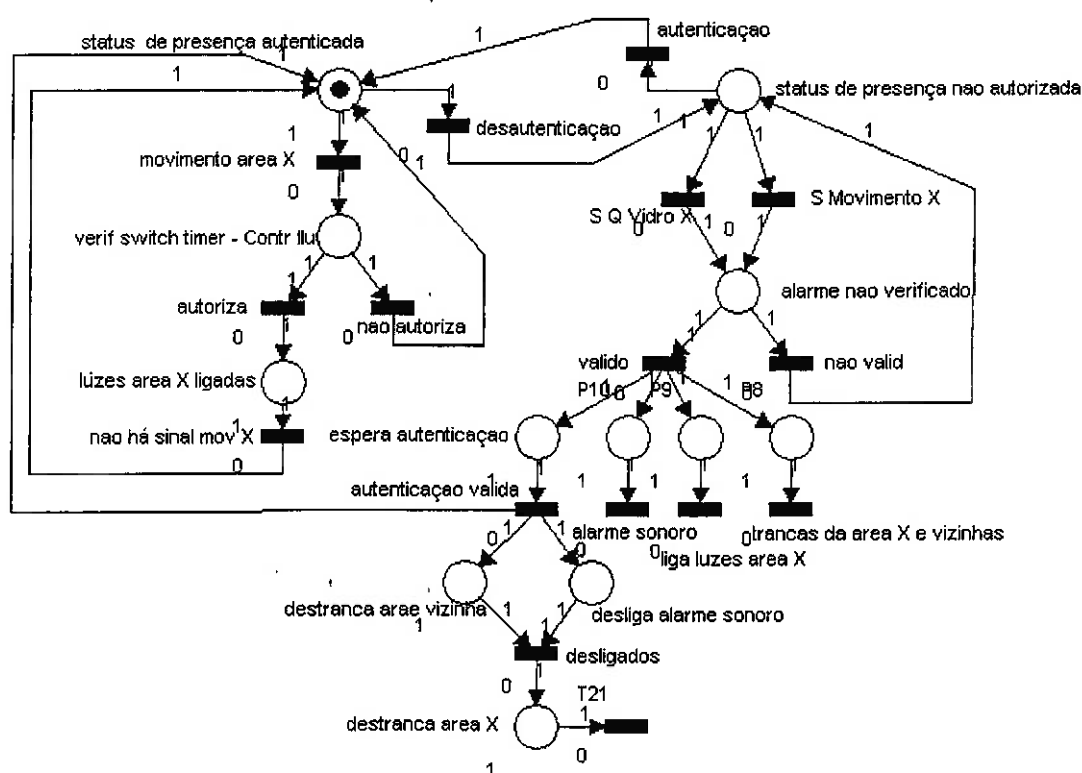


Figura 24 – Ilustração da RdP correspondente a RdP de linguagem marcada ilustrada acima.



## Desenho

### 2.1 – DR – Desenho \ Requerimentos:

2.1.1 Estudo de soluções já existentes. No caso de ser um imóvel já construído é preciso verificar se já existe alguma solução de automação e qual, de modo a poder se possível integra-la no novo projeto.

2.1.2 Definição da Arquitetura ou Estrutura do Projeto.

#### 2.1.2.1 Modelo de Relações Entre Agentes.

O diagrama genérico é denominado “*Class Diagram*” (diagrama de Classes). Neste diagrama explica-se o tipo de relações dos vários agentes ou atores e classes. A Figura 25 apresenta um exemplo de diagrama de classes.

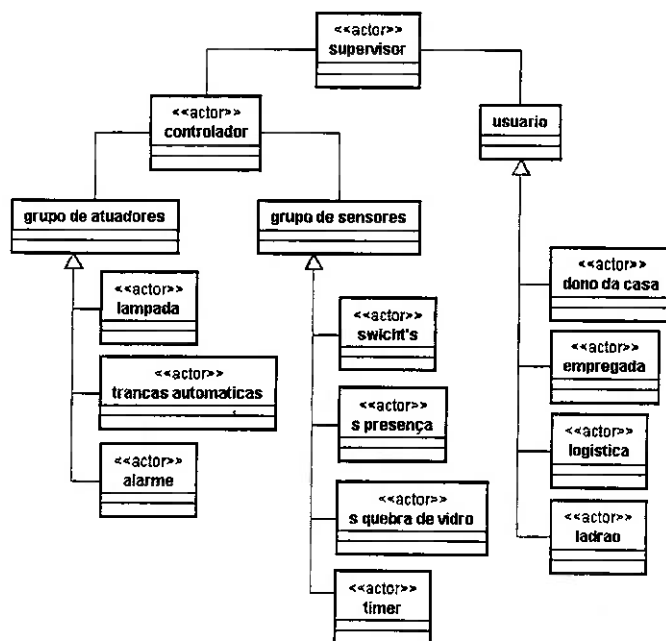


Figura 25 – “*Class Diagram*” (Diagrama de Classes).

Este diagrama define e modela a estrutura do sistema de duas formas: Através das classes e subsistemas com atributos e operações.

Com as relações pela forma de associações, agregações, generalizações e dependências.

#### 2.1.2.2 Diagrama de Seqüência

O modo para a caracterização das ações ou comportamento dos atores no método proposto é por “RdP” ou diagramas de “Seqüência de Atividades” (*Sequence Diagram*), de modo a poder prever erros de implementação futura. Neste método opta-se pelo diagrama

“UML” de “Seqüência de Atividades” devido à facilidade das ferramentas “UML” existentes.

Estes diagramas devem ser feitos para todas as possíveis atividades de cada caso de uso, como o caso de disparo de alarme devido à presença de pessoa sem autorização, apresentado na Figura 26.

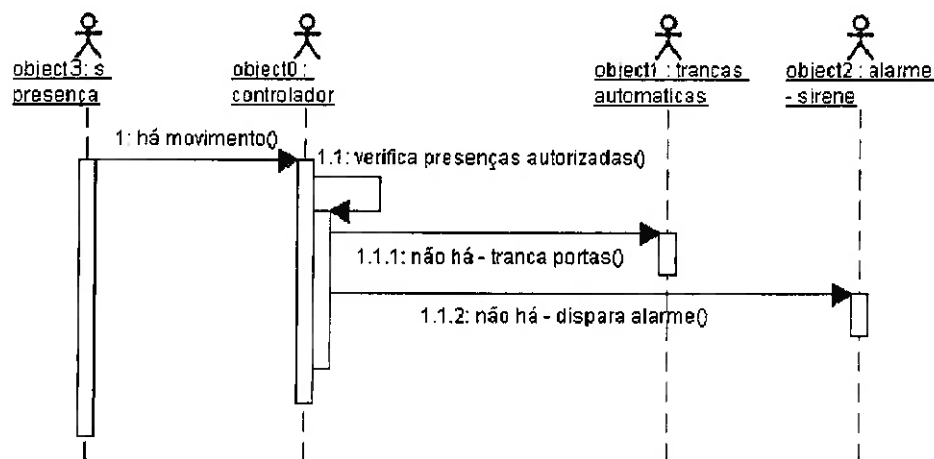


Figura 26 – “Sequence Diagram” (diagrama de seqüência de atividades).

#### Explicação:

No exemplo acima está representada a atividade de um disparo do alarme de intrusão por um movimento dentro da habitação detectado por um sensor de presença ou movimento. O sensor vai comunicar com o controlador que verifica a existência de presenças autorizadas na habitação. Caso existam autorizações não se verifica mais nada. Na eventualidade de não haver autorizações este vai tomar as mediadas programadas, no caso de ativar a sirene e fechar as portas.

#### 2.1.2.3 Módulos de programa.

O diagrama de atividades, que também pode ser representado por uma “RdP” (Redes de Petri) [Baresi & Pezzè 01], é o responsável pela definição destes módulos.

Nesta fase executam-se os vários diagramas de atividades, estes vão ser os principais mancais a seguir para conseguir uma programação que respeite as especificações. Estes diagramas têm de ser feitos exatamente para o mesmo número e situações que foram feitos anteriormente. Os diagramas de atividades são diagramas que demonstram as ações possíveis e mostram o seu resultado. Com estes diagramas a programação para aplicação no sistema é quase imediata, conforme mostra a Figura 27.



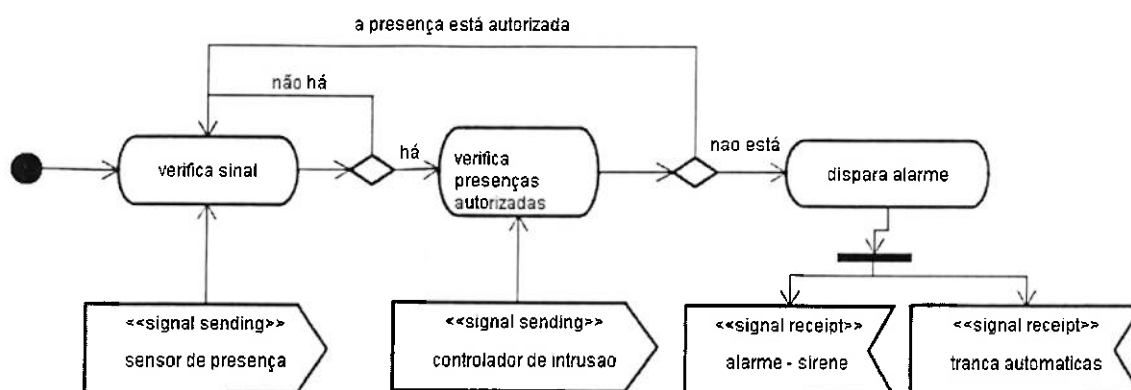


Figura 27 – “Activity Diagram” (diagrama de atividades)

### 2.1.2 Elaboração do plano de testes

Para a elaboração dos planos de testes tem de se ter os diagramas de estado que é uma descrição das várias classes. Deve-se realizar um para cada sistema instalado. Este diagrama mostra todas as evoluções e iterações dos sistemas e todos os estados possíveis para os objetos.

O diagrama de estado é o principal responsável pela definição do ciclo de vida dos objetos e do sistema em causa. A principal vantagem deste diagrama é perceber a consequência da atividade de um ator na vida ou percurso de um sistema.

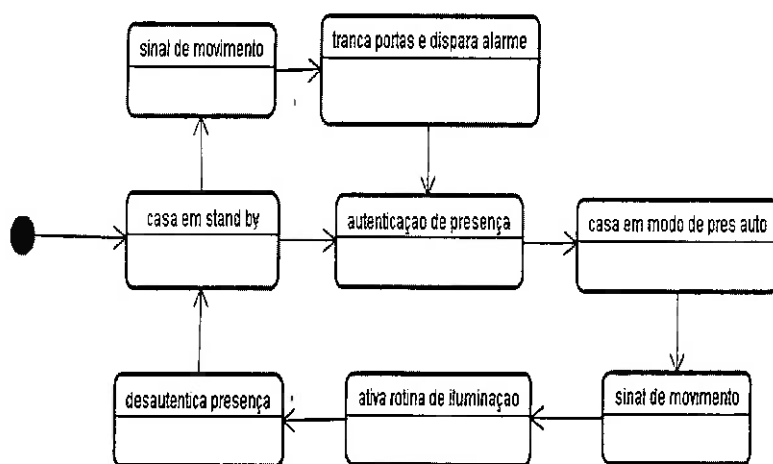


Figura 28 – “State Chart Diagram” (Diagrama de Estados)











Um diagrama de estado possui um único ponto inicial, mas pode ter muitos finais. Uma transição de estado tem por norma uma ligação a um evento, e logicamente esta só vai acontecer quando o evento acontecer.

### 2.1.3 Verificação do sistema.

Específica para cada sequência e objetos definidos.



Para verificação dos sistemas seguirá a orientação já utilizada anteriormente fazendo uso de uma linguagem marcada para montar uma RdP. Vários trabalhos de formalização de linguagem “UML” por Redes de Petri forma executados, no entanto recomenda-se a leitura “On Formalizing UML with High-Level Petri-Nets” de Baresi e Pezeè, artigo de 2001 [REF?].

1.  Estado inicial para a definição de casa inabitada sem presenças autorizadas.
  - 1.1.  Sinais possíveis: movimento (também pode ser quebra de vidro) ou autenticação.
    - 1.1.1.  Sinal de autenticação
      - 1.1.1.1.  Código é valido?
        - 1.1.1.1.1.  Não  $\leadsto^{xxx}$  – ativa RdP de alarme
        - 1.1.1.1.2.  Sim  $\leadsto^{yyy}$  – ativa a RdP de estado inicial com Presença autorizada.
      - 1.1.2.  Sinal de movimento.
        - 1.1.2.1.1.  Valido?
          - 1.1.2.1.1.1.  Não  $\leadsto^{1.1}$  – Condição inicial.
          - 1.1.2.1.1.2.  Sim  $\leadsto^{xxx}$  – ativa RdP de Alarme

Estrutura de uma RdP em forma de linguagem marcada

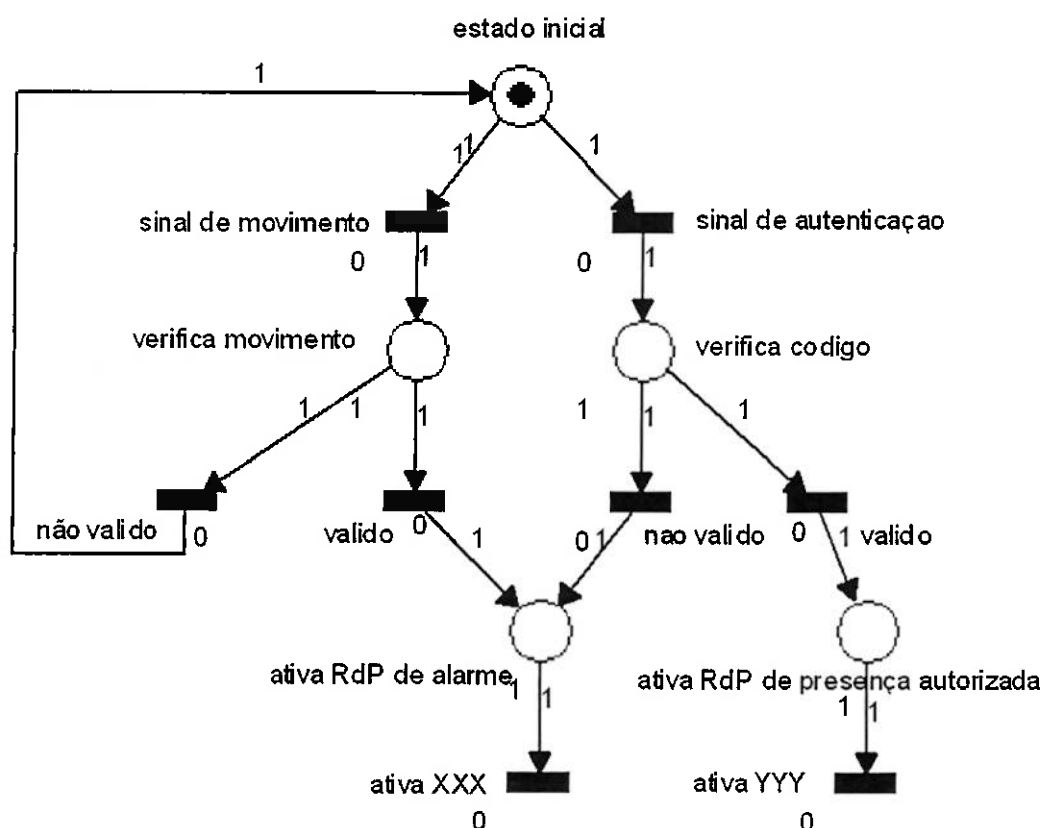


Figura 29 – Ilustração da “RdP” (Rede de Petri) correspondente ao sistema acima indicada em linguagem marcada.

## 2.2 – DD – Desenho:

### 2.2.1 Distribuição e Escolha dos Equipamentos na Habitação.

Chegou a fase do projeto onde se faz a distribuição final dos vários elementos de automação pelo imóvel. Para isso tem-se de possuir um esboço do projeto civil, elétrico, ou de cabeamento e saneamento de modo a se poder distribuir mais eficientemente os vários elementos.

### 2.2.2 Escolha dos Equipamentos.

Nesta fase têm-se em atenção a escolha dos vários sistemas a instalar tal como sensores de presença, de modo a adequar as características dos elementos com as necessidades reais, por exemplo, gama de alcance de um sensor de presença, ou escolher entre um de aplicação interna ou externa. Deve-se desenhar um esboço do imóvel, com os diversos equipamentos de modo a facilitar esta tarefa. No exemplo que se segue, Figura 30 em baixo, pode-se observar a diferença entre os sensores de presença de interior e exterior.

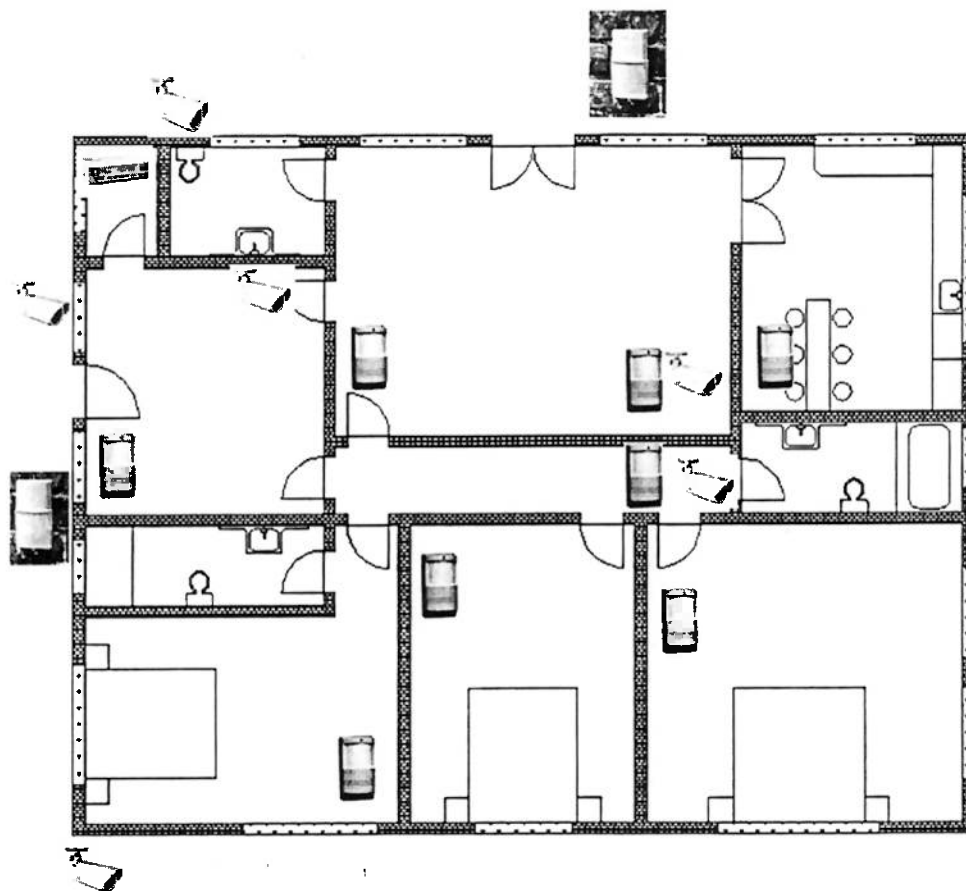


Figura 30 – Distribuição dos Equipamentos de Automação pelo Imóvel.

### 2.3.0 – DC – Desenho \ Construção:

#### 2.3.1 Projetos Secundários.

Elaborar o projeto de cabeamento estruturado, programação do software com base nos diagramas “UML” e “RdP” e esquemas de montagem de diversos equipamentos, por exemplo na Figura 31, calhas elétricas.

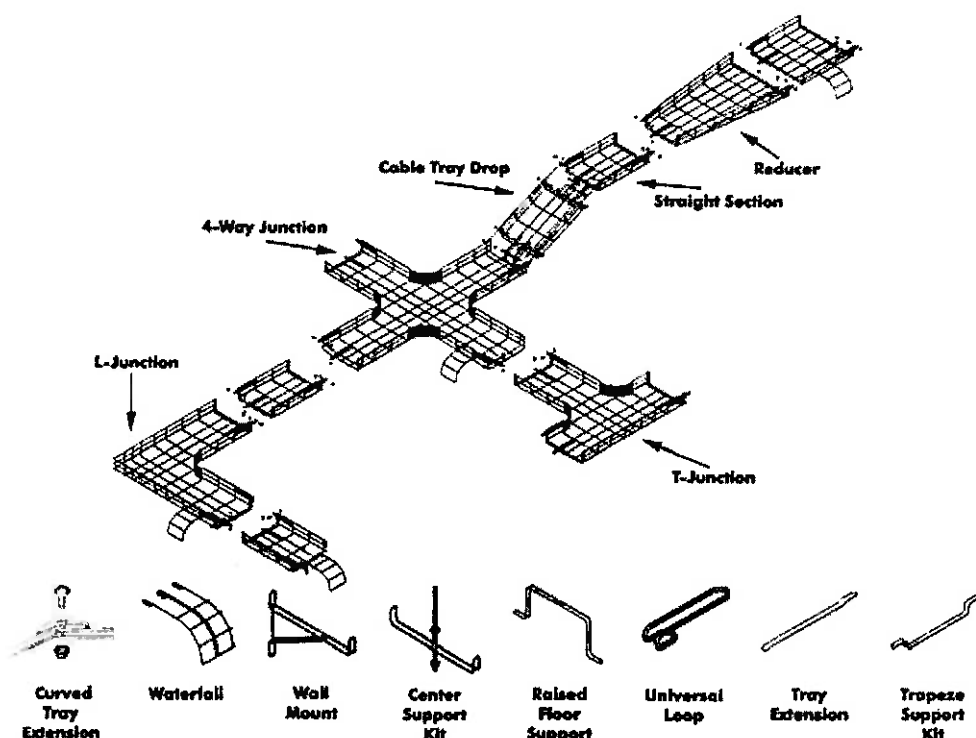


Figura 31 – Diagrama de Montagem de Calha Elétrica.  
Fonte: [www.wiremaidcabletray.com](http://www.wiremaidcabletray.com)

#### 2.4.0 – DT – Desenho \ Teste:

Comparação do sistema com sua especificação. Esta fase tem o objetivo de descobrir alguma não conformidade no projeto com as especificações. Outro fator que obriga a esta última inspeção é o fato de acontecerem com facilidade desvirtualizações do projeto quanto a escolha de equipamentos.

2.4.1 Verificação do funcionamento do sistema de automação. A maioria dos tipos de tecnologias de automação que se encontram no mercado têm a capacidade de simulação do sistema e por esse modo de simulação. Sendo assim, pode-se verificar se o projeto tem a performance desejada.

2.4.2 Verificação do sistema como um todo. Nesta verificação modela-se em linguagem “UML” a casa exatamente como ela é, com portas, janelas e até as divisões geométricas iguais ao projeto de construção. Através de atribuição de atributos aos diversos objetos, por exemplo, para um sensor de movimento tem-se o alcance e para uma porta tem-se a definição de abertura vizinhança (quais os objetos que vai ligar a quando a sua abertura), permissões de abertura, entre outras. Depois

deste trabalho de modelagem simula-se o comportamento ou reação do sistema as ações possíveis dos utilizadores.

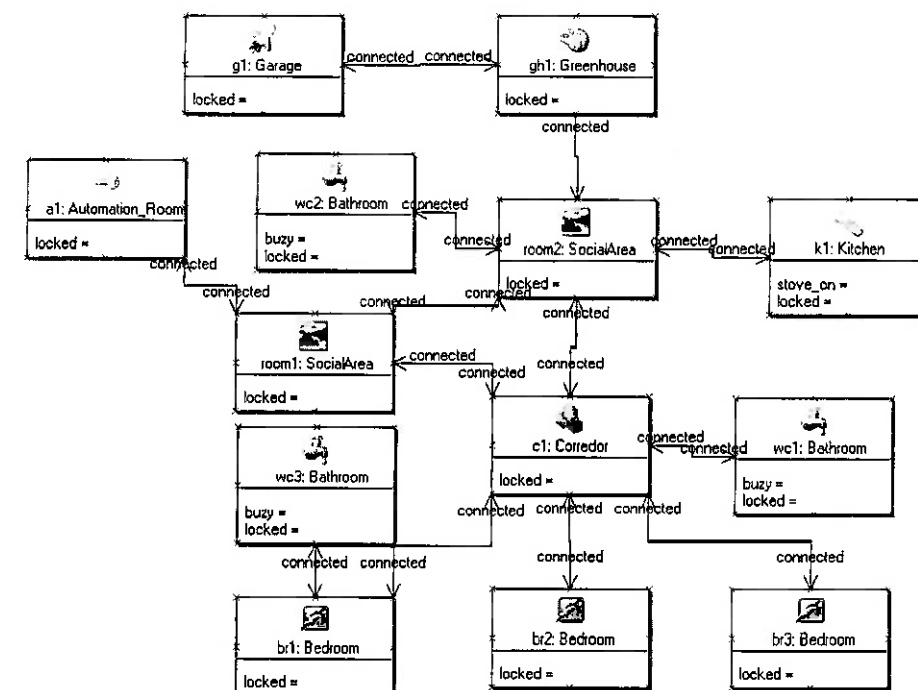


Figura 32 – Demonstração do Modelo de Simulação Comportamental Residencial.  
(itSIMPLE)

Na figura em cima está demonstrado um exemplo em itSIMPLE de um projeto de uma habitação, onde apenas estão representadas as entidades que constituem a habitação. O objetivo deste teste é provar que não existe nenhuma maneira do sistema evoluir para algo imprevisto devido a um comportamento imprevisto por parte de um dos agentes do sistema.

## Construção

### 3.1 – CR – Construção \ Requisitos:

Nesta fase faz-se uma revisão aos diversos tratamentos ou fases que envolveram requisitos e o preenchimento da ficha de avaliação do imóvel que faz parte do “Modelo Interativo Para Avaliação e Quantificação do Nível de Inteligência e Serviços de Automação Predial” de modo a poder quantificar o nível de sofisticação ou inteligência do imóvel. De modo a se calcular o nível de inteligência final do projeto para aquele usuário. Do tratamento matemático dos dados do inquérito tem-se a tabela da Figura 33, que se segue, da tabela pode-se verificar a eficácia do projeto e a quantificação do nível de inteligência do projeto para aquele utilizador.

|                                       | projeto<br>STSC% | USUARIO<br>NTA%<br>parcial   | NTAT<br>%(total) | área com<br>satisfação         | peso<br>import | não<br>sat                     | sup   | pena não<br>satisfação | pena de<br>superar | erro<br>absoluto |
|---------------------------------------|------------------|------------------------------|------------------|--------------------------------|----------------|--------------------------------|-------|------------------------|--------------------|------------------|
| Segurança G de Entradas e A de "HVAC" | 72,6%            | 76,4%                        | 12,1%            | 72,6%                          | 0,60           | 1                              | 0     | 2,28%                  | 0,00%              | 3,8%             |
| Distribuição Audio e Video            | 62,1%            | 66,9%                        | 3,5%             | 62,1%                          | 0,20           | 1                              | 0     | 0,97%                  | 0,00%              | 4,8%             |
| Sistema de Irrigação                  | 65,7%            | 71,4%                        | 7,5%             | 65,7%                          | 0,40           | 1                              | 0     | 2,29%                  | 0,00%              | 5,7%             |
| Segurança e Alarmes Técnicos          | 70,3%            | 69,1%                        | 10,9%            | 69,1%                          | 0,60           | 0                              | 1     | 0,00%                  | 0,48%              | -1,2%            |
| Segurança Intrusão                    | 66,4%            | 66,4%                        | 14,0%            | 66,4%                          | 0,80           | 0                              | 0     | 0,00%                  | 0,00%              | 0,0%             |
| Iluminação                            | 62,4%            | 58,5%                        | 6,2%             | 58,5%                          | 0,40           | 0                              | 1     | 0,00%                  | 2,34%              | -3,9%            |
| Áreas de Lazer                        | 83,2%            | 80,0%                        | 12,6%            | 80,0%                          | 0,60           | 0                              | 1     | 0,00%                  | 1,26%              | -3,2%            |
|                                       | 64,0%            | 68,0%                        | 3,6%             | 64,0%                          | 0,20           | 1                              | 0     | 0,80%                  | 0,00%              | 4,0%             |
| máximo                                | 83,2%            | 80,0%                        | 14,0%            |                                |                |                                |       |                        |                    |                  |
| medias                                | 68,3%            | 69,6%                        | 8,8%             | 67,3%                          | 0,5            | 50,0%                          | 37,5% |                        |                    |                  |
| total                                 |                  |                              | 70,4%            | 95,7%                          |                |                                |       | 6,33%                  | 4,09%              |                  |
| requisitos respeitados =              | 95,7%            | nível de intelig do imóvel = | 85,24%           | nível de serviços do usuario = | 69,6%          | nível de serviços do projeto = | 68,3% |                        |                    |                  |

Figura 33 – Tabela de Análise Matemática da Eficiência do Projeto.

### 3.2 – CD – Construção \ Desenho:

Esta é uma fase de integração e coordenação de projetos, não está só ligado a automação residencial, mas também a coordenação de eventos dos diversos projetos tal como estrutural, elétrico, saneamento, automação, acabamentos, entre outros.

Esta coordenação tem de ser feita em conjunto com os diversos responsáveis de modo a elaborar uma planilha para a coordenação dos diversos projetos, do gênero da que se pode observar na Figura 34, que se segue.

| Item | Descrição Tarefa e Eventos                | Tempo (semanas) |   |   |   |
|------|---|-----------------|---|---|---|
|      |   | 1               | 2 | 3 | 4 |
| 1    | Arquitetura e Projeto Civil da Edificação |                 |   |   |   |
| 2    | Instalação Equipamentos Teleco            |                 |   |   |   |
| 3    | Testes Integração                         |                 |   |   |   |
| 4    | Entrega Sistema                           |                 |   |   |   |
| 5    | .....                                     |                 |   |   |   |

Figura 34 – Planilha de Distribuição de Trabalho

Fonte: [www.projetoederedes.com.br](http://www.projetoederedes.com.br)

### 3.3 – CC – Construção:

Fase de acompanhamento, supervisão e implementação dos diversos projetos na construção do imóvel. É uma das fases mais importantes e o acompanhamento serve para evitar desvios ao projeto.

### 3.4 – CT – Construção \ Teste:

Fase de verificação “*in loco*” das diversas especificações do projeto civil e de implementação da automação, esta fase pode ser feita ao mesmo tempo da fase anterior, mas isso não implica que no final da construção e implementação se execute uma vistoria total aos diversos sistemas. Essa fase detecta erros de projeto de execução.

## Teste

### 4.1 – TR – Teste \ Requisitos:

Verificação dos funcionalismos dos diversos equipamentos e a sua conformidade com as necessidades do futuro utilizador, para isso usa-se o gráfico radar de comparação do “Modelo Interativo Para Avaliação e Quantificação do Nível de Inteligência e Serviços de Automação Predial”, tal como se pode observar na Figura 35, que se segue.

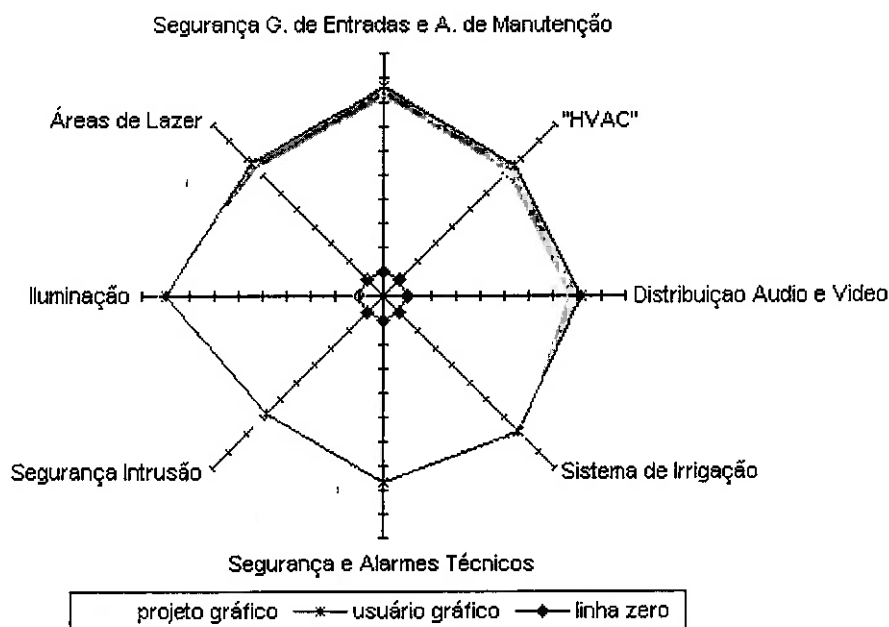


Figura 35 – Visualização Gráfica da Eficiência do Projeto.



Tal como se pode observar do Gráfico, o projeto tem uma falta de automação nas áreas com cor verde e um excesso nas áreas com cor amarela, de notar que o erro é relativamente pequeno.

#### 4.2 – TD – Teste \ Desenho:

Elaboração de metodologias, desenhos, esquemas e projetos para manutenção, uma cópia destes documentos deve ficar na posse do usuário. Estas metodologias devem ter em conta prazos de manutenção e estimativas de orçamentos. Outra tarefa é informar as principais possibilidades de atualização ou “*up-grade*” do sistema instalado.

#### 4.3 – TC – Teste \ Construção:

Revisão dos diversos testes elaborados, de modo a efetuar um documento com os resultados dos diversos testes, para um histórico técnico.

#### 4.4 – TT – Teste:

Apresentação do projeto e dos diversos documentos ao futuro usuário para aprovação final. Deve-se atestar que o teste executado foi válido.

## Manutenção

#### 5.1 – MTR – Manutenção – Teste \ Requisitos:

Verificação da continuidade das necessidades do usuário, para isso o preenchimento periódico do formulário de avaliação do “Modelo Interativo Para Avaliação e Quantificação do Nível de Inteligência e Serviços de Automação Predial” de modo a poder quantificar o nível de sofisticação ou inteligência requerida pelo usuário e comparar com o formulário anterior. Deste modo consegue-se descobrir as novas necessidades ou requisitos do usuário, tal como o novo nível de inteligência do imóvel para aquele utilizador. Na Figura 36 que se segue pode-se observar os novos valores da quantificação matemática dos níveis de serviços e funcionalidades.

|   | projeto<br>STSC% | usuário<br>NTA% | usuário<br>novo<br>NTAT % |
|---|------------------|-----------------|---------------------------|
| Segurança G. de Entradas e A. de "HVAC" | 72,6%            | 76,4%           | 85,0%                     |
| Distribuição Audio e Video              | 62,1%            | 66,9%           | 76,8%                     |
| Sistema de Irrigação                    | 65,7%            | 71,4%           | 81,3%                     |
| Segurança e Alarmes Técnicos            | 70,3%            | 69,1%           | 80,1%                     |
| Segurança Intrusão                      | 66,4%            | 66,4%           | 93,1%                     |
| Iluminação                              | 62,4%            | 58,5%           | 73,7%                     |
| Áreas de Lazer                          | 83,2%            | 80,0%           | 93,2%                     |
| máximo                                  | 83,2%            | 80,0%           | 93,2%                     |
| medias                                  | 68,3%            | 69,6%           | 83,8%                     |

Figura 36 – Quantificação Matemática do Novo Nível de Inteligência do Imóvel

Para perceber as diferenças das necessidades do utilizador também se faz um novo gráfico radar, mas agora com três linhas. Uma das linhas representa o projeto do imóvel como ele está no momento, e as outras duas linhas representam as necessidades presentes e passadas do utilizador.

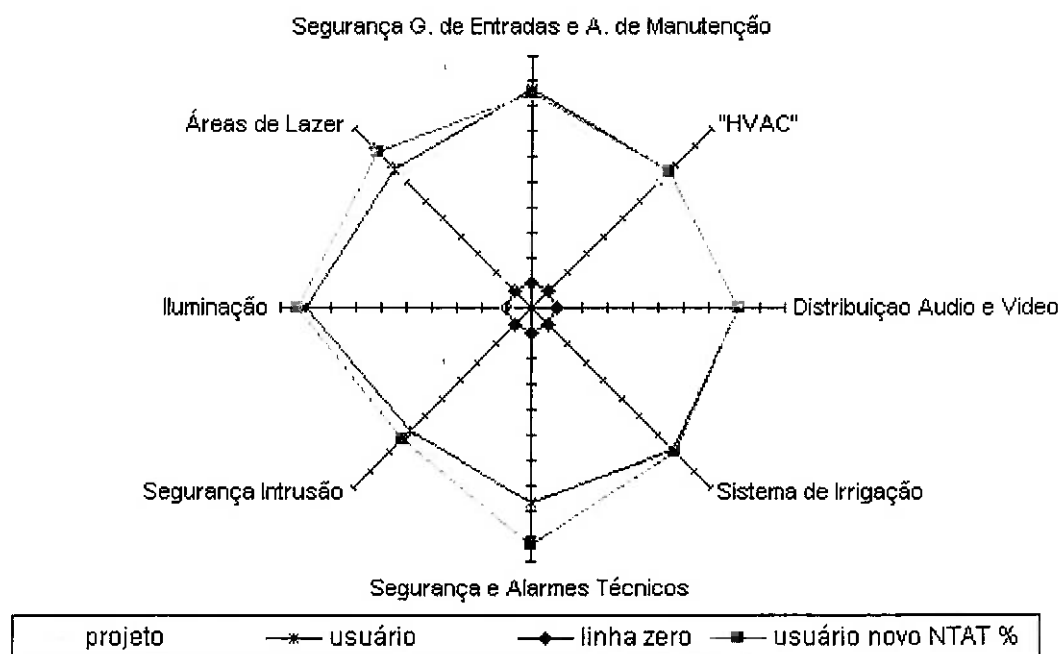


Figura 37 – Gráfico Radar de Comparação

## 5.2 – MTD – Manutenção – Teste \ Desenho:

Apresentar os dados do ponto anterior ao utilizador do imóvel para aprovação de um “up-grade” ao sistema e não apenas uma manutenção preventiva e corretiva.

Consultar as metodologias, desenhos, esquemas e projetos de manutenção de modo a poder verificar quais os serviços devem ser efetuados.

### 5.3 – MTC – Manutenção – Teste \ Construção:

Efetuar as diversas operações de manutenção ou “up-grade” e os testes recomendados nos documentos de manutenção, atualização do histórico técnico do sistema e se necessário efetuar alterações aos documentos de manutenção.

Definição da próxima data de manutenção.

### 5.4 – MTT – Manutenção – Teste:

Elaboração de um teste de performance ao sistema total de modo a verificar a sua integridade.

No caso de a manutenção ter provocado uma diferença muito grande nas funcionalidades do sistema então se deve efetuar uma nova avaliação ao nível de serviços do imóvel seguindo o método já utilizado anteriormente. Tal como mostram as Figuras 38 e 39, que se seguem. A Figura 38 é a nova tabela de quantificação matemática e a Figura 39 é a sua representação gráfica.

|                                    | projeto<br>STSC% | usuário<br>NTA%<br>parcial      | NTAT<br>%(total) | usuário<br>gráfico | área com<br>satisfação            | peso<br>import | não<br>sat | sup                               | pena não<br>satisfação | pena de<br>superar | erro<br>absoluto |
|------------------------------------|------------------|---------------------------------|------------------|--------------------|-----------------------------------|----------------|------------|-----------------------------------|------------------------|--------------------|------------------|
| Segurança G de<br>Entradas e A. de | 84,8%            | 85,0%                           | 11,3%            | 95,0%              | 84,8%                             | 0,80           | 1          | 0                                 | 0,15%                  | 0,00%              | 0,2%             |
| "HVAC"                             | 77,6%            | 76,8%                           | 7,7%             | 86,8%              | 76,8%                             | 0,60           | 0          | 1                                 | 0,00%                  | 0,31%              | -0,8%            |
| Distribuição Audio e Video         | 78,6%            | 81,3%                           | 10,8%            | 91,3%              | 78,6%                             | 0,80           | 1          | 0                                 | 2,18%                  | 0,00%              | 2,7%             |
| Sistema de Irrigação               | 84,8%            | 80,1%                           | 10,7%            | 90,1%              | 80,1%                             | 0,80           | 0          | 1                                 | 0,00%                  | 0,95%              | -4,7%            |
| Segurança e Alarmes<br>Técnicos    | 88,2%            | 93,1%                           | 12,4%            | 103,1%             | 88,2%                             | 0,80           | 1          | 0                                 | 3,93%                  | 0,00%              | 4,9%             |
| Segurança Intrusão                 | 74,1%            | 73,7%                           | 7,4%             | 83,7%              | 73,7%                             | 0,60           | 0          | 1                                 | 0,00%                  | 0,18%              | -0,4%            |
| Iluminação                         | 92,6%            | 93,2%                           | 12,4%            | 103,2%             | 92,6%                             | 0,80           | 1          | 0                                 | 0,45%                  | 0,00%              | 0,6%             |
| Áreas de Lazer                     | 88,0%            | 87,4%                           | 11,7%            | 97,4%              | 87,4%                             | 0,80           | 0          | 1                                 | 0,00%                  | 0,12%              | -0,6%            |
| máximo                             | 92,6%            | 93,2%                           | 12,4%            | 103,2%             |                                   |                |            |                                   |                        |                    |                  |
| medias                             | 83,6%            | 83,8%                           | 10,5%            | 93,6%              | 82,8%                             | 0,8            | 50,0%      | 50,0%                             |                        |                    |                  |
| total                              |                  |                                 | 84,4%            |                    | 98,1%                             |                |            |                                   | 6,72%                  | 1,56%              |                  |
| requisitos respeitados =           | 98,1%            | nível de intelig do<br>imóvel = |                  | 89,80%             | nível de serviços do<br>usuario = |                | 83,8%      | nível de serviços<br>do projeto = |                        | 83,6%              |                  |

Figura 38 – Quantificação Matemática do Novo Nível de Inteligência do Imóvel.

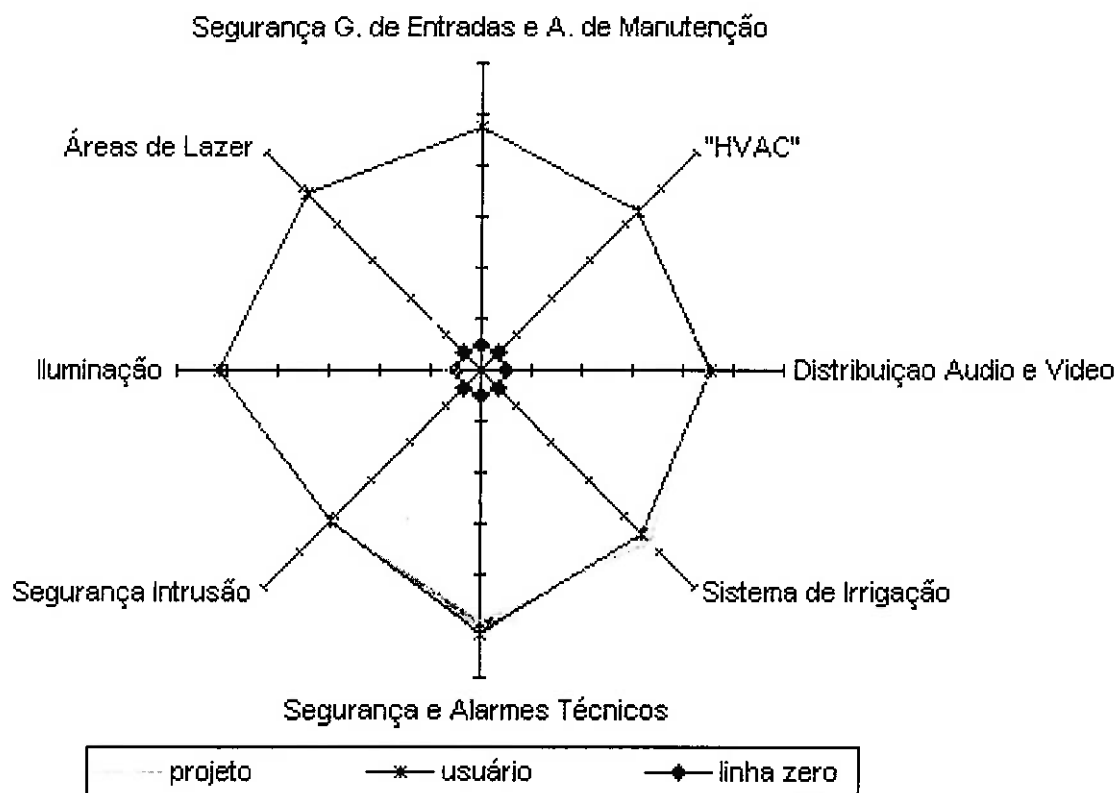


Figura 39 – Representação Gráfica do Novo Nível de Inteligência do Imóvel.

Apresentação dos diversos documentos da manutenção ao usuário para aprovação final. Entre estes documentos devem constar os gráficos e as tabelas de quantificação do nível de inteligência.

## Estudo de Caso (Projeto de Vila Nova de Famalicão)

### Fase de Requisitos

1.1 – Neste ponto faz-se a contextualização e caracterização da funcionalidade do imóvel.

O projeto de Vila Nova de Famalicão é um projeto de automação residencial para uma moradia habitacional na Rua de São Cláudio Vila Nova de Famalicão, na zona do Vale do Ave - Portugal.

O grande objetivo deste projeto é maximizar o conforto humano, segurança, lazer, economia, gestão de energia, segurança bem-estar e condições de descanso.

O uso da habitação é bastante comum em que o seu uso maior é durante a noite e manhã das 17 as 9 horas, estando no resto do tempo desabitada ou em manutenção (a cargo da diarista).

O numero de pessoas que faz uso desta habitação vai ser entre cinco a seis, sendo que há a existência de três crianças.

1.2 – Neste índice há que responder ao inquérito do método de avaliação do nível de inteligência de modo a obtermos uma quantificação das necessidades do futuro utilizador.

Da resposta ao questionário obteve-se a seguinte tabela de resultados:

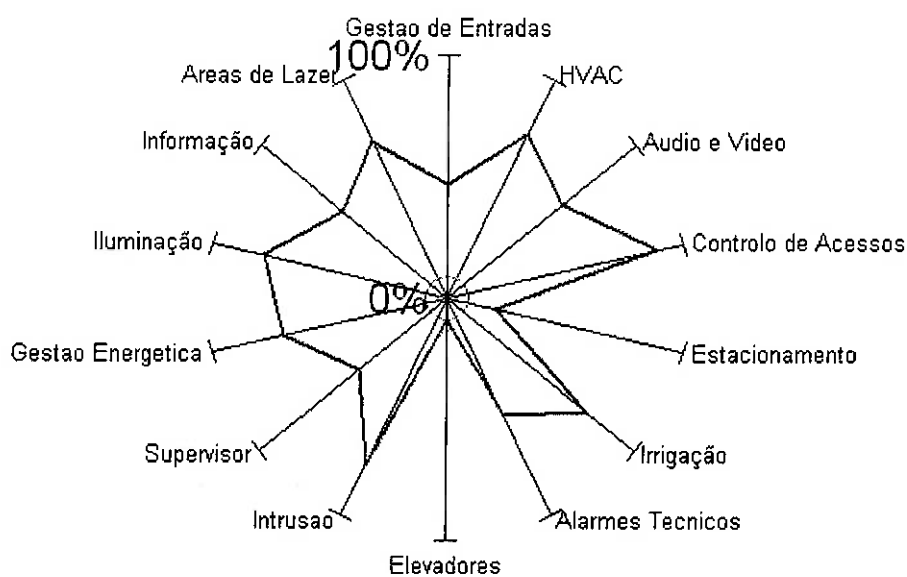
Tabela 4 : Quantificação matemática das necessidades do futuro utilizador

| Os sistemas ou controles são os seguintes:                        | NA     | PA     | NTA     | NTAT   |
|---|--------|--------|---------|--------|
| Sistema de gestão de entradas e agente de manutenção              | 60,00% | 7,69%  | 41,05%  | 3,16%  |
| Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado "HVAC"                  | 80,00% | 10,26% | 72,12%  | 7,40%  |
| Distribuição de Áudio e Vídeo                                     | 60,00% | 7,69%  | 57,00%  | 4,38%  |
| Autenticações e Controle de Acessos                               | 60,00% | 7,69%  | 87,78%  | 6,75%  |
| Estacionamento de Veículos  | 20,00% | 2,56%  | 12,50%  | 0,32%  |
| Irrigação   | 80,00% | 10,26% | 71,43%  | 7,33%  |
| Deteção de Alarmes Técnicos, Situações de Emergência e Manutenção | 80,00% | 10,26% | 48,95%  | 5,02%  |
| Elevadores  | 0,00%  | 0,00%  | 0,00%   | 0,00%  |
| Sistema de Deteção de Intrusão e Vigilância.                      | 80,00% | 10,26% | 73,60%  | 7,55%  |
| Supervisor e Administração de Sistema                             | 20,00% | 2,56%  | 41,29%  | 1,06%  |
| Gestão de Recursos e Energetica                                   | 60,00% | 7,69%  | 66,67%  | 5,13%  |
| Iluminação  | 80,00% | 10,26% | 76,36%  | 7,83%  |
| Informação  | 20,00% | 2,56%  | 52,00%  | 1,33%  |
| Sistema de Gestão de Áreas de Lazer (Piscinas, saunas...)         | 80,00% | 10,26% | 69,09%  | 7,09%  |
| media   | 55,71% | 7,14%  | 54,99%  | 4,60%  |
| Total :   | 7,8    | 100%   | 769,84% | 64,35% |

Da tabela anterior pode-se observar o valor NTA, NTAT e o total do NTAT.

NTA é a quantificação das necessidades do utilizador por área de automação e o valor NTAT é a representação das necessidades dessa área de automação em relação ao total das áreas. O total do NTAT representa a quantificação geral das necessidades de todas as áreas de automação.

Para melhor visualização deste ponto executamos o seguinte gráfico da Figura 40.



— linha zero      — projeto gráfico      — usuário gráfico

Figura 40 – Representação gráfica das necessidades do utilizador.

Nesta fase começa-se a traçar um esboço da habitação, esse não foi o caso, pois a habitação já estava projetada e em fase de início de obra, de qualquer forma esse esboço pode ser algo do gênero de uma maquete como mostra a Figura 41.

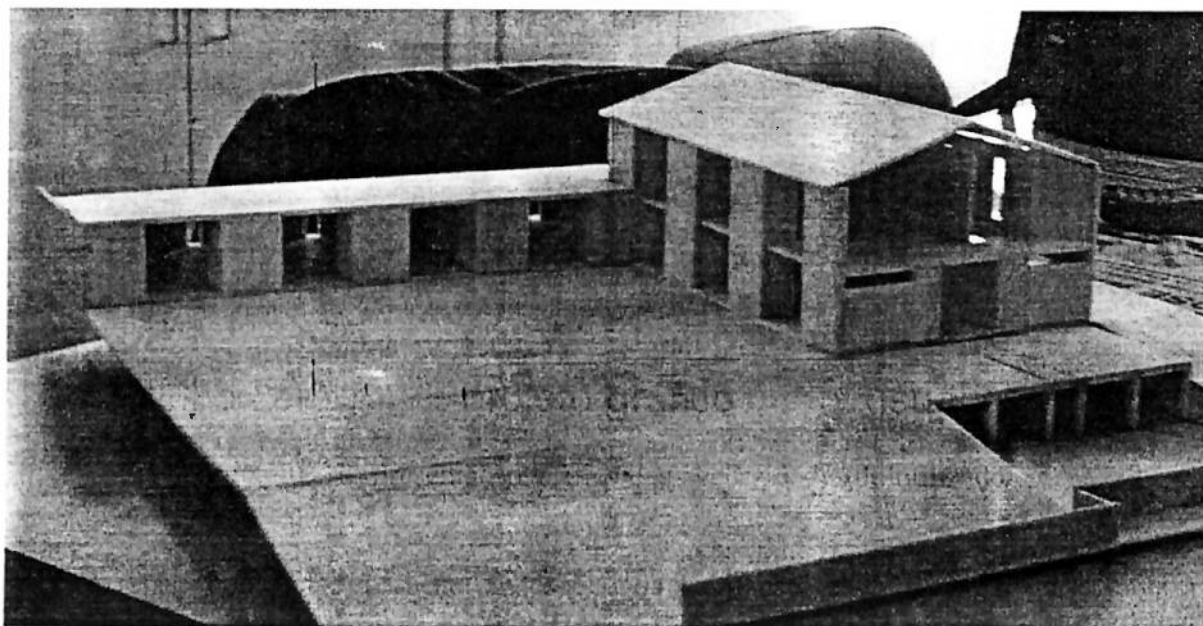


Figura 41 – Ilustração da Maquete do Imóvel de Vila Nova de Famalicão.

1.3 - Neste ponto define-se quais os agentes envolvidos e a forma como eles se interligam entre si. Para esta tarefa usam-se diagramas de “Use Case”, um para cada um dos sistemas a instalar no imóvel. Em seguida estão apenas três imagens de dois desses sistemas, mas eles totalizam 13 (treze), um para cada área de automação presente neste imóvel.

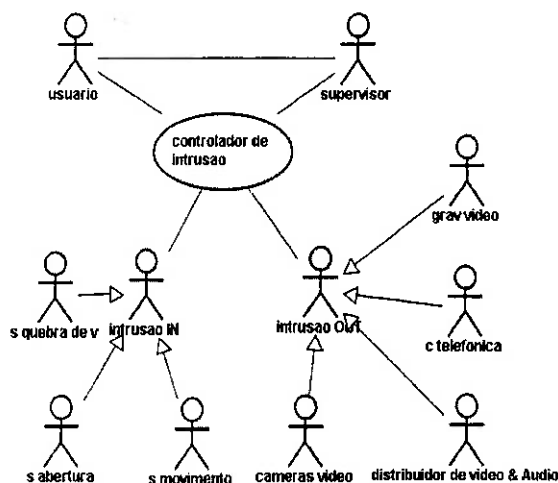


Figura 42 – Ilustração do “Use Case” do Sistema de Controle de Intrusão.

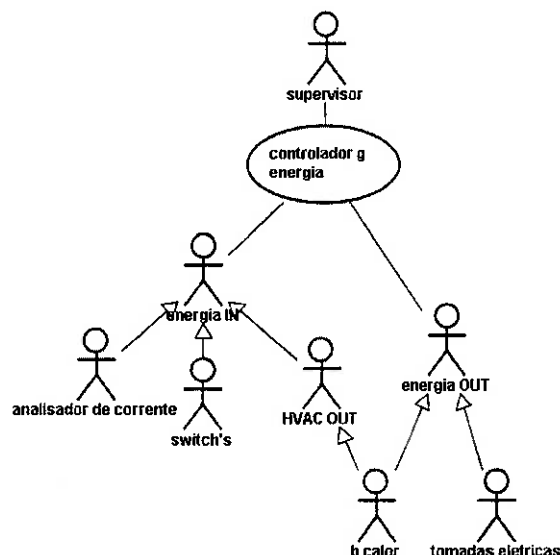


Figura 43 – Ilustração do “Use Case” do Sistema de Controle de Energia.

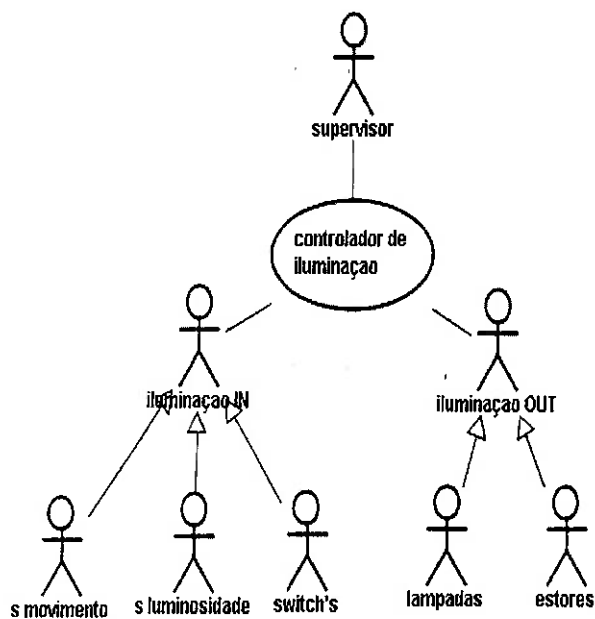


Figura 44 – Ilustração do “Use Case” do Sistema de Controle de Iluminação.

Ter em atenção aos sensores de movimento é que eles são modelados pela sua funcionalidade, por isso eles pertencem ao sistema de iluminação e ao mesmo tempo ao sistema de intrusão.

#### **Obtendo uma orientação ao objeto.**

Assim eliminam-se as duplicações de sensores e obtém-se um aumento da performance do sistema como um todo (**integração de sistemas**).

O mesmo se passa com a bomba de calor



1.4 - Nesta fase verifica-se o cumprimento dos requisitos esperados pelo futuro utilizador, para isso elaboram-se as redes de Petri que caracterizam os comportamentos do sistema aos estímulos possíveis.

Na figura em baixo está uma ilustração de uma rede de Petri responsável por ilustrar o comportamento do sistema de iluminação. Esta é apenas uma das 13 redes elaboradas para o projeto de Vila Nova de Famalicão.

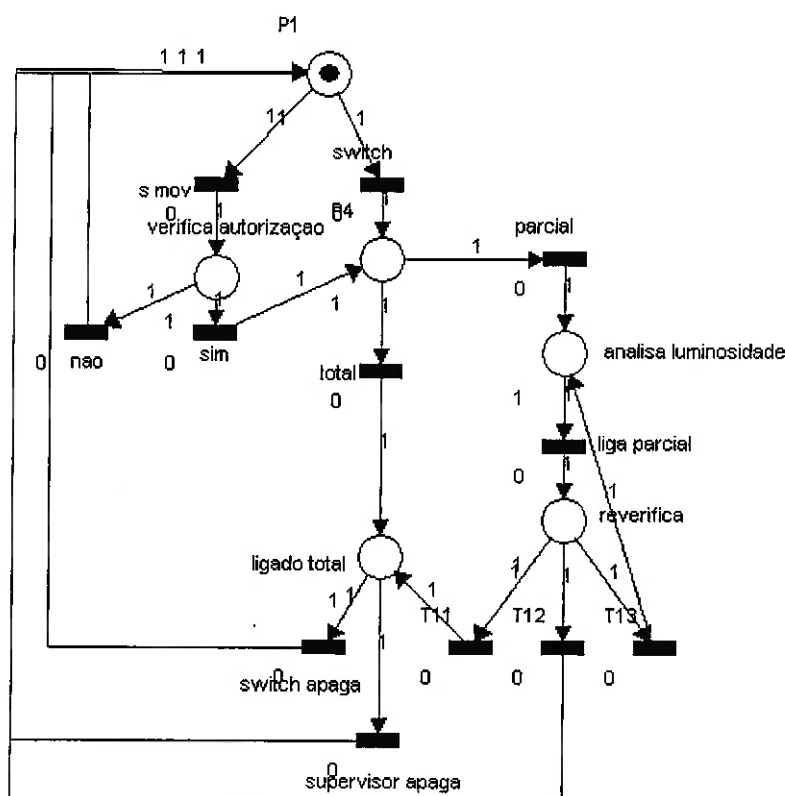


Figura 45 – Ilustração de uma rede de Petri do comportamento do sistema de iluminação.

## Discussão

Devido ao método ser bastante complexo e contemplar desde o início do projeto até a manutenção, não foi possível elaborar o resto do projeto até a data de conclusão do relatório.

O projeto neste momento tem os dados necessários para se começar a fase de desenho e distribuir os equipamentos pela habitação, o que tem de ser discutido com o dono da obra. Neste caso não foi possível devido às limitações de comunicação com o respectivo. Poderia fazer uma distribuição de equipamentos, tal como demonstrado no método, mas que não seria a definitiva nem a mais adequada a sua função, pois ainda há muitos fatos que



precisam ser esclarecidos, nomeadamente em relação aos sistemas de CFTV e vídeo, piscinas, alarmes técnicos e iluminação.

## Conclusão

Em relação à vantagem deste método conclui-se que cumpre as suas finalidades, facilitando assim a vida aos projetistas e construtores civil, tornando os projetos mais viáveis economicamente e aumentando a aceitação de projetos de automação residencial.

Neste momento o método ainda se encontra em teste. Uma fonte de limitações é a necessidade de conhecimentos básicos de matemática e linguagem de programação tais como “RdP” e “UML” por isso em passos futuros vai-se criar uma ferramenta informática de modo a facilitar a vida aos futuros utentes deste método. Eliminando assim a necessidade do conhecimento desses princípios e aumentando a gama de possíveis utilizadores deste método.

O método acaba por também ser importante no âmbito do controle de custos e vulgarização dos sistemas de automação residencial, isto deve-se ao fato de se estimar um decréscimo da fatura devido à não reconstrução, ou a sua minimização, de cerca de sete a oito por cento do valor total da habitação, podendo assim aplicar este valor monetário em automação residencial.

Outra grande responsabilidade deste trabalho é a criação de uma metodologia de quantificação de inteligência de um imóvel atendendo as necessidades do comprador. Com esta metodologia pode-se, por exemplo, escolher o imóvel que melhor se adequa as necessidades do comprador.

Outra grande vantagem deste método é o modo como ele representa os seus valores em forma de gráfico o que torna bem perceptível a sua análise. Lembrar que entre as possíveis funções deste método estão a avaliação das reais necessidades do utilizador, o levantamento das funcionalidades de um imóvel, a avaliação da continuidade de necessidades de um utilizador, além de se referir a sua potencialidade no mercado de habitações por construir ou no mercado de imóveis já prontos ou usados.

## **Próximos Passos a Serem Efetuados.**

Na continuação do trabalho seguem-se trabalhos em cinco áreas distintas de trabalho, elas são:

1. Acompanhamento do Projeto de Famalicão.

O acompanhamento do projeto a ser implementado em Vila Nova de Famalicão tem uma importância elevada devido ao tipo de soluções escolhidas pelo dono, o que o torna em um bom caso de estudo. Estas soluções referenciadas passam por exemplo pelo tipo de construção, que facilita a automação pela facilidade do cabeamento e a facilidade de optar soluções de arquitetura inteligente.

2. Refinamento do Método de Automação.

O método vai sofrer uma refinação constante até se mostrar mais fiável e fácil de implementar, em nível de ferramentas informáticas e em casos práticos.

3. Refinamento do Método de Quantificação do Nível de Inteligência

Com o método de quantificação do nível de inteligência vai-se passar o mesmo, mas com o objetivo de facilitar a implementação do questionário e a penalização de alguns fatores tal como a não integração de sistemas.

4. Projeto da Casa Inteligente para o Robótica 2006.

O projeto da casa inteligente será um estudo de caso importante, pois se tentará conciliar soluções puramente do âmbito da automação com soluções do âmbito da arquitetura inteligente de modo a se obter uma casa com um alto nível de tecnologia e ao mesmo tempo a mais autônoma possível.

5. Elaboração de uma ferramenta de modelagem para auxiliar o processo de projeto de automação residencial integrado.

As finalidades deste passo já foram explicadas posteriormente no âmbito deste relatório, mas as suas duas principais finalidades são a uniformização de metodologias e assegurar que os requisitos do futuro utilizador são cumpridos na totalidade sem os ultrapassar, reduzindo os custos finais do projeto. Outro modo de redução de custos é obtido pela coordenação de entidades e projetos de modo a evitar reconstruções e maximizar a performance dos trabalhadores.



## Referências Bibliográficas

*Arkin, H. e Paciuk, M.; Evaluating Intelligent Buildings According to Level of Service Systems Integration.* Automation in Construction. V. 6, p. 471-479, 1997.

*Arkin, H.; Special Issue of Intelligent Buildings.* Automation in Construction. V. 6, p. 379-380, 1997.

*Azegami, M. and Fujiyoshi, H.; A Systematic Approach to Intelligent Building Design,* IEEE Communications Magazine, V. 31, Nº. 10, P. 46-48, 1993.

*Badagliacca, A., "Bonum": the Degree of a Universal Scale for the Comfort Metric,* Building and Environment. V. 37, p. 969-973, 2002.

*Badagliacca, A., Theoretical Approach to the Global Comfort Problem in the Man--Environment Interactions,* Building and Environment. V. 37, p. 975-982, 2002.

*Bailetti, A. J. and Litva., P. F. , Integrating Customer Requirements into Product Designs,* Journal of Product Innovation Management, V. 12, Nº. 1, p. 3-15, 1995.

*Bolzani, Caio Augustus Moraes; Residências Inteligentes,* Editora Livraria da Física, São Paulo, 1ª edição, 2004

*Billington J., Christensen S., van Hee KE, Kindler E., Kummer O., Petrucci L., Post R, Stehno C and Weber M. The Petri Net Markup Language: Concepts, Technology, and Tools,* In van der Aalst WMP, Best E, eds., Applications and Theory of Petri Nets 2003, 24th International Conference, ICATPN 2003, Eindhoven, The Netherlands, Vol. 2679 of Lecture Notes in Computer Science, pp. 483-505, Berlin, 2003.

*Carlini, J., Integrating Measuring A Building's IQ,* The Intelligent Building Sourcebook, Prentice & Hall, P. 427-438, London, 1988.

*Chung, W.; Fu, L. and Huang, S.; A Flexible, Hierarchical and Distributed Control Kernel Architecture for Rapid Resource Integration of Intelligent Building System,* Proceedings of IEEE International Conference on Robotics and Automation, V.2, P. 1981-1987, 2001.

*Clark, G. and Mehta, P.; Artificial Intelligence and Networking in Integrated Building Management Systems,* Automation in Construction, V. 6, Nº. 5-6, P. 481-497, 1997.

*Derek, T. and Clements, J.; What do We Mean by Intelligent Buildings?,* Automation in Construction, V. 6, Nº. 5-6, P. 395-400, 1997.

*Flax, B. M.; Intelligent Buildings,* IEEE Communications Magazine, V. 29, Nº. 4, P. 24-27, 1991.

*Forsberg, A. and Malmberg, F.; Tools for Environmental Assessment of the Built Environment*, Building and Environment, V.39, Nº. 2, P. 223-228, 2004.

*Fu, L. and Shih, T.; Holonic supervisory control and data acquisition kernel for 21st century intelligent building system*, Proceedings of IEEE International Conference on Robotics and Automation, V. 3, P. 2641-2646, 2000.

*Gursaran; Viewpoint representation validation: a case study on two metrics from the Chidamber and Kemerer suite*; Journal of Systems and Software, V. 59, n. 1, P.83-97, Out 2001

*Haakenstad, L. K.; The open protocol standard for computerized building systems: BACnet*, Proceedings of the 1999 IEEE International Conference on Control Applications, V. 2, P. 1585-1590, 1999.

*Hamdi, M. and Lachive, G.; A Fuzzy Control System Based on the Human Sensation of Thermal Comfort*, Proceedings of the IEEE World Congress on Fuzzy Systems. Proceedings of the 1998, V. 1, P. 487-482, 1998.

*Hartkopf, V. and Loftness, V.; Global relevance of total building performance*, Automation in Construction, V. 8, N. 4, P. 377-393; 1999.

*Hong, S. and Song, W.; Study on the performance analysis of building automation network*, Proceedings of IEEE International Symposium on Industrial Electronics, P. 184-188, 2003.

*Leite, J. C. P. and Freeman, P. A.; Requirements Validation Throught Viewpoint Resolution*, IEEE Transactions on Software Engineering, V.17,n.12,Dez 1991

*Machado, J. M.; Silva, J. C. L. F.; The Use of GRACET Method to Modelise the Dynamic Behavior of Command Modules of Automated Manufacturing Systems*, Proceedings of the 44th International Colloquium, V. 1, P. 525-530, Technical University, Ilmenau, Germany, 1999.

*Mo, Z. C.; Intelligent Buildings and Intelligent Agents---a Human--Centered Framework for Building Controls*, Proceedings of the 41st SICE Annual Conference SICE 2002, V. 5, P. 3151-3146, 2002.

*Motteram, J. M.; Towards integration [building automation systems]*, IEE Colloquium on Intelligent Buildings, P.3/1-3/3, 1990.

*Neto, Jayme S. C.; Edifícios de Alta Tecnologia*; Carthago & Forte Editoras Associadas Ltda, São Paulo, 1994

*Nuseibeh, B.;kramer, J. and Finkelstein, A.; A Framework for Expressing the Relationships Between Multiple Views in Requirements Spcification*; IEEE Transations on Software Engineering, V.20, n.10, Out 1994

*Pádua, S. I. D. ; and Porto, A. J. V.;* **O Potencial das Redes de Petri em Modelagem e Análise de Processos de Negócio**; Gestao & Produção V.11, n.1, p.109-119, jan./abr. 2004

*Peper, C., Gotzhein R. and Kronenburg, M.;* **A generic approach to the formal specification of requirements**, Proceedings First IEEE International Conference Conference on Formal Engineering Methods, P. 252-261, 1997.

*Prado, R. T. A.,* **Sick building and systems automation.** , International Conference on High Technology Buildings, n. 2, p. 219-232, 1997.

*Ramos, R. B. and Silva, J. R.,* **An Integron-Based Architecture for the Modeling of Complex Dynamic System**, SBAI – Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, 1999

*Russo, A.; Nuseibeh, B. and Kramer, J.,* **Restructuring requirements specifications**, IEEE Proceedings Software., V. 146, n.1 Fev. 1999

*Shaviv, Edna;* **Integrating energy consciousness in the design process**, Israel, Automation in Construction, V. 8, n. 4, P. 463-472 Abril 1999

*Scherer, F. A.; Sousa, M. A. B. and Ioshimoto, E.;* **Automação de edifícios: sistema de monitoração remota em linhas privadas para sistemas prediais de elevada tecnologia**. Espirito Santo, Revista Engenharia Ciência & Tecnologia, v. 7, n. 3, p. 3-9, mai/jun. 2004.

*Silva, J. R.,* **Supervisory control of integrated building systems: a balanced approach**. London : Chapman & Hall, p. 65-729, 1996.

*Silva, J. R., Poli, M. A., and Restrepo, P. L.;* **Towards a modeling discipline for building an residence automation**. São Paulo: ABMC symposium series, V.1 P. 560-569, 2003.

*Silva, J.R.,* **“Interactive Design of Integrated Systems”**, Proceedings of BASYS’98, Prague, Czech Republic, 1998

*Song, Y., Clayton, M. J. and Jonhson, E.;* **Anticipating reuse: documenting buildings for operations using web technology**, Autmation in Costruction, V. 11, Nº. 2, P.185-197, 2001.

*Stein, G., and Kabitzsch, K.;* **Concept for an architecture of a wireless building automation**, Proceedings of IEEE Africon Conference in Africa, V. 1, P. 139-142, 2002.

*Sun, Ming and Lockley, Stephen R.;* **Data exchange system for an integrated building design system**; Automation in Construction; V. 6; P. 147-155; 1997

*Tate, Austin;* **Integrating constraint management into an AI planner**; Artificial Intelligence in Engineering; V. 9; P. 221-228; 1995.

*Voss, Karsten;* **Solar energy in building renovation — results and experience of international demonstration buildings**; Energy and Buildings; V. 32; P. 291–302; 2000

*Wang, S., and Xie, J.; Integrating Building Management System and Facilities Management on the Internet*, Automation in Construction, V. 11, Nº. 6, P. 707-715, 2002.

*Wong, A. T. W, and So, A. T. P.; Building automation in the 21st century*, Fourth International Conference on Advances in Power System Control, Operation and Management - APSCOM-97, V. 2, P. 819-824, 1997.

*Yang, J., and Peng, H.; Decision Support to the Application of Intelligent Building Technologies*, Renewable Energy, V. 22, Nº. 1-3, P.67-77, 2001.

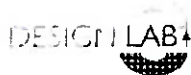
## **Anexo 1 - Enunciado do projeto**



## Um método de projeto para automação de condomínios horizontais

**Intercâmbio EPUSP – Universidade do Minho**

Pedro Miguel Lourenço de Sousa



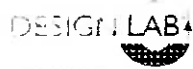
Em Portugal, como no Brasil é comum o aparecimento de condomínios horizontais, compostos por várias casas (às vezes centenas) de classe média ou acima, em locais de baixo custo da terra que são urbanizados e cercados de rodovias de acesso e infraestrutura logística. Um dos apelos para este novo tipo de moradia é o custo benefício (boa casa por preço barato, se considerado um equivalente em região já previamente urbanizada). Entretanto há o problema de segurança e da manutenção das condições logísticas envolvendo fornecimento de água, luz e até de recursos de lazer, associados a centros de vivência. O serviço usual, entregue a empresas e sem automação torna-se muito caro e reverte a boa relação custo-benefício em um pesadelo devido a altas taxas de manutenção. Neste caso, o grande vilão é o serviço de elevadores não está presente tornando qualquer justificativa dos custos um argumento vazio.

Para minimizar o impacto das taxas de condomínio, introduz-se automação parcial nos serviços de condomínios fechados. Entretanto, por falta de método para prover um verdadeiro projeto integrado de automação, o resultado é inócuo ou uma sobretaxa para compra e instalação dos insumos e aparelhos para automação sem o retorno esperado. A tese advogada é que a importação de "crenças" antigas no uso de automação de fábrica acaba por contaminar os projetos de automação residencial, elevando os custos, ao invés de deixar o espaço para a criatividade, com o pensamento voltado para o conforto do usuário final (e para a sua sobrevivência financeira após o projeto).

Sem uma abordagem sistemática para a fase inicial de projeto, os sistemas de automação, em especial os sistemas aplicados à automação predial exibem uma incompatibilidade com as expectativas do morador, mostrando de forma clara (pelo menos no que diz respeito ao usuário final) o papel de abordagens voltadas para a fase de elicitação de requisitos em Engenharia. A especificidade da Automação predial apenas torna esta incompatibilidade óbvia e de fácil identificação.

O Design Lab vem trabalhando neste problema, enfocando os aspectos metodológicos do ciclo de vida de um sistema potencialmente grande, complexo, mas com uma relação direta e clara com portadores de pelo menos três viewpoints: o usuário final (o morador do condomínio horizontal), o provedor (o dono do condomínio ou serviço de administração do condomínio), e o desenvolvedor do sistema de informação aqui mencionado.





Um conjunto de critérios vem sendo elaborado no D-Lab e faz parte da tese de mestrado de Marco Antonio Poli Jr. Um artigo com estes resultados está sendo elaborado para publicação em journals da área.



### **A proposta**

O trabalho de final de curso proposto para o candidato consiste em utilizar o método de tratamento de requisitos por viewpoints para o problema dos condomínios horizontais, utilizando ainda os critérios de definição paramétrica de features de projeto para fechar o processo de análise de requisitos e modelagem do sistema.

Os sub-modelos básicos para segurança externa, segurança interna, HVAC, manutenção de piscinas e centros esportivos, e outros, que devem ser integráveis. Os respectivos módulos serão representados como objetos complexos já proposto no Design-Lab. O fluxo de informação entre módulos deve ser analisado e validado em Redes de Petri.

A supervisão dos processos deve ser prevista e modelada em Redes de Petri e deverá ser implementada em supervisor comercial ou sintetizado sobre LabView da National Instruments.

A validação do sistema será feita mediante entrevistas com empresas administradoras de condomínios horizontais e construtoras, bem como amostragem de usuários finais.



### **Bibliografia**

- del Foyo, P. M. G. and Silva, R., 2003, "Towards a Unified View of Petri Nets and Object Oriented Modeling.", to appear in 17th International Congress in Mechanical Engineering, São Paulo.
- Ramos, R.L.C.B. and Silva, J.R., 1998, "A Formal Model for Integrated Complex Dynamic Systems", Proceedings of 5<sup>th</sup>. IFAC Workshop on Intelligent Manufacturing Systems - IMS'98, Gramado/Canela - RS, Brazil.
- Silva, J.R., 1998, "Interactive Design of Integrated Systems", Proceedings of BASYS'98, Prague, Czech Republic.
- Arkin, H., Paciuk, M., 1977, "Evaluating intelligent Building

According to Level of Service Systmes Integration”, Automation in Construction, 6, 471-479.

Azegami, M., Fujiyoshi, H., 1993, “A Systematic Approach to Intelligent Building Design”, IEEE Communications.

Fu, Li-Chen, Shih, Teng-Jei, 2000, “Holonc Supervisory Control and Data Acquisition Kernel for 21<sup>st</sup>. Cntury Intelligent Building System”, IEEE Int. Conf. on Robotics&Automation, San Francisco, Ca.

Poli Jr., M.A., Silva, J.R., 2005, “Design Methodology in Building Automation”, to appear.

Orientadores: Prof. Dr. José Reinaldo Silva (EPUSP, Brasil)  
Prof. Dr. José Machado (DEM UMinho, Portugal)

## **Anexo 2 – Inquérito Para Avaliação do Nível Tecnológico de Imóveis.**



|   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |     |     |
|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|-----|-----|
| Identificação da empresa :  |   |   |   |  |  |  |  |  |  |     |     |
| Nome:   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |     |     |
| Tipo: Usuário [ ] Projetista [ ] ----- Comercial [ ] Residencial [ ]    |   |   |   |  |  |  |  |  |  |     |     |
| a)Usuário Comer. b) Usuário Res. c)Projetista Comer. d) Projetista Res. |   |   |   |  |  |  |  |  |  |     |     |
| Cargo/Função:   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |     |     |
| a   | b | c | d |  |  |  |  |  |  | Sim | Não |
|   |   |   |   | Qual o papel nos projetos de automação e a sua relação com estes ?   |  |  |  |  |  |     |     |
| <b>I – Metodologia</b>  |   |   |   |  |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   | Como é dividido o projeto base de um edifício (conj. Residencial)?   |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   | Se existe divisão como os sub-projetos são integrados?   |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   | Tem alguma metodologia para os projetos e construção.(Segue algum método, software, sistema?)              |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   | Quais os sub-projetos que estão interligados ?   |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   | Quais os problemas resultantes da integração ?   |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   | Qual o seu método ou sequência de projecto e construção dos sistemas ?                                     |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   | Qual a ordem de execução dos vários projetos (gás / eléctrico / LAN) ?                                     |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   | Qual a ordem de construção destes projetos ?   |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   | Tem problemas provocados por falta coordenação na fase de construção ?                                     |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   | Sabe que podia reduzir o custo da obra com a integração ?  |  |  |  |  |  |     |     |
| <b>II – Serviços</b>  |   |   |   |  |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   | <b>Gás Combustível</b>   |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   | Tem sistema de gás combustível ?   |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   | O sistema de distribuição de gás compartilha as calhas de distribuição com mais algum sistema ?            |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   | Qual o tipo de abastecimento da rede ?   |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   | Tem sistema de controle anti-vazamentos ?  |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   | Tem contadores em todos os ramais ?  |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   | O edifício tem a capacidade de evitar ou minorar um acidente no caso de ocorrer um vazamento ou explosão ? |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   | O sistema de controle de consumo e vazamentos está ligado ao sistema de anti-fogo, HVAC, etc ?             |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   | O que deseja acrescentar ?   |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   | <b>HVAC</b>  |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   | Tem HVAC central?  |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   | O HVAC compartilha o sistema de condução e calhas eléctricas com mais algum sistema ?                      |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   | Controle é manual ou automático ?  |  |  |  |  |  |     |     |
|   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |     |     |

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  | Quantos filtros têm?   |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Qual o rendimento do 2º filtro (tem de ser >85% ou um HEPA) ?  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Tem sensores de CO2 e VOC ?  |  |  |
|  |  |  |  | O HVAC tem elementos integrados na estrutura do edifício ?   |  |  |
|  |  |  |  | Onde é a entrada de ar (telhado tem problemas de pássaros e ventos) ?                                  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Qual o tipo de HVAC convencional 2 entradas (humidade e temperatura de bolbo seco) ou multi-entradas ? |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | O HVAC está integrado a quantos sistemas e quais ?   |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Tem central de termoacumuladores (frio ou calor) ?   |  |  |
|  |  |  |  | Tem a possibilidade de fechar condutas em caso de incêndio ?   |  |  |
|  |  |  |  | Tem a possibilidade de desligar só uma secção ?  |  |  |
|  |  |  |  | Tem controle de qualidade do ar ?  |  |  |
|  |  |  |  | Tem tratamento do ar por exemplo lavagem ou filtração? Qual?   |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Consumo de energia do HVAC, em relação a média existente no mercado (elevado ou baixo):                |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Tem algum controle de consumo de energia (desfasagem do picos de energia) ?                            |  |  |
|  |  |  |  | Localização da central de HVAC:  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Tem possibilidade de expansão ou atualização ?   |  |  |
|  |  |  |  | O que deseja acrescentar ?   |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | <b>Office Automation</b>   |  |  |
|  |  |  |  | Tem sistema de distribuição de Internet ?  |  |  |
|  |  |  |  | O sistema de comunicação compartilha as calhas de distribuição com mais algum sistema? Quais?          |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | A quantos sistemas este sistema de Office Automation está integrado.                                   |  |  |
|  |  |  |  | Há a possibilidade de controlar os sistemas por Internet ?   |  |  |
|  |  |  |  | Estes recursos são geridos pelo gestor de espaços ?  |  |  |
|  |  |  |  | Qual a percentagem de área coberta pela rede interna ?   |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Qual o tipo de rede (cabo de fibra, Wireless, cabo coaxial) ?  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Capacidade de tráfego de rede (Mbps):  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Distância entre pontos de acesso:  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Tem capacidade ou possibilidade de expansão ou upgrade ?   |  |  |
|  |  |  |  | Tem recursos para vídeo-conferências ou teleconferências ?   |  |  |
|  |  |  |  | Sistemas de som, rádio ou vídeo de uso interno ?   |  |  |
|  |  |  |  | Salas de teleponto ?   |  |  |
|  |  |  |  | Outros recursos a acrescentar:   |  |  |

[illegible]



|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  | Tem algum sistema para desfasamento do consumo máximo das horas de pico ?  |  |  |
|  |  |  | Tem sistema para produção de energia em caso de emergência?  |  |  |
|  |  |  | Tem sistema de produção independente de energia de trabalho regular (horários de pico ou horário completo) ?                           |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | Tem medidores de energia por andares, quantos ?  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | Tem sistema de suprimento de energia inteligente (desliga certos setores ou sistemas, para poder fornecer a outros mais importantes) ? |  |  |
|  |  |  | Quantidade de tomadas por área útil:   |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | Quantidade de tomadas de emergência por área útil:   |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | Tem sistemas de correção de potência ?   |  |  |
|  |  |  | Tem proteção magnética ?   |  |  |
|  |  |  | Tem proteção contra curto-circuito ?   |  |  |
|  |  |  | Autonomia do gerador:  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | Potência do gerador:   |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | Há a possibilidade de upgrade no sistema do gerador (aumento do reservatório ou adição de mais um gerador) ?                           |  |  |
|  |  |  | Área coberta pelo gerador  |  |  |
|  |  |  | Tem pára-raios ?   |  |  |
|  |  |  | O que deseja acrescentar ?   |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | <b>Sistema de controle de energia solar</b>  |  |  |
|  |  |  | Tem sistema de iluminação natural, área vidro/ área de fachada ?   |  |  |
|  |  |  | Qual a altura média das zonas vidradas (quanto mais alto melhor) ?   |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | Qual o tom da cor das paredes (claro ou escuro) ?  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | Tem sistemas refletores de luz dentro do edifício ?  |  |  |
|  |  |  | Possui sistema de filtro UV's e IV's (no vidro) ?  |  |  |
|  |  |  | São janelas de vidro duplo ou triplo ?   |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | Qual o material do caixilho das janelas ?  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | As janelas isolam bem o interior ?   |  |  |
|  |  |  | Tem palas controladas em função da radiação e da luminescência ?   |  |  |
|  |  |  | Tem sistemas fotovoltaicos ?   |  |  |
|  |  |  | De que tipo ?  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | Estão integrados com o resto dos sistemas ?  |  |  |
|  |  |  | Fazem parte da estrutura do edifício ?   |  |  |
|  |  |  | O que deseja acrescentar ?   |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | <b>Sistema hidráulico</b>  |  |  |



|  |  |  |   |  |  |
|--|--|--|---|--|--|
|  |  |  | Tem algum automatismo neste sistema ?   |  |  |
|  |  |  | Tem algum sistema integrado ?   |  |  |
|  |  |  | Tem algum mecanismo de redução de consumo de água ?                           |  |  |
|  |  |  | Tem separação das águas sanitárias das pluviais ?                             |  |  |
|  |  |  | O HVAC fecha as condutas no caso de uma inundação ?                           |  |  |
|  |  |  | O sistema hidráulico tem tratamento de águas / esgoto ?                       |  |  |
|  |  |  | Sistema hidráulico tem drenagem de águas ?                                    |  |  |
|  |  |  | Tem sistemas de irrigação automática (nível de inteligência) ?                |  |  |
|  |  |  |   |  |  |
|  |  |  | Tem reservatórios de água, que quantidade de água por usuário ?               |  |  |
|  |  |  | Em caso de escassez ou falta de água há algum plano de redução de consumo ?   |  |  |
|  |  |  | Forma de controle de equipamentos dos sanitários (manual / automática):       |  |  |
|  |  |  |   |  |  |
|  |  |  | Materiais das tubulações:   |  |  |
|  |  |  |   |  |  |
|  |  |  | As tubulações são de fácil acesso?  |  |  |
|  |  |  | As tubulações compartilham as calhas de distribuição com mais algum sistema ? |  |  |
|  |  |  | Tem sensores de inundação?  |  |  |
|  |  |  | Quanto sanitários têm por usuário?  |  |  |
|  |  |  |   |  |  |
|  |  |  | O que deseja acrescentar ?  |  |  |
|  |  |  |   |  |  |
|  |  |  | <b>Sistema de iluminação</b>  |  |  |
|  |  |  | Tem sistema de controle de iluminação central ?                               |  |  |
|  |  |  | O sistema está integrado com mais sistemas ?                                  |  |  |
|  |  |  | O sistema está dividido em várias fases ?                                     |  |  |
|  |  |  | O controle é feito manual ou automático ?                                     |  |  |
|  |  |  | Tem sensores de luminosidade ?  |  |  |
|  |  |  | Qual o tipo de lâmpadas, alto ou baixo consumo ?                              |  |  |
|  |  |  |   |  |  |
|  |  |  | Tem sensores de movimento ?   |  |  |
|  |  |  | Que mais deseja acrescentar ?   |  |  |
|  |  |  |   |  |  |
|  |  |  | <b>Sistema de aspiração central</b>   |  |  |
|  |  |  | Qual a potência de vácuo ?  |  |  |
|  |  |  | Qual a distância média entre dois pontos de acesso ?                          |  |  |
|  |  |  | O sistema está integrado com mais algum sistema ?                             |  |  |
|  |  |  | As calhas são usadas por mais outro sistema?                                  |  |  |
|  |  |  | Tem sensores de entupimento da tubagem?                                       |  |  |
|  |  |  | Algo mais a acrescentar ?   |  |  |
|  |  |  |   |  |  |
|  |  |  | <b>Sistema de supervisão e segurança</b>                                      |  |  |
|  |  |  | Quais os sectores automatizados   |  |  |
|  |  |  | Está integrado com mais sistemas, se sim quais ?                              |  |  |
|  |  |  | Tem programação horária de desligar luzes ?                                   |  |  |
|  |  |  | Tem controle de acesso ?  |  |  |
|  |  |  | Tem circuito fechado de TV  |  |  |
|  |  |  | Tem gravação vídeo do circuito de TV ?  |  |  |





|                       |  |  |  |  |  |
|-----------------------|--|--|--|--|--|
|                       |  |  | Tem sensores de movimento ?  |  |  |
|                       |  |  | Tem ligação direta com a central policial em caso de assalto ?                                       |  |  |
|                       |  |  | Tem controle de zonas públicas ?   |  |  |
|                       |  |  | Tem controle de zonas privadas ?   |  |  |
|                       |  |  | Tem controle de vazamentos de gás ?  |  |  |
|                       |  |  | Tem controle de consumo de energia?  |  |  |
|                       |  |  | Tem controle do sistema hidráulico ?   |  |  |
|                       |  |  | Tem controle de HVAC ?   |  |  |
|                       |  |  | Tem controle do sistema de anti-fogo ?   |  |  |
|                       |  |  | Tem controle da despressurização das escadas de emergência ?   |  |  |
|                       |  |  | Tem controle do sistema de sinalização de emergência ?   |  |  |
| <b>Áreas de lazer</b> |  |  |  |  |  |
| <b>Som central</b>    |  |  |  |  |  |
|                       |  |  | O som está integrado a algum sistema ?   |  |  |
|                       |  |  | Este compartilha as calhas de distribuição com mais algum sistema ?                                  |  |  |
|                       |  |  | Qual a percentagem de área de lazer coberta ?  |  |  |
|                       |  |  |  |  |  |
|                       |  |  | Quem faz a gestão do som se está em uso ou desligado ?   |  |  |
|                       |  |  |  |  |  |
|                       |  |  | O que quer acrescentar ?   |  |  |
|                       |  |  |  |  |  |
| <b>Saunas</b>         |  |  |  |  |  |
|                       |  |  | O sistema da sauna está integrado ?  |  |  |
|                       |  |  | O HVAC é informado da necessidade de maior extração de calor e humidade nas zonas vizinhas a sauna ? |  |  |
|                       |  |  | O que quer acrescentar ?   |  |  |
|                       |  |  |  |  |  |
| <b>Piscinas</b>       |  |  |  |  |  |
|                       |  |  | Tipo de piscina (interna \ externa):   |  |  |
|                       |  |  |  |  |  |
|                       |  |  | O sistema de gestão da piscina está integrado com quantos sistemas e quais ?                         |  |  |
|                       |  |  | Qual o tipo de proteção da piscina cobertura (cobertura manual ou automática) ?                      |  |  |
|                       |  |  |  |  |  |
|                       |  |  | Qual o tipo de limpeza (manual ou automático) ?  |  |  |
|                       |  |  |  |  |  |
|                       |  |  | Quando a piscina está em uso ou sem cobertura são ativados os desumidificadores ?                    |  |  |
|                       |  |  | A piscina tem controle de temperatura ?  |  |  |
|                       |  |  | O que deseja acrescentar ?   |  |  |
|                       |  |  |  |  |  |
| <b>Ginásios</b>       |  |  |  |  |  |
|                       |  |  | Que funções tem o ginásio ?  |  |  |
|                       |  |  |  |  |  |
|                       |  |  | O ginásio tem sistema de controle de espaços (luzes, HVAC) ?   |  |  |
|                       |  |  | Que sistemas tem o ginásio ?   |  |  |
|                       |  |  |  |  |  |





|                               |  |  |   |  |  |
|-------------------------------|--|--|---|--|--|
|                               |  |  | Os sistemas estão integrados ?  |  |  |
|                               |  |  | O HVAC respeita as condições de conforto humano em termos de odores e de choques térmicos ? |  |  |
|                               |  |  | Como é feita a regulação do HVAC (cálculo do caudal de ar a ser extraído) ?                 |  |  |
|                               |  |  | Tem sensores de humidade ou de odor?  |  |  |
|                               |  |  | Que quer acrescentar ?  |  |  |
|                               |  |  |   |  |  |
| <b>III- Projeto e desenho</b> |  |  |   |  |  |
|                               |  |  | <i>Arquitetura inteligente</i>  |  |  |
|                               |  |  | Há palas solares ?  |  |  |
|                               |  |  | Tem zonas de tampão térmico ?   |  |  |
|                               |  |  | Tem acumuladores térmicos ?   |  |  |
|                               |  |  | Barreiras acústicas ?   |  |  |
|                               |  |  | Degraus de proteção para vazamento de gases ?   |  |  |
|                               |  |  | Desenho arquitetónico ?   |  |  |
|                               |  |  | Projeto paisagístico ?  |  |  |
|                               |  |  | Projeto de sinalização ?  |  |  |
|                               |  |  | Projeto de ventilação natural ?   |  |  |
|                               |  |  | Outras soluções:  |  |  |
|                               |  |  |   |  |  |
|                               |  |  | <i>Soluções de green building</i>   |  |  |
|                               |  |  | Sistema de alta eficiência de HVAC – a seguir ?   |  |  |
|                               |  |  | Tem carpetes ?  |  |  |
|                               |  |  | De que tipo ou material (pode libertar VOC e acumular ácaros ou outros) ?                   |  |  |
|                               |  |  | A cola é a base de água ou petróleo (deve ser de água) ?                                    |  |  |
|                               |  |  |   |  |  |
|                               |  |  | Qual o tipo de tinta usado no interior (base de água ou outros) ?                           |  |  |
|                               |  |  |   |  |  |
|                               |  |  | Tem elementos aromáticos ?  |  |  |
|                               |  |  | Qual a base do pigmento da cor (analisar o grau de toxicidade) ?                            |  |  |
|                               |  |  |   |  |  |
|                               |  |  | Tem quantos metros quadrados de janelas ?   |  |  |
|                               |  |  | Estão operacionais ?  |  |  |
|                               |  |  | Estão a um nível visível ?  |  |  |
|                               |  |  | Tem áreas verdes dentro ou perto ?  |  |  |
| <b>IV – Manutenção</b>        |  |  |   |  |  |
|                               |  |  |   |  |  |
|                               |  |  | Há planos de manutenção ?   |  |  |
|                               |  |  | Quais os sistemas que possuem planos ?  |  |  |
|                               |  |  |   |  |  |
|                               |  |  | Há estimativa do fim da vida dos sistemas ou parte destes ?                                 |  |  |
|                               |  |  |   |  |  |
|                               |  |  | Existe manutenção preventiva dos elevadores ?   |  |  |
|                               |  |  | A manutenção está integrada a algum sistema ?   |  |  |
|                               |  |  | A manutenção do sistema de cloro é manual ou automática ?                                   |  |  |
|                               |  |  | A limpeza das piscinas é automática ?   |  |  |
|                               |  |  | Como são definidas as necessidades de limpeza ?   |  |  |



|                     |  |  |  |   |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|---|--|--|--|
|                     |  |  |  | Tem algum sistema de proteção de sujeira ?                      |  |  |  |
|                     |  |  |  | Tem sensores de cloro ou outros ?                               |  |  |  |
|                     |  |  |  | A manutenção é preventiva ?                                     |  |  |  |
|                     |  |  |  | O que deseja acrescentar ?                                      |  |  |  |
|                     |  |  |  |   |  |  |  |
|                     |  |  |  | Existe manutenção preventiva das saunas ?                       |  |  |  |
|                     |  |  |  | Existe manutenção preventiva dos ginásios ?                     |  |  |  |
|                     |  |  |  | Existe manutenção preventiva de algum de outro sistema ? Qual ? |  |  |  |
|                     |  |  |  |   |  |  |  |
|                     |  |  |  | Como são definidas as manutenções do HVAC ?                     |  |  |  |
|                     |  |  |  | O sistema de manutenção está integrado a outro sistema ?        |  |  |  |
|                     |  |  |  | Tem algum sensor ou alerta de sujeira nos filtros ?             |  |  |  |
|                     |  |  |  | Tem algum sistema de proteção anti-fungos ?                     |  |  |  |
|                     |  |  |  | A manutenção é preventiva ?                                     |  |  |  |
|                     |  |  |  | O que deseja acrescentar ?                                      |  |  |  |
|                     |  |  |  |   |  |  |  |
| <b>V – Economia</b> |  |  |  |   |  |  |  |
|                     |  |  |  | Custo médio da manutenção em geral                              |  |  |  |
|                     |  |  |  |   |  |  |  |
|                     |  |  |  | Sistemas de economia de energia                                 |  |  |  |
|                     |  |  |  |   |  |  |  |
|                     |  |  |  | Valor atribuído a economia em reais                             |  |  |  |
|                     |  |  |  |   |  |  |  |

### **Anexo 3 – Questões do Inquérito de Avaliação do Nível de Imóveis.**

|   |  |   |
|---|--|---|
|  | <p align="center">Escola Politécnica da Universidade de São Paulo<br/>Departamento de Engenharia Mecatrônica<br/>e de Sistemas Mecânicos</p> |  |
|---|--|---|

|  |
|--|
| <p align="center"><b>Sistema de gestão de entradas e agente de manutenção</b></p>  |
| <p>Este serviço tem por objectivo tornar mais eficaz e facilitar as tarefas a cargo das pessoas responsáveis pela (s) portaria (s) de um edifício.</p>   |
| <p>As principais funções oferecidas são:</p>   |
| <p>- Facilitar a identificação de pessoas a partir de informação pessoal (nome, título), a partir do cargo desempenhado na organização (diretor de departamento, responsável pela contabilidade, relações públicas) ou a partir do motivo da visita (entrega de um bem, reparação de um equipamento);</p>  |
| <p>- Fornecer informação sobre como contactar determinada pessoa (por exemplo, qual a sua extensão telefónica) para confirmar se ela deseja receber uma certa visita;</p>  |
| <p>- Registro de mensagens de visitas para visitados e vice-versa;</p>   |
| <p>- Controlo e registro de entradas e saídas de pessoas e equipamentos;</p>   |
| <p>- Indicação de percursos a seguir para atingir determinado ponto do edifício (encaminhamento de pessoas);</p>   |
| <p>- Emissão de um meio de identificação e solicitação de autorização (recorrendo ao Serviço de Controlo de Acessos) para o visitante se deslocar até ao visitado ou até ao ponto de destino (por exemplo, uma sala de reuniões);</p>  |
| <p>- Fornecer informação sobre a organização (ou organizações) existentes no edifício e quais as atividades a que se dedicam;</p>  |
| <p>- Tratamento de situações de acesso periódico ao edifício por parte de pessoal de limpeza, pessoal de manutenção, etc., e gestão de chaveiros;</p>  |
| <p>- Contemplar situações de emergência, impedindo o acesso de mais pessoas ao edifício e facilitando a saída das pessoas que estão no seu interior.</p>   |
| <p>- Agentes responsáveis por contactar os serviços de manutenção externos.</p>  |
| <p align="center"><b>Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado "HVAC"</b></p>  |
| <p>Este serviço tem como principal missão assegurar o conforto dos ocupantes do edifício, usando da forma mais racional possível a energia dispendida. De notar que o conforto dos utentes depende não apenas de uma temperatura e níveis de humidade adequados, mas também de fluxos de ventilação corretos.</p>  |
| <p>Indicam-se de seguida as principais funções realizadas por este serviço:</p>  |
| <p>- Definição das condições de climatização das varias zonas controladas (incluindo os limites dentro dos quais os utilizadores podem modificar os valores definidos);</p>  |
| <p>- Ajuste das condições de climatização para satisfazer preferências pessoais;</p>   |
| <p>- Modificação automática das condições de climatização (de acordo com valores predefinidos) de modo a ter em conta as várias estações do ano (haverá toda a conveniência em que isso também possa ser feito numa base diária, refletindo as condições climatéricas exteriores; esta capacidade revela-se particularmente útil nas transições entre estações);</p> |
| <p>- Realização de ações em antecipação a necessidades que irão ocorrer num futuro próximo (por exemplo, iniciar a climatização do edifício algum tempo antes de a generalidade das pessoas chegarem; aumentar os níveis de ventilação e descer ligeiramente a temperatura de um auditório, antes de se iniciar a sua utilização);</p>                               |
| <p>- Realização de ações conducentes a uma climatização mais eficaz e económica (referem-se, por exemplo, a execução de purgas de ar noturnas, produção de gelo nas horas em que a energia é mais barata, pré-arrefecimento do edifício aproveitando as horas do fim da noite e princípio do dia);</p>   |
| <p>- Definição de programas horários para a realização de determinadas ações periódicas;</p>   |
| <p>- Contemplar situações em que é dada a liberdade aos utilizadores de abrirem janelas e usarem formas de ventilação naturais;</p>  |
| <p>- Permitir efetuar cortes de serviço temporários (desligar, por períodos de curta duração, os sistemas de produção de frio e/ou de calor), com vista a dar suporte a funções de controlo de</p>   |



ponta;

- Realização de ações preventivas e ativas em caso de emergência (por exemplo, em caso de incêndio, parar a ventilação das áreas sinistradas, desencadear desenfumagem, pressurizar os caminhos de evacuação).

#### Distribuição de Áudio e Vídeo

Este serviço tem como objectivo controlar e gerir recursos de comunicação e de distribuição de sinais de áudio e de vídeo no interior do edifício.

De entre as suas funções destacam-se:

- Divulgação de informação e troca de mensagens (tipo correio eletrónico mas com capacidades multimídia);

- Divulgação de mensagens sonoras (particularmente útil em áreas de lazer, bares e cantinas);

- Controlo da distribuição de música ambiente e de canais com informação áudio e vídeo específico (com origem no próprio edifício ou externa);

- Controlo de fontes de áudio e vídeo, e de equipamento de recepção de rádio frequência (por exemplo, receptores de frequência modulada, receptores de satélite e respectivas antenas, etc.);

- Controlo de sistemas de tele-chamada (paging) privados;

- Acesso a serviços telefónicos e facilidades oferecidas pelos PPCAs de que se salientam: correio de voz (voice mail), marcação automática, marcação abreviada, redireccionamento (follow me), definição de barramentos, tarifação detalhada, estatísticas de utilização, etc.

- Desencadear ações em caso de situações de emergência (por exemplo, corte automático de todo o tipo de transmissões em curso e emissão de mensagens identificando a existência de um sinistro e fornecendo informações sobre como proceder).

#### Autenticações e Controle de Acessos

Este serviço tem como objectivo controlar o acesso de pessoas a determinadas zonas do edifício.

Indicam-se em seguida as suas principais funções:

- Definição de zonas e atribuição de níveis de acesso;

- Definição de autorizações de acesso, as quais podem incluir a especificação da duração da autorização (data de início e data de fim), os períodos horários em que tem efeito, a possibilidade de acesso nos dias não úteis (sábados, domingos e feriados), etc.

- Definição e modificações de códigos de identificação pessoais (usados para aceder diretamente a zonas ou para validar se a pessoa em questão é realmente a dona do meio de identificação usado);

- Localização de pessoas (através da identificação da zona em que a pessoa se encontra);

- Registro dos acessos às várias zonas, possibilitando a identificação das pessoas que estão, em determinado instante, num dado local, a elaboração de estatísticas de permanência, determinação das horas de maior utilização, frequências de acesso, etc.

- Registro do primeiro e último acesso realizado, num mesmo dia, por cada pessoa (esta informação é útil para a monitorização dos tempos de permanência no edifício e pode ser usada pelo Serviço de Gestão de Presenças);

- Controlo de visitas (emissão de autorizações temporárias para acesso ao local de trabalho do visitado ou, se isso não for permitido, a áreas pré-definidas, controlo do tempo de permanência no edifício, registro dos locais de passagem, etc.);



- Suporte de facilidades de segurança de que se referem: detecção de acesso coagido, dupla entrada, tentativas de acesso a zonas para as quais determinada pessoa não dispõe de privilégios adequados, etc.

- Dar suporte a situações de elevada segurança que recorram, por exemplo, a duas portas com antecâmara, que façam intervir operadores humanos para validar acessos, que recorram a sistemas de monitorização áudio e vídeo, etc.

- Desencadear ações adequadas em situações de emergência e de intrusão.

#### Estacionamento de Veículos

Este serviço tem como missão gerir e controlar espaços reservados ao estacionamento de

|   |   |   |
|---|---|---|
|  | <p>Escola Politécnica da Universidade de São Paulo<br/>Departamento de Engenharia Mecatrônica<br/>e de Sistemas Mecânicos</p> |  |
|---|---|---|

veículos.

As suas principais funções são as seguintes:

- Definição das características dos diversos espaços disponíveis para estacionamento (topologia, número de lugares, pontos de acesso, pontos de saída, divisão em zonas);
- Contemplar diversas filosofias de gestão do espaço de estacionamento, as quais podem coexistir (lugares ocupados pelos veículos que chegarem primeiro, lugares reservados, áreas destinadas a aluguer, etc.);
- Definição de autorizações de acesso, as quais podem incluir a especificação da duração da autorização (data de início e data de fim), os períodos horários válidos, a possibilidade de utilização fora dos dias úteis, etc.
- Gestão da ocupação dos parques, de que se salienta: filosofia de preenchimento dos espaços livres, encaminhamento de veículos, controlo dos períodos de permanência, emissão de talões de pagamento (para as zonas de aluguer), etc.
- Registro da utilização dos parques, possibilitando identificar que veículos se encontram, em determinado instante, numa dada zona, a elaboração de estatísticas de utilização, etc.

#### Irrigação

Este serviço tem por objectivo o controlo da irrigação de espaços verdes interiores ou exteriores ao edifício. Está também sob o seu controlo o funcionamento de espelhos de água, fontes e repuxos.

Referem-se em seguida algumas das suas funções:

- Definição de zonas e suas características (zonas interiores e exteriores, zonas com diferentes frequências de rega, zonas com diferentes tipos de plantas, etc.);
- Definição de programas horários contemplando questões tais como as estações do ano, os períodos diurnos e noturnos, as diversas áreas, dias especiais (exposições, visitas importantes, fins de semana);
- Coordenação de ações tendo em conta as condições atmosféricas (para evitar regar, por exemplo, após ter ocorrido forte pluviosidade nas horas anteriores);
- Monitorização de consumos e realização de estatísticas.

#### Detecção de Alarmes Técnicos, Situações de Emergência e Manutenção

Este serviço tem a seu cargo tarefas de detecção e combate de situações de emergência tais como incêndio, fugas de gases tóxicos e inundações, além de auxiliar a identificação de problemas e facilitar ações de prevenção e de correção.

De entre as suas funções destacam-se as seguintes:

- Definição da topologia do edifício, percursos de evacuação, áreas protegidas (para apoio a pessoas com dificuldades de locomoção ou outras deficiências), áreas particularmente sensíveis (que possuem materiais inflamáveis), portas corta-fogo, tipos de materiais usados nas paredes, divisórias, tectos, etc.
- Detecção de incêndios (procurando evitar alarmes falsos) e desencadear de ações preventivas e ativas tais como: ativação de meios de sinalização sonoros, visuais e tácteis, fecho de portas corta-fogo, despressurização das zonas sinistradas, desenfumagem, pressurização das zonas de evacuação, ativação de meios de combate diretos (de notar que alguns desses meios podem necessitar de intervenção humana por fazerem intervir produtos tóxicos);
- Encaminhamento das pessoas, indicando quais os melhores percursos de evacuação (livres de perigo) e procurando distribuir adequadamente os vários indivíduos existentes nas zonas a evacuar, pelas saídas disponíveis;
- Previsão da evolução e propagação de sinistros, tendo em conta a sua dimensão, os materiais envolvidos, o tipo de paredes e divisórias existentes, etc.
- Detecção de fugas de gases tóxicos (em particular dos gases butano e propano), detecção de concentrações elevadas de monóxido e dióxido de carbono (de grande importância em zonas fechadas de estacionamento de veículos) e ativação de sistemas de sinalização, válvulas de segurança, sistemas de ventilação, etc.
- Detecção de fugas de água e de inundações, e ativação de meios de sinalização e válvulas de segurança.
- Monitorização e teste do estado de funcionamento dos vários equipamentos de controlo e supervisão, auxiliando o diagnóstico de falhas e a identificação da sua origem;



- Fornecer informação detalhada sobre o estado do sistema com vista a facilitar a resolução de problemas;
- Registro de ocorrências e tratamento estatístico (frequência das falhas, tipos mais comuns, causas conhecidas e causas prováveis, tempos de detecção, tempos de reparação, custos);
- Controlo e supervisão de ações de manutenção preventiva e corretiva dos componentes do sistema;
- Gestão de contratos de manutenção, controlo de períodos de garantia, registro da saída de equipamentos para reparação, etc.

#### Elevadores

Este serviço tem a seu cargo todas as funções de supervisão de sistemas de transporte de pessoas e bens no interior do edifício. Nesses sistemas incluem-se elevadores, monta-cargas, escadas e tapetes rolantes, sistemas de transporte e distribuição de documentos, etc.

De entre as suas funções destacam-se:

- Monitorização do estado de funcionamento dos vários sistemas;
- Registro de utilização e da ocorrência de anomalias, e tratamento estatístico dessa informação;
- Supervisão dos sistemas de transporte de modo a assegurar um funcionamento mais eficaz (de entre as ações possíveis salientam-se a antecipação de picos de utilização que, no caso dos elevadores, podem corresponder às horas de entrada e saída de serviço da generalidade das pessoas, desativação de partes dos sistemas em situação de pouco ou nenhuma utilização, controlo automático do sentido e velocidade de escadas e tapetes rolantes, de acordo com o fluxo de pessoas, etc);
- Controlo dos sistemas em situações de emergência (por exemplo, em caso de incêndio, assegurar que os elevadores se deslocam para pisos seguros e de fácil evacuação, mudar o sentido das escadas e dos tapetes rolantes de modo a facilitar operações de evacuação, permitir apenas a utilização dos elevadores a pessoas autorizadas);
- Supervisão de facilidades sofisticadas tais como serviço de táxi ou serviço VIP.

#### Sistema de Detecção de Intrusão e Vigilância.

Este serviço visa oferecer os meios que permitam assegurar uma vigilância adequada das áreas afetadas ao edifício e zonas adjacentes, e propiciar formas de detecção de ações de intrusão.

As principais funções oferecidas são:

- Gestão de sistemas de vigilância CCTV e controlo das respectivas câmaras (posicionamento, ampliação, sensibilidade), dos monitores de visualização e de dispositivos de registro;
- Supervisão de dispositivos de detecção de intrusão (definição de períodos horários de funcionamento, procedimentos a desencadear em caso de intrusão, etc);
- Coordenação de meios de sinalização sonoros e visuais;
- Controlo automático de partes do sistema CFTV em caso de intrusão (seleção e direcionamento automático das câmaras que cobrem a área onde a intrusão foi detectada, início de registro e visualização em monitores pré-definidos);
- Suporte a facilidades de monitorização automática (usando processamento de informação áudio e vídeo);
- Gestão de operações de ronda (permitindo, em particular, a geração de percursos aleatórios).
- Verificação de permissão de presenças por áreas.



#### Supervisor e Administração de Sistema

Este serviço tem a seu cargo a supervisão de todas as tarefas relacionadas com ações de manutenção (preventiva ou corretiva) associadas ao próprio edifício e às suas instalações técnicas, tal como a criação de um banco.

Indicam-se em seguida as suas principais funções:

- Identificação das entidades sujeitas a ações de manutenção e definição das características associadas às operações a realizar (periodicidade, número máximo de horas de funcionamento entre inspeções, tipo de verificações e operações a executar, etc);



|   |  |   |
|---|--|---|
|  | <p align="center">Escola Politécnica da Universidade de São Paulo<br/>Departamento de Engenharia Mecatrônica<br/>e de Sistemas Mecânicos</p> |  |
|---|--|---|

- Detecção de situações que possam ser indicadoras de alterações do estado de funcionamento normal de equipamentos (temperaturas mais elevadas que o habitual, vibrações ou ruídos anormais, quedas de pressão, instabilidades);

- Supervisão de pedidos de reparação, indicações de falhas, reclamações, etc, por parte dos utentes do edifício e seu processamento (agrupamento por especialidades, atribuição de prioridades, estimativa de tempos de execução);

- Coordenação e escalonamento de ações de manutenção (incluindo a atribuição de tarefas às pessoas adequadas, contabilização da duração das operações executadas, registro das ações realizadas, contabilização de custos);

- Armazenamento e acesso a documentação diversa (manuais de equipamentos, procedimentos vários, registro das operações de manutenção anteriores, contratos de manutenção, etc);

- Controlo do fornecimento de peças sobressalentes, registro da substituição de equipamentos, verificação de períodos de garantia, gestão de contratos de manutenção, etc;

- Gestão e coordenação de cadernos de encargo e de propostas (sempre que a dimensão das ações envolvidas o justifique, como por exemplo, pintura das fachadas exteriores, impermeabilizações ao nível do telhado, substituição de um determinado sistema técnico);

- Registro de toda a informação relevante e seu processamento estatístico.

- Criação de um banco de dados de modo a poder estudar as reações do sistema em relação aos inputs.

#### Gestão de Recursos e Energética

Este serviço tem por objectivo monitorizar e gerir, da forma mais eficaz possível, o consumo de energia e de outros recursos. Em particular, estão a seu cargo todos os aspectos relacionados com o fornecimento e consumo de energia elétrica no edifício.

Indicam-se em seguida as suas principais funções:

- Definição do tipo de recursos cujo consumo se pretende contabilizar e identificação de grupos de equipamentos a monitorizar, respectivas características, suas localizações, custos associados e a quem devem ser imputados;

- Monitorização e registro de consumos de eletricidade, água (quente e fria), gás, etc;

- Processamento estatístico dos consumos e geração de tarifação detalhada (útil no caso de edifícios partilhados por diversas organizações ou no caso de se pretender individualizar gastos por departamento);

- Controlo de painéis solares (usados, por exemplo, para pré-aquecimento de águas) e outras formas de energia alternativa;

- Definição de que dispositivos podem ser submetidos a deslastre, quais as regras a seguir e prioridades a usar, e realização de controlo de ponta

- Definição de programas horários para controlo da utilização de determinados equipamentos (com vista a aproveitar tarifas mais económicas) e seqüenciamento de cargas (para, por exemplo, após a ocorrência de um corte de energia, evitar que os vários equipamentos arranquem todos ao mesmo tempo).

- Supervisão do posto de transformação do edifício, geradores de emergência, sistemas de alimentação permanente (UPS - Uninterruptable Power Supply), sistemas de distribuição e quadros de baixa tensão;

- Compensação dinâmica de factores de potência (associados a cargas indutivas fortes).

#### Iluminação

Este serviço tem como principal missão controlar e gerir a iluminação do edifício. De entre as suas funções referem-se as seguintes:

- Definição das diversas zonas de iluminação e suas características, de que se destacam: localização, tipos de fontes de luz usadas, formas de controlo (comando por sectores ou regulação de intensidade), indicação se estão sob influência de luz natural, tipo de utilização (zona comum, de trabalho, de armazenamento), etc;

- Permitir a seleção dos níveis de iluminação (dentro de determinados limites) que melhor se adequam ao gosto pessoal de cada indivíduo ou ao tipo de tarefa que vai desempenhar;



- Definição de cenários de utilização e respectivos níveis de iluminação (leitura, reunião, trabalho com computador, desenho);
- Definição de programas horários;
- Controlo de dispositivos de detecção de presença e de mecanismos manuais de sobreposição aos programas horários;
- Controlo de persianas, dispositivos pára-sol e sistemas de espelhos motorizados, de modo a assegurar a utilização mais eficaz da luz natural.

#### Informação

Este serviço conglera em si múltiplas funções as quais se caracterizam, na sua generalidade, por permitir o acesso a informação útil sobre o edifício e sobre as organizações que o ocupam, e oferecer facilidades de gestão de determinados recursos associados ao edifício.

Referem-se em seguida as suas principais funções:

- Registrar e fornecer informação sobre múltiplos aspectos de interesse relativos ao edifício, às organizações que o ocupam e às pessoas que nele trabalham (mencionam-se, em particular, informações sobre as atividades das organizações, nomes das pessoas, seus títulos, cargos e outra informação que se pretenda divulgar, publicações disponíveis em bibliotecas, notícias diversas, procedimentos a seguir para desencadear determinadas ações, pessoas a contactar quando ocorrem certas circunstâncias, etc);
  - Gestão de recursos comuns do edifício tais como salas de reunião, auditórios, áreas de lazer (ginásio, campos de tênis, piscina), etc;
  - Registro de reclamações e sugestões, recolha de solicitações diversas (por exemplo, pedidos de reparações, de instalação de equipamentos, de resolução de problemas), consulta e seleção de ementas do refeitório, etc;
  - Armazenamento e acesso a documentação diversa (manuais de equipamentos, procedimentos vários, estatutos, legislação, circulares, contratos de manutenção de equipamentos informáticos, de telecomunicações ou outros, etc);
- Gestão de informação estatística relevante sobre o funcionamento do edifício (essa informação é fornecida pelos restantes serviços).

#### Sistema de Gestão de Áreas de Lazer (Piscinas, saunas...)

Referem-se em seguida as suas principais funções:

- É um controle para a maior desfrute das condições de lazer proporcionadas por estes equipamentos, ou áreas! As funções deste modulo são geralmente uma conjuntura dos outros controles, mas por estarem a áreas tão distintas tal como o caso de uma piscina interna, merecem um tratamento especial.
- Controlo das proteções dos equipamentos (no caso de uma piscina pode ser a cobertura elétrica, no caso da florida USA as luzes noturnas internas devido a invasão de jacarés)
  - Sistema de manutenção acrescida (no caso de uma tarde de uso intenso, eventualmente com muitas crianças, a água revelar necessidade de cuidados especiais, com um simples toque numa tecla o sistema inicia um programa de tratamento da água de forma intensiva)
  - Sistemas de monitorização acrescida (monitorizar a temperatura da água, registrando-a para análise do comportamento do sistema de aquecimento, em caso de excesso de energia proveniente dos coletores solares a acumulação desta na água da piscina)
  - Alarmes técnicos específicos (no caso de anomalia, ou de variação dos valores de pH e cloro para fora dos intervalos fixados como aceitáveis, é gerado um alarme e anunciada a falha nos displays e consolas de supervisão)
  - Segurança acrescida (sendo as piscinas locais extremamente perigosos para as crianças, podemos vigiar a sua utilização através do sistema de vigilância de vídeo digital, a partir de qualquer ponto da casa, ou remotamente via Internet)

