



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

## **FERRAMENTAS INFORMÁTICAS DE ORÇAMENTAÇÃO NAS GRANDES EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO PORTUGUESAS**

**CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA SUA UTILIZAÇÃO E BENEFÍCIOS**

**Gonçalo Santos**

(Licenciado em Ciências de Engenharia Civil)

Dissertação para obtenção do Grau de  
Mestre em Engenharia Civil – Reabilitação de Edifícios  
pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da  
Universidade Nova de Lisboa,

Orientador: Professor Doutor Nuno Cachadinha

**Júri**

Presidente: Professor Doutor Válder Lúcio

Vogais: Professor Doutor José Manuel Cardoso Teixeira  
Professor Doutor Nuno Cachadinha

**Novembro de 2009**

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Departamento de Engenharia Civil

FERRAMENTAS INFORMÁTICAS DE ORÇAMENTAÇÃO NAS GRANDES EMPRESAS

DE CONSTRUÇÃO PORTUGUESAS.

CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA SUA UTILIZAÇÃO E BENEFÍCIOS

Por:

Gonçalo Rodrigues dos Santos

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa  
para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil – Reabilitação de Edifícios

Orientador: Professor Doutor Nuno Cachadinha

Monte da Caparica

2009

## **Agradecimentos**

A finalização deste trabalho é devida, em grande parte, ao esforço de muitas pessoas que, de forma directa ou indirecta, contribuíram significativamente para a sua realização.

Ao Professor Doutor Nuno Cachadinha, pela excelência da sua orientação, pela confiança, disponibilidade, e capacidade constante de motivação.

À Professora Doutora Elizabeth Reis, pela sua disponibilidade e apoio prestado nos aspectos estatísticos deste trabalho.

A todos os meus colegas de curso pelo companheirismo e partilha de conhecimentos e de experiências.

Aos meus Pais pelo apoio dado ao longo da minha vida.

Ao Fernando e à Glória pelo apoio e incentivo.

À Rita pelo carinho, incentivo e apoio incondicional, mesmo nos momentos mais difíceis.

A todas as empresas que participaram no estudo, sem o contributo das quais este trabalho não seria possível.

## **Resumo**

A orçamentação é uma das tarefas fundamentais no sector da Construção Civil. Nos últimos anos houve um aumento no uso da tecnologia informática para a sua execução. Foi realizada uma caracterização da utilização de ferramentas informáticas de orçamentação nas grandes empresas Construção Civil Portuguesa. Os resultados obtidos evidenciaram que a maior parte das empresas usam ferramentas informáticas de orçamentação, maioritariamente na fase de concurso, pela área comercial. Apesar deste facto, e da maioria dos inquiridos ter referido um ganho de tempo e perda de custos na orçamentação, a globalidade dos respondentes indicou que a taxa de sucesso comercial se manteve após a introdução deste tipo de tecnologia. Também se verificou que são utilizadas, na generalidade, como bases de dados referentes aos registos para futuras orçamentações e também para efectuar uma monitorização mais eficaz. Os resultados foram discutidos à luz do estado do conhecimento, tendo sido também avaliada a sua importância para a compreensão do papel das ferramentas informáticas de orçamentação no sector da Construção Civil.

Palavras-chave: Orçamentação; Construção Civil; Ferramentas Informáticas.

## **Abstract**

The cost estimating is one of the basic tasks in the sector of the Construction. Recently, the use of information technologies in this context increased significantly. A survey of the use of cost estimating software was carried out in the Portuguese Construction major companies. The results obtained showed that the majority of the enterprises use cost estimating tools, predominantly during the bidding phase by the commercial area. In spite of this fact, and of most of the respondents have indicated time gains and cost reduction in the estimating process. However, most of the respondents indicated that the tax of commercial success remained mostly unchanged after the introduction of this type of technology. This kind of software is also commonly used as a data repository from previous estimations for future bids and to enable a more efficient project cost controlling. The results were reviewed and compared to State of the Art and their importance for understanding the role of Estimating Software in the large Portuguese Construction firms, as well as its limitations and scope assessed.

Keywords: Cost Estimating; Construction Industry; Software.

## **Simbologia e Notações**

BD	Base de Dados
BD/MO	Base de Dados de Mão-de-Obra
CI	Custos de Imputação
FIFO	First In, First Out
MI	Módulo Informático
MO	Mão-de-Obra
RH	Recursos Humanos

## Índice

Agradecimentos.....	II
Resumo.....	III
Abstract.....	IV
Simbologia e Notações .....	V
Índice .....	VI
Índice de Figuras.....	VIII
Índice de Tabelas .....	X
<b>1. Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Estado do Conhecimento .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Metodologia .....</b>	<b>10</b>
<b>4. Análise e Apresentação de Resultados .....</b>	<b>13</b>
<b>4.1 Caracterização da utilização das ferramentas informáticas de orçamentação.....</b>	<b>14</b>
<b>4.2 Caracterização da utilização referente à mão-de-obra .....</b>	<b>15</b>
<b>4.3 Caracterização das abordagens seguidas em relação à componente dos materiais ...</b>	<b>23</b>
<b>4.4 Caracterização da utilização referente ao equipamento .....</b>	<b>26</b>
<b>4.5 Caracterização da utilização referente à monitorização.....</b>	<b>29</b>
<b>4.6 Caracterização da percepção, por parte do utilizador, do funcionamento das ferramentas informáticas de orçamentação .....</b>	<b>32</b>
<b>4.7 Associações existentes entre as questões calculadas através do coeficiente de correlação de Spearman .....</b>	<b>35</b>
<b>4.8 Associações existentes entre as questões calculadas através do coeficiente de correlação de Pearson.....</b>	<b>42</b>

<b>5. Discussão .....</b>	<b>45</b>
<b>6. Conclusões .....</b>	<b>50</b>
<b>7. Recomendações para estudos futuros .....</b>	<b>51</b>
<b>8. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>52</b>

## Índice de Figuras

Figura 1- Utilização de ferramentas informáticas de orçamentação.....	13
Figura 2- Caracterização das fases em que são utilizadas as ferramentas informáticas de orçamentação .....	14
Figura 3- Caracterização dos departamentos em que são utilizadas as ferramentas informáticas de orçamentação .....	15
Figura 4- Existência e actualização de uma base de dados relacionada com os rendimentos da mão-de-obra .....	16
Figura 5- Frequência das actualizações da base de dados relacionada com os rendimentos da mão-de-obra .....	17
Figura 6- Diferentes rendimentos para cada actividade consoante as condições de execução.....	18
Figura 7- Colocação de rendimentos considerados mais apropriados por parte de cada utilizador .....	19
Figura 8 – Existência de valores pré-definidos não incluídos numa base de dados .....	20
Figura 9 - Existência de uma tabela com os custos de imputação de cada trabalhador.....	21
Figura 10 – Actualização dos custos de mão-de-obra própria.....	22
Figura 11 - Periodicidade das actualizações dos custos de mão-de-obra própria.....	22
Figura 12 - Existência de um armazém central de materiais ou de uma central de compras .....	23
Figura 13 - Passagem dos custos de materiais em stock para a orçamentação.....	24
Figura 14 - Existência de fornecedores de materiais referenciados para a obtenção de preços e periodicidade de consultas a fornecedores além dos referenciados.....	25

Figura 15 - Utilização dos custos dos materiais adquiridos em orçamentações futuras e forma de passagem dessa informação .....	26
Figura 16 – Forma de actualização dos custos de equipamento próprio .....	27
Figura 17 - Periodicidade das actualizações dos custos de equipamento próprio .....	27
Figura 18 - Consulta a fornecedores referenciados e outros para a obtenção de preços de equipamentos alugados .....	28
Figura 19 - Utilização dos custos dos equipamentos alugados e forma como é passada essa informação em orçamentações futuras .....	29
Figura 20 - Ligação entre a orçamentação e a contabilidade.....	30
Figura 21 - Existência de controlo sistematizado do realizado e comparação com o previsto.....	31
Figura 22 - Obtenção de retorno para futuros orçamentos .....	31
Figura 23 - Presença de indicadores de desvios de custos.....	32
Figura 24 - Existência de limitações na utilização das ferramentas informáticas de orçamentação .....	33
Figura 25 - Alterações de tempos e custos despendidos orçamentar com as ferramentas informáticas .....	34
Figura 26 - Variação da taxa de sucesso comercial com a implementação de ferramentas informáticas de orçamentação .....	35

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Associações existentes entre as questões calculadas através do coeficiente de correlação de Spearman .....	39
Tabela 2 - Associações existentes entre as questões calculadas através do coeficiente de correlação de Pearson .....	44

## 1. Introdução

O mercado da construção civil tem-se tornado cada vez mais competitivo, o que leva a que as empresas sintam necessidade de procederem a um controlo mais eficaz dos seus custos de produção.

A orçamentação, pode ser considerada como a ferramenta para aferir a viabilidade de qualquer projecto na área da Construção Civil, pois, sendo um parâmetro estimativo, permite fazer uma previsão dos custos envolvidos em cada actividade particular e no projecto em global.

A elaboração dos custos directos na orçamentação de uma obra, ou seja, os custos que possam ser imputados directamente a uma determinada actividade, tem em consideração três grupos essenciais:

- Mão-de-obra
- Material
- Equipamento

Obtendo uma correcta estimativa da relação destes três itens, é possível determinar os preços secos de cada actividade da obra.

Os custos indirectos são todos os outros gastos que não possam ser imputados a uma actividade específica. Estão incluídos neste grupo todos os gastos relacionados com despesas administrativas, comerciais, montagem, manutenção e desmontagem de instalações de apoio à execução da obra, entre outras. A associação dos custos indirectos a cada projecto deve ser feita o mais próximo da realidade. Por norma, é necessário ter uma previsão dos custos indirectos anuais e do volume de facturação. Tendo estas estimativas, a atribuição dos custos indirectos pode ser feita de duas formas possíveis:

- Ponderação de tempo – neste caso os custos indirectos são divididos nos 12 meses e a cada projecto é atribuído a sua parte correspondente com base no tempo estimado de execução.
- Ponderação de valor – neste caso é feita uma divisão dos custos indirectos pelos diferentes projectos com base no valor estimado de cada um.

Como já foi dito anteriormente, o principal objectivo da orçamentação é fazer uma previsão dos custos envolvidos em cada projecto, logo, o desafio que se coloca é o de conseguir aproximar essa previsão à realidade com a menor margem de erro possível. Uma orçamentação longe da realidade pode conduzir a duas situações prejudiciais:

- Os custos do orçamento serem inferiores aos reais; a acontecer esta situação o projecto em causa irá dar prejuízo.
- Os custos do orçamento serem superiores aos reais; se esta diferença for muito acentuada corre-se o risco de perder o projecto para as empresas concorrentes que apresentem um valor inferior.

Apesar do aparecimento de ferramentas informáticas, nos anos 50, a orçamentação continuou a ser executada manualmente, até que, em meados dos anos 70, se começou a utilizar aplicações deste tipo na orçamentação na construção civil. As ferramentas informáticas de orçamentação têm vindo a penetrar no mercado da construção civil portuguesa, com especial ênfase na última década. Este acontecimento está associado ao sentimento, por parte das empresas, de necessidade de padronização nos seus procedimentos. Este facto permite também a reutilização de um orçamento em diversas fases da obra, sendo possível aproveitar o orçamento que foi utilizado em fase de concurso e utilizá-lo na preparação da obra e, também, durante a sua execução. Também a estrutura dos orçamentos já efectuados pode ser reutilizada em futuros

orçamentos, aumentando a rapidez e, conseqüentemente, a capacidade de resposta a concursos e outros pedidos de resposta.

As ferramentas informáticas de orçamentação permitem a análise de cada actividade, em particular, e do projecto na sua globalidade.

O objectivo deste estudo foi caracterizar a utilização das ferramentas informáticas de orçamentação nas grandes empresas de Construção Civil portuguesas. Esta caracterização realizou-se em relação a seis áreas distintas:

- Levantamento do seu grau de generalização
- Como, em que processos (áreas) e por quem são utilizadas
- Qual o modo de abordagem e tratamento dado na Orçamentação a:
  - Mão-de-Obra
  - Materiais
  - Equipamento
- Avaliação da interacção entre a Orçamentação e a posterior monitorização das obras
- Avaliação da percepção de benefícios por parte dos utilizadores destas ferramentas

De seguida, procurou estabelecer-se as possíveis relações entre os procedimentos comuns aos diferentes utilizadores.

## 2. Estado do Conhecimento

De acordo com Hwang (2009), *“qualquer projecto de construção começa com uma estimativa inicial do seu custo”*, logo a orçamentação é uma das tarefas mais importantes no ramo da construção civil. Dois dos maiores desafios presentes, em qualquer projecto de construção civil, são a garantia do cumprimento da orçamentação e do planeamento (Chua, Kog & Loh, 2001; Kaliba, Muya & Mumba, 2008), pois conduzem à redução de custo, prazos de execução e uma melhoria de produtividade (Thomas & Ellis, 2007). Segundo Hicks (1992), *“sem uma boa orçamentação só um milagre pode evitar prejuízos avultados, apesar da competência de planeamento e da capacidade financeira do empreiteiro”*.

A orçamentação deve ser feita em diferentes fases de cada projecto (Liu & Zhu, 2007). Inicialmente devemos encarar a orçamentação como um processo que visa analisar os requisitos e as possibilidades financeiras do dono de obra (Stoy & Schalcher, 2007). Para se avaliar a viabilidade de um projecto, é necessário, nalguns casos, orçamentá-lo ainda antes da aquisição do local de implementação e, eventualmente, sem saber quem será o construtor (Lowe, Emsley & Harding, 2006).

Devido ao intervalo de tempo, em alguns casos elevado, entre a elaboração do primeiro orçamento, a execução das actividades e o pagamento efectivo do trabalho realizado surgem, por norma, desvios importantes entre o valor inicial previsto e o final recebido. Esta diferença pode também ser atribuída à indefinição dos requisitos no início de cada projecto (Stoy, Pollalis & Schalcher, 2008) e (Liu & Zhu, 2007).

O principal objectivo de um orçamento é prever os custos de uma forma mais próxima da realidade quanto possível, (Allouche, Ariaratnam & MacLeod, 2003) evitando duas situações

prejudiciais: a sobre-orçamentação e a sub-orçamentação. Uma sobre-orçamentação pode questionar a viabilidade do projecto ou a perda do concurso para a concorrência. A sub-orçamentação pode causar prejuízos avultados para o empreiteiro ou despesas inesperadas para o dono de obra (Liu & Zhu, 2007). Se este último caso for detectado, o responsável pelo projecto pode ver-se obrigado a cancelá-lo e conseqüentemente, perder-se tudo o que nele foi investido (Lederer & Prasad, 2000). Nas obras públicas os desvios entre a orçamentação prevista e a real tem de ser prontamente justificada e nalguns casos extremos pode ser encarada como incompetência (Wilmot & Cheng, 2003).

É possível dividir a orçamentação em dois grupos fundamentais: custos directos e custos indirectos. Os custos directos englobam os custos de mão-de-obra, material e equipamento associados a alguma actividade do projecto. Os custos indirectos estão relacionados com encargos de supervisão, despesas de estaleiro (caso não esteja discriminado como actividade isolada) e todos os restantes que não estejam directamente ligados a uma determinada actividade (Antill & Woodhead, 1990).

As especificidades de forma de cada projecto devem ser tidas em conta quando é feita a orçamentação. Uma mesma tarefa pode sofrer grandes alterações conforme as condições de execução; torna-se, portanto, necessário ajustar os rendimentos existentes à situação a ser analisada (Staub-French, Fischer, Kunz & Paulson, 2003b).

Por norma, quando o tempo despendido para a realização de uma actividade é reduzido, os custos directos aumentam. Esta situação acontece pois, reduzir o tempo de execução, torna-se necessário o recurso a um aumento dos horários de trabalho o que conduz a uma baixa de produtividade (O'Brien & Fischer, 2000).

O custo de imputação de cada equipamento deve ser obtido tendo em conta o custo de amortização do mesmo e a sua manutenção em relação à vida útil do mesmo. Este rácio pode ser designado como custo de utilização, o qual fornece o custo real por cada unidade de trabalho (hora, quilómetro, etc.) efectuada (Allouche et al., 2003).

Relativamente aos equipamentos deve existir uma actualização frequente dos custos das manutenções já efectuadas de forma a ter o custo de imputação o mais próximo da real quanto possível (Ostwald, 1992). Uma das formas de efectuar as actualizações relativas aos custos dos materiais, equipamentos e mão-de-obra é fazer uma análise regular dos índices publicados referentes à construção civil por fontes credíveis (Hwang, 2009).

Segundo Kiziltas e Akinci (2009) *“os dados referentes a projectos já executados são fundamentais para que se aprenda com os projectos do passado e se efectue uma orçamentação acertada”*, o que torna necessário dispor de registos com qualidade de orçamentos anteriores, pois é com base neles que se executam os actuais (Liu & Zhu, 2007).

De acordo com Stamelos, Angelis, Morisio, Sakellaris e Bleris (2003), a orçamentação pode ser realizada com base em três métodos distintos:

- Experiência acumulada dos elementos pertencentes à equipa
- Modelos matemáticos derivados de dados estatísticos
- Por analogia com projectos semelhantes mais antigos

O mais comum é o que utiliza a experiência acumulada dos elementos pertencentes à equipa.

Segundo Wilmot e Cheng (2003), inicialmente, a orçamentação era feita com base num valor unitário que deveria ser multiplicado pela quantidade presente no projecto em causa. Esta metodologia não é fiável, pois existem diversos factores externos (topografia, tipo de solo, e

outras) que originam oscilações de custos entre projectos que são, à partida, semelhantes. De seguida foram feitas diversas extrapolações do passado para prever o futuro. Esta metodologia só pode ser considerada válida enquanto as condições presentes no passado se mantiverem no futuro. Finalmente, os registos dos projectos anteriores passaram a ser analisados, de forma a permitir a identificação dos diversos factores que influenciam o custo final, e conseqüentemente, proceder à sua correcta estimativa.

A dificuldade em determinar a quantidade de recursos necessários para a execução de um projecto pode ser encarada como a maior responsável pelas falhas na orçamentação. Isto acontece porque a determinação dos recursos necessário é feita de uma forma pouco precisa e não são detectadas possíveis falhas ou duplicações da parte do orçamentista (Karshenas, 2005).

As principais vantagens da utilização de ferramentas informáticas de orçamentação passam pela eficácia que introduzem no cálculo dos custos e a padronização entre os diversos utilizadores (Chaneski, 1997). As ferramentas informáticas de orçamentação estão tipicamente associadas a outros módulos ou aplicações que, em fase de obra, permitem monitorizá-la, ou seja, fazer a comparação entre os custos e receitas previstos com a medição do que já se encontra realizado (Carr, 1993). Isto pode ser feito através da comparação da quantidade de trabalhos orçamentados com a quantidade de trabalhos efectuados (Yang, Park, Kim & Kim, 2007). A utilização de ferramentas informáticas na construção civil tem aumentado consideravelmente nos últimos anos (Allouche et al., 2003), nomeadamente as que se destinam à execução da monitorização (Liberatore, Pollack-Johnson, & Smith, 2001). As ferramentas informáticas de orçamentação permitem também a existência de bases de dados, que são essenciais para a agilização do processo de orçamentação e para a manutenção e divulgação de dados obtidos em cada projecto (Choon & Ali, 2008).

As novas tecnologias tomam particular interesse quando, segundo os resultados obtidos num estudo efectuado por Latham (2004, citado por Love, Irani, Ghoneim e Themistocleous, 2006), graças à sua implementação se torna possível reduzir em cerca de 30% os custos de projecto.

No ramo da Construção Civil, diversos profissionais têm manifestado um grande interesse na utilização e desenvolvimento de ferramentas que os auxiliem nas suas funções (Hegazy, 1999).

De acordo com Bowden, Dorr, Thorpe e Anumba (2005), na Construção é possível obter, através da implementação de novas tecnologias, os seguintes resultados:

- Redução do tempo de construção
- Redução no custo de capital de construção
- Redução dos defeitos
- Redução dos acidentes
- Aumento da previsibilidade
- Redução dos desperdícios
- Aumento da produtividade
- Redução nos custos de operacionalidade e manutenção

Um dos maiores problemas da orçamentação prende-se com o tempo despendido para a sua elaboração, pois, apesar da sua vital importância, continua a ser um processo bastante moroso (Karshenas, 2005).

Num estudo efectuado por Aguilar-Ruiz, Ramos, Riquelme & Toro (2001) conclui-se que a utilização de ferramentas informáticas deve ser feita nas seguintes fases:

- Pré-obra: permite tomar as melhores decisões para a elaboração do projecto.

- Acompanhamento de obra: permite tomar decisões imediatas quando algum desvio é detectado.
- Pós-obra: permite efectuar um balanço final do projecto e retirar conclusões/ensinamentos para o futuro.

Dada a importância da rapidez da análise dos dados, actualmente é impraticável fazer medições e estimativas de custos de forma manual, especialmente na Construção Civil, onde as decisões têm de ser tomadas num curto período de tempo. Neste caso, o recurso às ferramentas informáticas torna-se fundamental, devido à prontidão das respostas e análises de dados que estas fornecem (Choon & Ali, 2008).

Vários estudos foram feitos relativamente à importância da orçamentação e das ferramentas informáticas, no entanto falta ainda realizar a caracterização da utilização das ferramentas informáticas de orçamentação nas empresas de Construção Portuguesas, bem como da busca e análise de padrões comuns aos diferentes utilizadores.

### 3. Metodologia

Sendo o objectivo deste trabalho caracterizar a utilização das ferramentas informáticas de orçamentação no sector da Construção Civil português, optou-se pela elaboração de um questionário cujas respostas fornecessem os dados considerados relevantes para a caracterização da situação real, o qual foi realizado com base na revisão bibliográfica descrita no capítulo anterior.

O protocolo engloba uma folha de rosto onde são indicados os objectivos do estudo, garantida a confidencialidade das respostas e dadas as instruções para o seu preenchimento, é também feito um agradecimento ao respondente pela sua disponibilidade em colaborar neste estudo, e por fim, o questionário. De seguida, apresenta-se a estrutura do questionário, dividido em cinco secções distintas:

- Levantamento do seu grau de generalização
- Como, em que processos (áreas) e por quem são utilizadas

Estas secções têm como objectivo saber em que fases do processo de orçamentação, preparação e execução de obra, e por quem é que são usadas as ferramentas informáticas de orçamentação.

- Qual o modo de abordagem e tratamento dado na Orçamentação a:
  - Mão-de-Obra

Esta secção tem como finalidade obter respostas relativamente aos aspectos relacionados com as informações referentes à mão-de-obra (existência e utilização de informação organizada em bases de dados, execução e periodicidade de actualizações das mesmas, tabelas de rendimentos).

- Materiais

Nesta secção pretende-se obter respostas em relação à existência de informação referente aos materiais em stock, à forma de processamento e passagem dessa informação para orçamentações, ao armazenamento dos preços obtidos em consultas para orçamentações futuras, à existência de uma base de dados de fornecedores referenciados e se são consultados outros fornecedores não incluídos nessa base de dados.

- Equipamento

Neste capítulo questionam-se as empresas acerca da forma e periodicidade com que são feitas as actualizações dos custos dos equipamentos próprios, relativamente às consultas a fornecedores referenciados e a outros não referenciados, e também, em relação à utilização dos custos obtidos em orçamentações futuras, bem como à forma como essa informação é difundida.

- Avaliação da interacção entre a Orçamentação e a posterior monitorização das obras

Esta secção tem como finalidade obter respostas acerca da ligação entre a orçamentação e a contabilidade, da existência de um controlo do realizado comparativamente com o previsto, ao retorno dado por esse controlo e à existência de indicadores de desvios de custos.

- Avaliação da percepção de benefícios por parte dos utilizadores destas ferramentas

Neste capítulo foi pedida a opinião dos respondentes acerca das vantagens, limitações e alterações derivadas da utilização das ferramentas informáticas de orçamentação.

A definição do universo deste estudo foi feita com base no seguinte critério: foram contactadas todas as empresas que tivessem classe 8 ou 9 nas 4 primeiras subcategorias da 1ª categoria de alvará, segundo os dados disponibilizados no endereço electrónico do Instituto da Construção e do Imobiliário ([www.inci.pt](http://www.inci.pt)) em 10 de Fevereiro de 2009, o que fez um total de 71 empresas. Este universo corresponde à generalidade das grandes empresas de Construção

Portuguesas. Esta opção é justificada pelo facto de ser esperado que, pela sua dimensão e poder económico, sejam estas as empresas em que seja mais comum a utilização deste tipo de tecnologia e ferramentas.

Numa primeira fase, foi feito um pré-teste presencial a uma das empresas do público-alvo que permitisse detectar eventuais falhas do questionário ou, ainda, uma má interpretação por parte do respondente.

Após a realização do pré-teste, todas as empresas pertencentes ao público-alvo foram contactadas, por via telefónica, para obter a informação de quem seria o responsável pela área da orçamentação e qual a melhor forma de o contactar.

De seguida, foi enviado um e-mail para o responsável de cada empresa, no qual eram dadas as indicações necessárias para a participação no trabalho e onde se anexava o questionário a ser respondido e aguardou-se, sensivelmente duas semanas, pelas respostas.

Após esse período de espera, as empresas que ainda não tinham respondido foram novamente contactadas para se averiguar o porquê dessa não colaboração.

As respostas foram obtidas entre Fevereiro e Maio de 2009, por e-mail ou por via telefónica e, posteriormente, inseridas numa base de dados para serem tratadas estatisticamente com recurso ao programa “Statistical Package for the Social Sciences” (SPSS) versão 17.0.

#### 4. Análise e Apresentação de Resultados

Dos 71 questionários enviados às empresas pertencentes ao universo, 29 foram devolvidos, o que equivale a uma taxa de resposta de 40,8%, bastante superior aos 10 a 20 % normalmente obtidos neste tipo de questionário (Dillon, Madden & Firtle, 1994).

Dados os objectivos do estudo, a primeira questão colocada foi relativa à utilização de ferramentas informáticas de orçamentação por parte das empresas inquiridas. O tratamento de dados foi feito com base nas respostas obtidas nos 24 respondentes que afirmaram utilizar essas ferramentas. Foram excluídos das análises subsequentes as 5 empresas que indicaram não utilizar ferramentas informáticas de orçamentação, ver Figura 1.

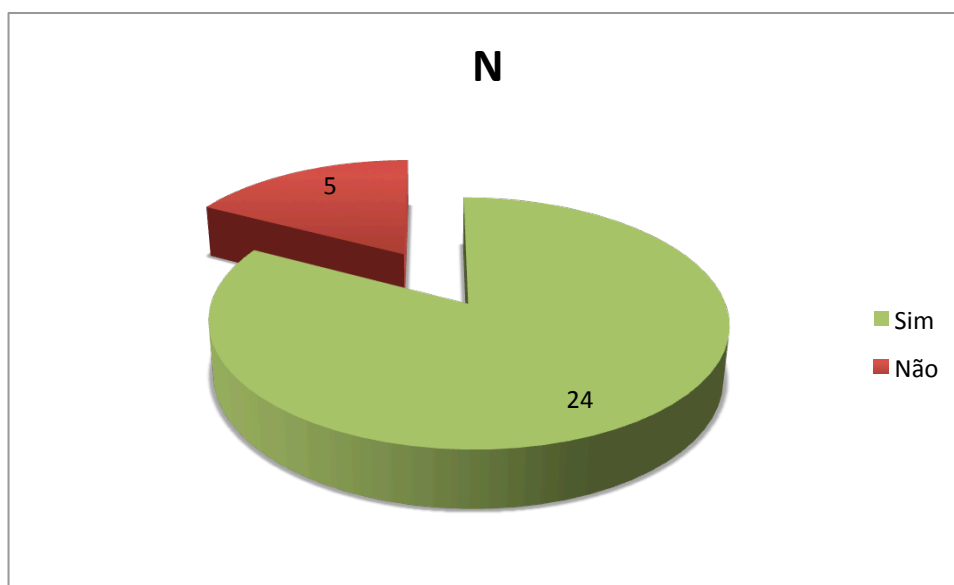


Figura 1- Utilização de ferramentas informáticas de orçamentação

#### 4.1 Caracterização da utilização das ferramentas informáticas de orçamentação

As Figuras 2 e 3, respectivamente, apresentam os valores obtidos relativos às diferentes fases de obra e aos departamentos das empresas em que as ferramentas informáticas de orçamentação são utilizadas. No que respeita às fases de obra em que são utilizadas as ferramentas informáticas de orçamentação, os resultados obtidos demonstraram que a totalidade, 100%, dos respondentes afirmaram fazê-lo na fase de concurso, 66,7% em fase de reorçamentação pré-obra e 37,5% na actualização da orçamentação. Em relação aos departamentos que a utilizam, os resultados obtidos evidenciaram que a totalidade, 100%, o faz na área comercial, apenas 41,7% o utiliza no departamento de produção e 6,9% usam-nas noutras áreas, ver Figuras 2 e 3.

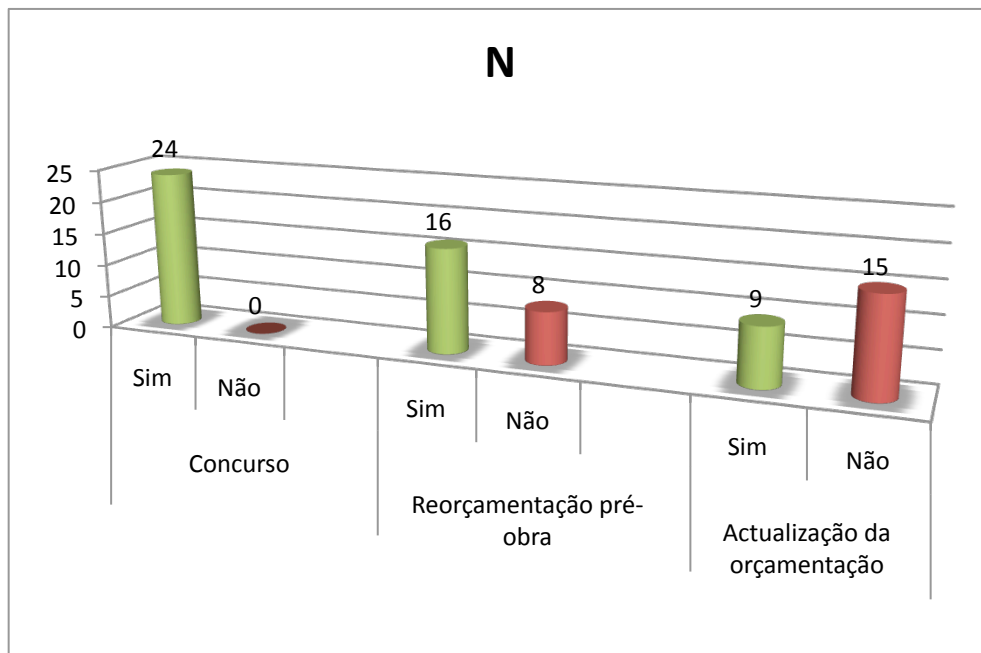


Figura 2- Caracterização das fases em que são utilizadas as ferramentas informáticas de orçamentação

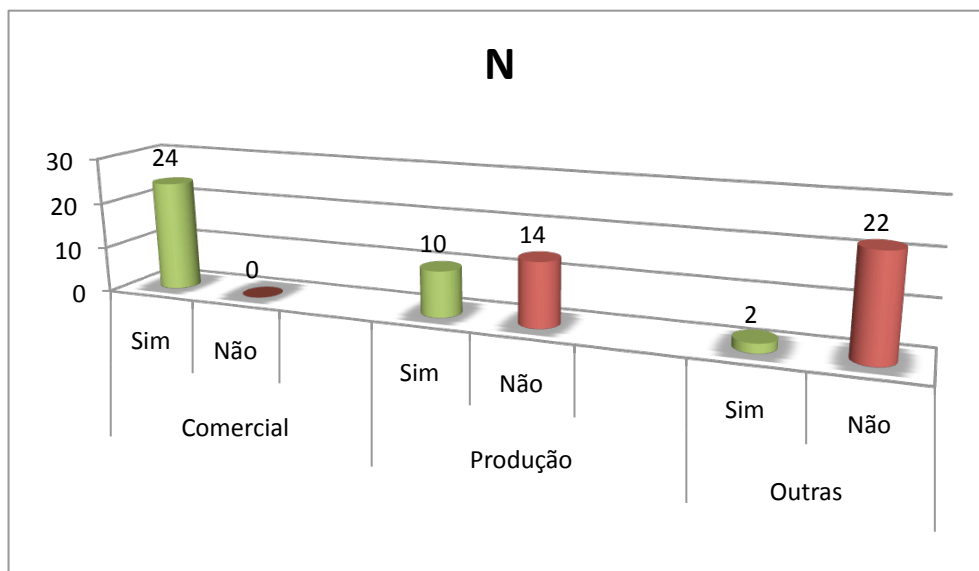


Figura 3- Caracterização dos departamentos em que são utilizadas as ferramentas informáticas de orçamentação

#### 4.2 Caracterização da utilização referente à mão-de-obra

As Figuras 4 e 5 mostram os resultados dos valores obtidos nas questões referentes à utilização de uma base de dados relacionada com os rendimentos da mão-de-obra.

Quando questionados acerca da existência de uma base de dados para os rendimentos relacionados com a mão-de-obra, 79,2% dos inquiridos responderam afirmativamente. Dos inquiridos que revelaram possuir uma base de dados relacionada com os rendimentos da mão-de-obra, todos, 100%, afirmaram efectuar-lhe actualizações, ver Figura 4.

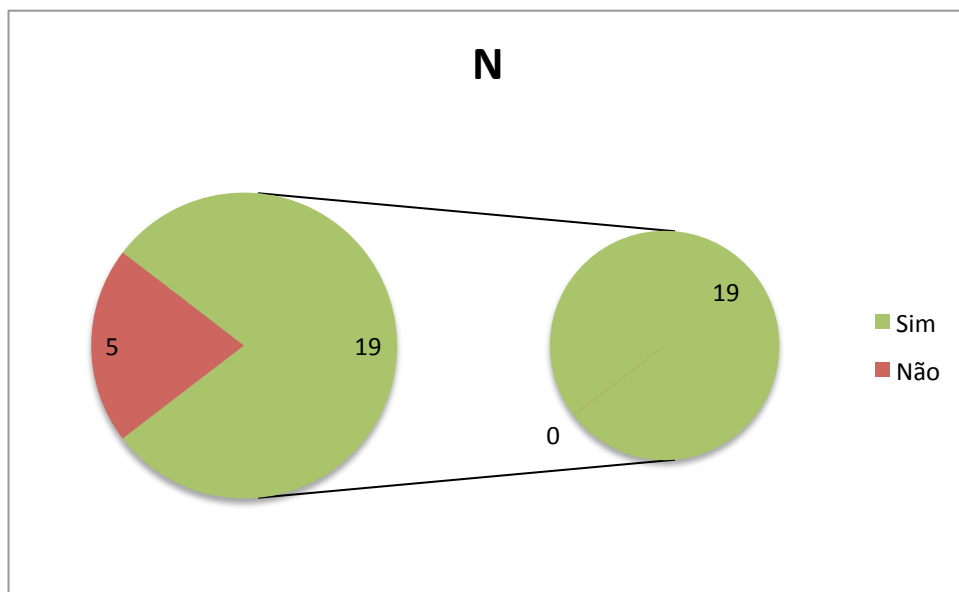


Figura 4- Existência e actualização de uma base de dados relacionada com os rendimentos da mão-de-obra

Relativamente à actualização da base de dados, 15,8% dos respondentes que utilizam uma base de dados relacionada com os rendimentos da mão-de-obra, afirmaram que o faziam mensalmente, 5,3% semestralmente, 36,8% anualmente e 42,1% sempre que se justifique essa mesma actualização, ver Figura 5. Nenhum dos inquiridos revelou efectuar actualizações semanais da base de dados relacionada com os rendimentos da mão-de-obra.

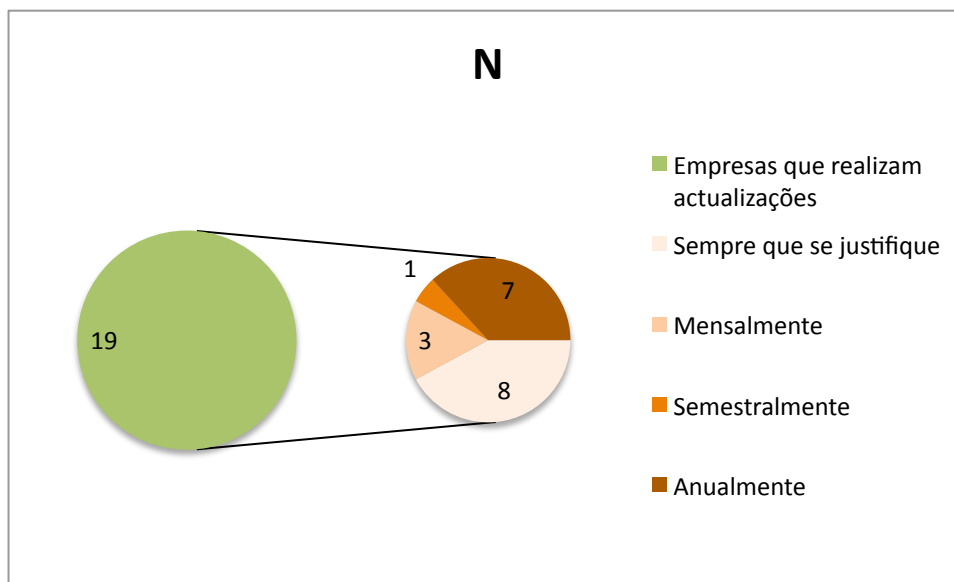


Figura 5- Frequência das actualizações da base de dados relacionada com os rendimentos da mão-de-obra

Na Figura 6 apresentam-se os resultados obtidos, referentes à existência de diferentes rendimentos para cada actividade, consoante as condições de execução.

De salientar que 5,3% discordaram da existência desta diferenciação, 15,8% disseram possuir diferentes rendimentos para poucas actividades, 63,2% para a maioria das actividades e 15,8% para todas as actividades, ver Figura 6.

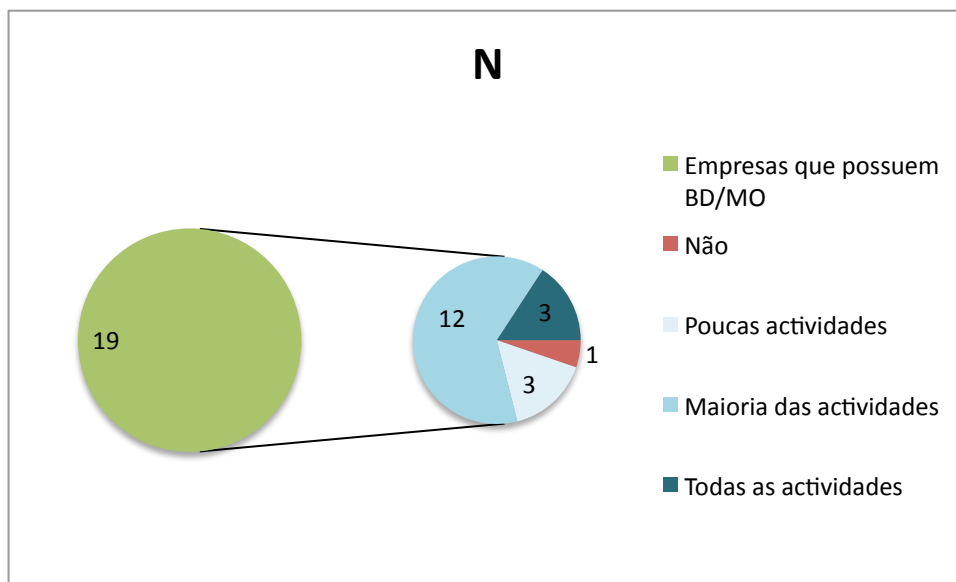


Figura 6- Diferentes rendimentos para cada actividade consoante as condições de execução

Na Figura 7 expõem-se os resultados obtidos relativamente à definição, por parte de cada utilizador, dos rendimentos relacionados com a mão-de-obra.

Dos inquiridos, 4,5% afirmaram colocar todos os rendimentos que lhes parecem ser mais apropriados, 18,2% declararam utilizar a maioria dos valores, 45,5% disseram usar apenas alguns valores e 31,8% afirmaram não utilizar nenhum valor que lhe parece ser mais apropriado, ver Figura 7.

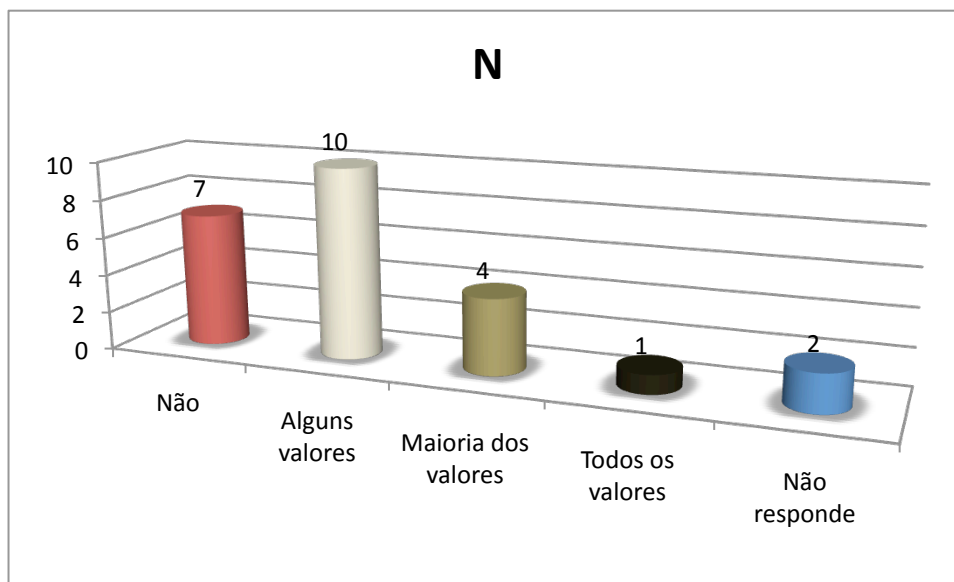


Figura 7- Colocação de rendimentos considerados mais apropriados por parte de cada utilizador

A Figura 8 mostra-nos os resultados obtidos, dos valores e percentagens, acerca da existência de valores pré-definidos que não estejam incluídos numa base de dados.

Dos inquiridos, 21,7% afirmaram não existir nenhum valor pré-definido que não conste numa base de dados, 52,2% disseram haver alguns valores, 21,7% a maioria dos valores e apenas 4,3% declararam que todos os valores pré-definidos não estão incluídos numa base de dados, ver Figura 8.

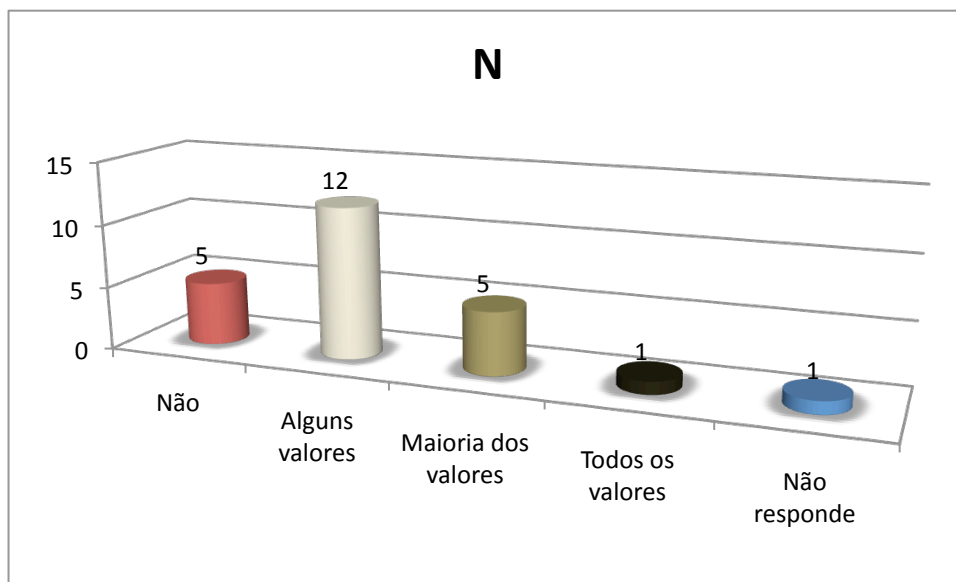


Figura 8 – Existência de valores pré-definidos não incluídos numa base de dados

Na Figura 9 são apresentados os resultados obtidos referentes à existência de uma tabela com os custos de imputação de cada trabalhador.

Relativamente à existência de uma tabela com os custos de imputação de cada trabalhador, 50% dos inquiridos afirmaram ter todos os custos tabelados, 29,2% declararam ter a maioria dos custos, 16,7% disseram ter apenas alguns custos e 4,2% não possuem qualquer custo tabelado referente à imputação de cada trabalhador, ver Figura 9.

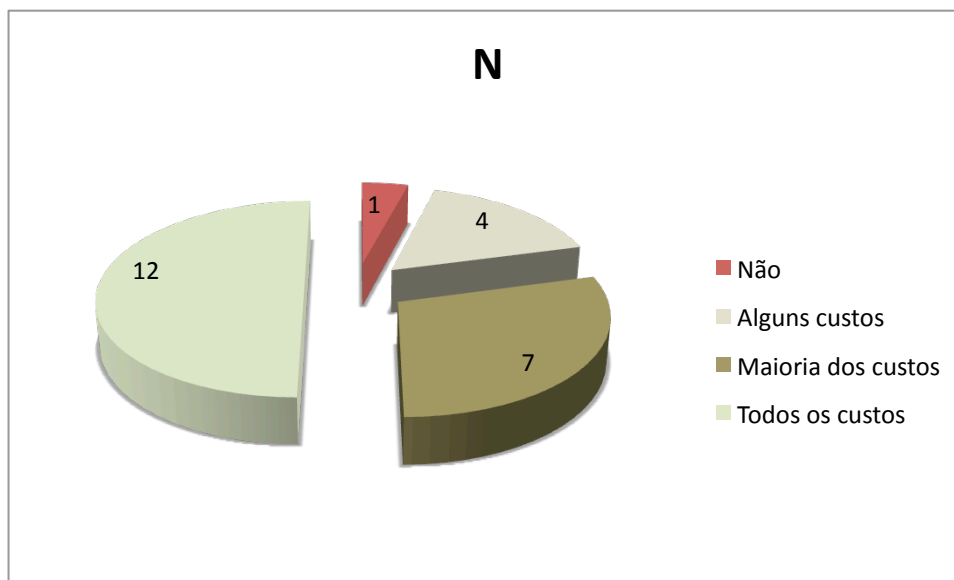


Figura 9 - Existência de uma tabela com os custos de imputação de cada trabalhador

As Figuras 10 e 11 apresentam os valores obtidos relativamente à actualização e respectiva periodicidade dos custos da mão-de-obra própria, respectivamente.

As actualizações dos custos de mão-de-obra são realizadas pelo departamento de recursos humanos em 61,9% das resposta obtidas, sendo as restantes, 38,1%, através de tabelas salariais. Das actualizações efectuadas, 69,6% são realizadas anualmente, 4,3% semestralmente, 13,0% mensalmente e 13,0% dos respondentes indicaram que são feitas sempre que se justifique, ver Figuras 10 e 11. Nenhuma das empresas efectua a actualização dos custos de mão-de-obra interna semanalmente.

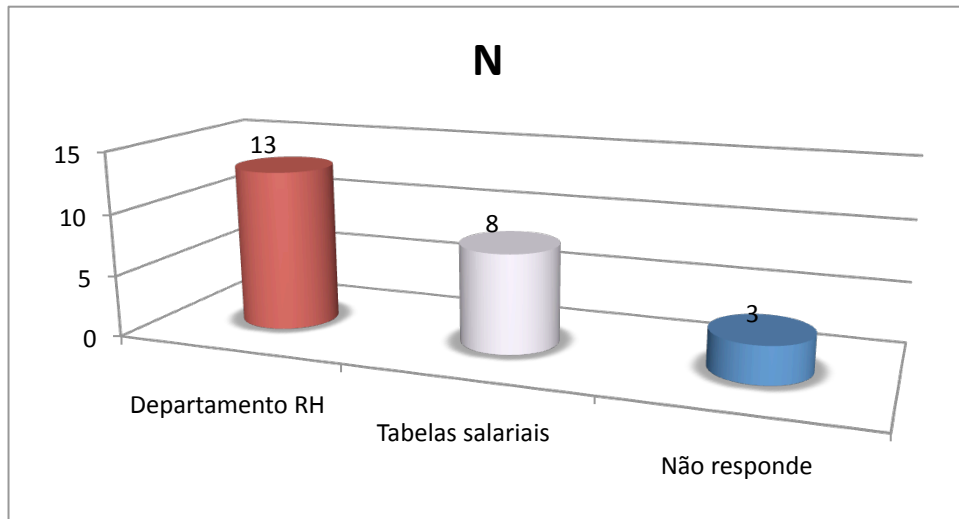


Figura 10 – Actualização dos custos de mão-de-obra própria

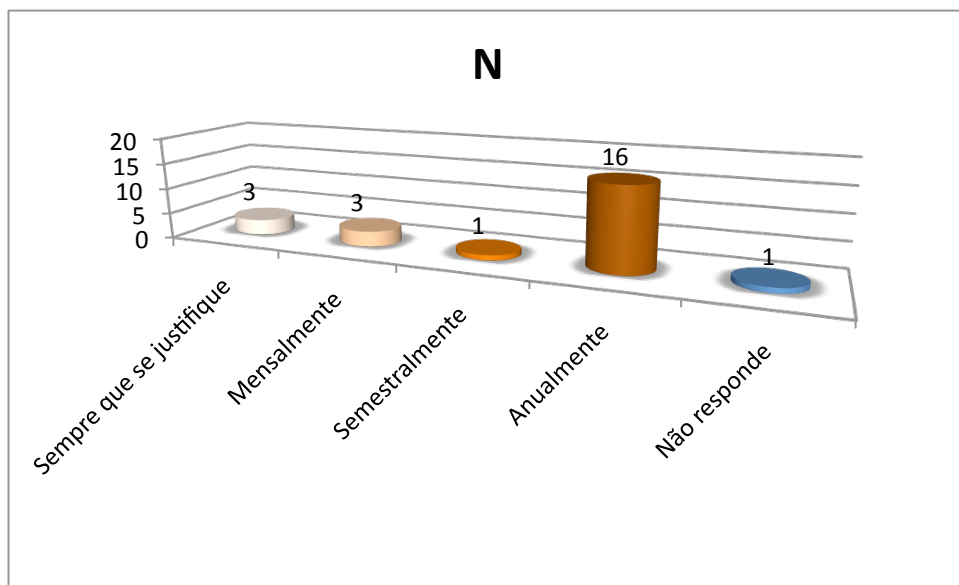


Figura 11 - Periodicidade das actualizações dos custos de mão-de-obra própria

### 4.3 Caracterização das abordagens seguidas em relação à componente dos materiais

Na Figura 12 apresentam-se os resultados obtidos relativamente à existência de um armazém central de materiais ou de uma central de compras e à forma como é efectuada a gestão de stocks desses armazéns ou centrais.

No que respeita à existência de um armazém central de materiais ou de uma central de compras, 66,7% dos inquiridos responderam afirmativamente. Das empresas que possuem um armazém central de materiais ou uma central de compras, 64,3% fazem a gestão de stocks com base de dados em tempo real, 28,6% realizam-na através de um módulo informático com sincronizações periódicas e 7,1% fazem um registo em papel para uma posterior introdução, ver Figura 12.

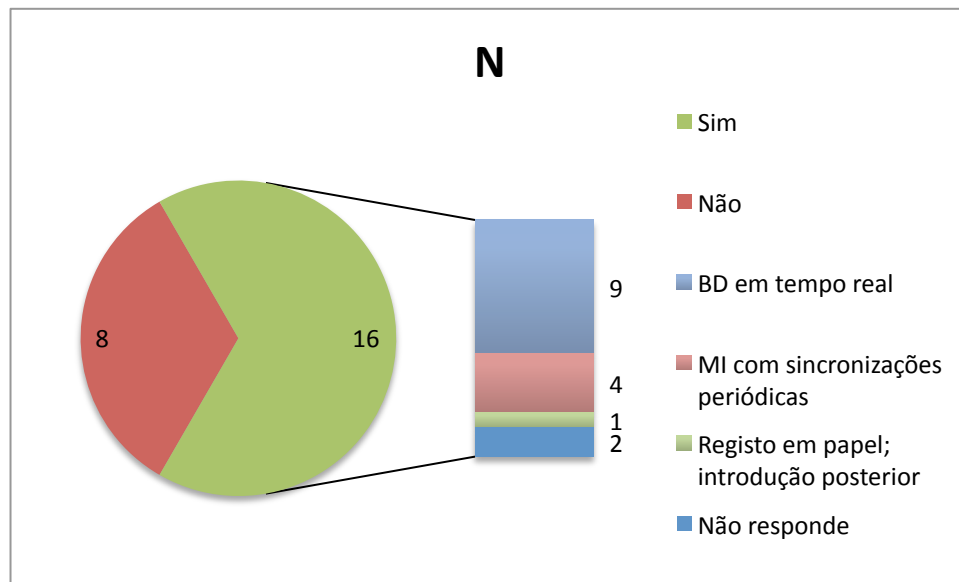


Figura 12 - Existência de um armazém central de materiais ou de uma central de compras

Na Figura 13 estão representados os valores obtidos relativos à forma como é realizada a passagem dos custos de materiais em stock para a orçamentação.

Dos inquiridos que afirmaram ter um armazém central de materiais ou uma central de compras, 57,1% fazem a passagem dos custos para a orçamentação através de preço médio ponderado, 35,7% analisam caso a caso e, apenas, 7,1% recorrem ao método em que o material armazenado há mais tempo é o primeiro a ser utilizado (First in, first out), ver Figura 13. O método em que o último preço obtido é o primeiro a ser utilizado (Last In, First Out) não é utilizado por nenhuma das empresas.

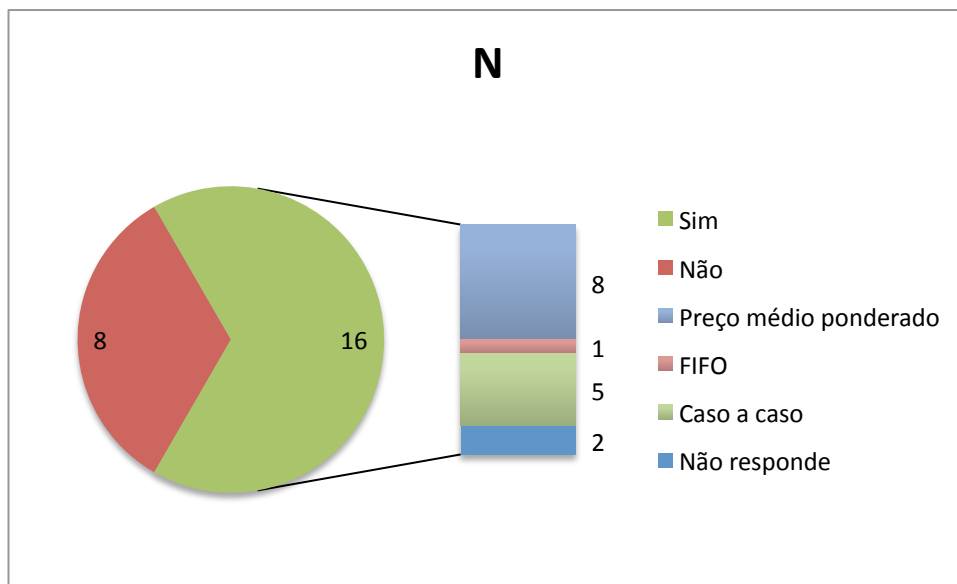


Figura 13 - Passagem dos custos de materiais em stock para a orçamentação

Na Figura 14 apresentam-se os resultados obtidos relativamente à existência de fornecedores de materiais referenciados para a obtenção de preços e em relação à prática da consulta de fornecedores de materiais para além dos referenciados.

Relativamente à existência de fornecedores de materiais referenciados para a obtenção de preços, 91,7% das respostas obtidas foram afirmativas e apenas 8,3% declararam não ter fornecedores referenciados. Das empresas que afirmaram ter fornecedores de materiais referenciados para a obtenção de preços, 45,5% recorrem sempre a fornecedores além dos referenciados e os restantes 54,5% disseram recorrer com frequência, ver Figura 14.

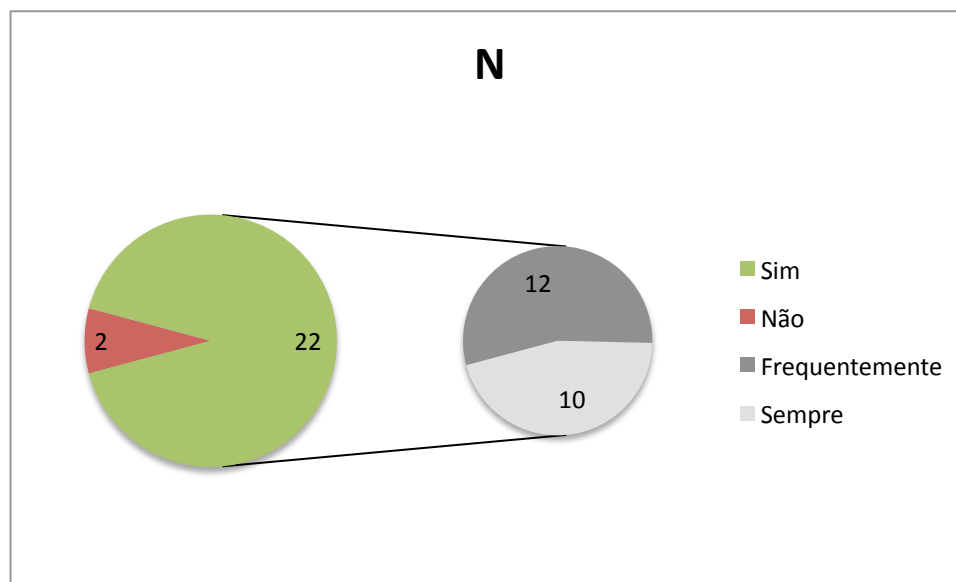


Figura 14 - Existência de fornecedores de materiais referenciados para a obtenção de preços e periodicidade de consultas a fornecedores além dos referenciados

Na Figura 15 são apresentados os valores obtidos referentes à utilização dos custos dos materiais adquiridos em orçamentações futuras e à forma como essa informação é transmitida.

Das empresas inquiridas, 66,7% utilizam os custos dos materiais obtidos para orçamentações futuras, enquanto os restantes 33,3% não tem essa prática. Dos inquiridos que afirmaram utilizar os custos dos materiais adquiridos em orçamentações futuras, 60,0% efectuam uma inserção manual em base de dados e nos restantes 40,0% é feita uma passagem automática para uma base de dados, ver Figura 15.

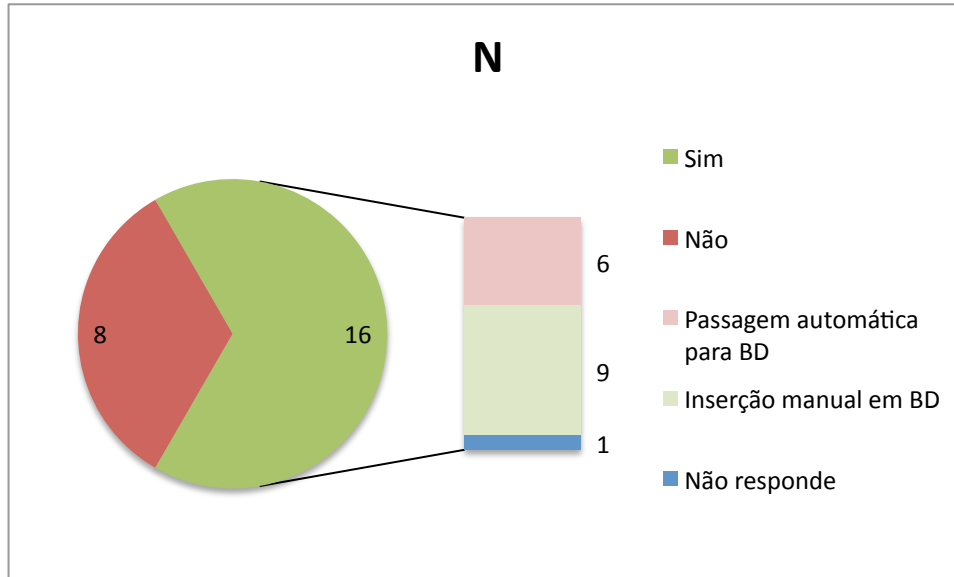


Figura 15 - Utilização dos custos dos materiais adquiridos em orçamentações futuras e forma de passagem dessa informação

#### ***4.4 Caracterização da utilização referente ao equipamento***

As Figuras 16 e 17 apresentam, respectivamente, os resultados obtidos relativamente à forma de actualização e respectiva periodicidade dos custos do equipamento próprio.

As actualizações dos custos do equipamento próprio são efectuadas através do departamento responsável pelo equipamento em 81,0% das respostas obtidas, sendo as restantes 19,0% das actualizações realizadas através de consultas ao mercado. Destas actualizações, 58,3% são realizadas anualmente, 4,2% trimestralmente, 12,5% mensalmente e 25,0% dos respondentes indicaram que estas são feitas sempre que se justifique, ver Figura 16. As actualizações dos custos de equipamento próprio nunca são efectuadas semanalmente.

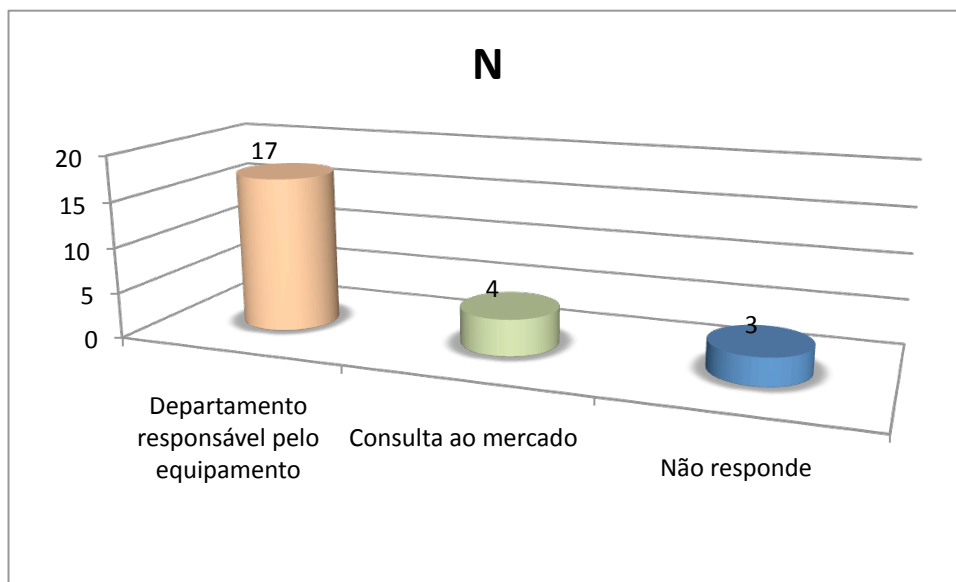


Figura 16 – Forma de actualização dos custos de equipamento próprio

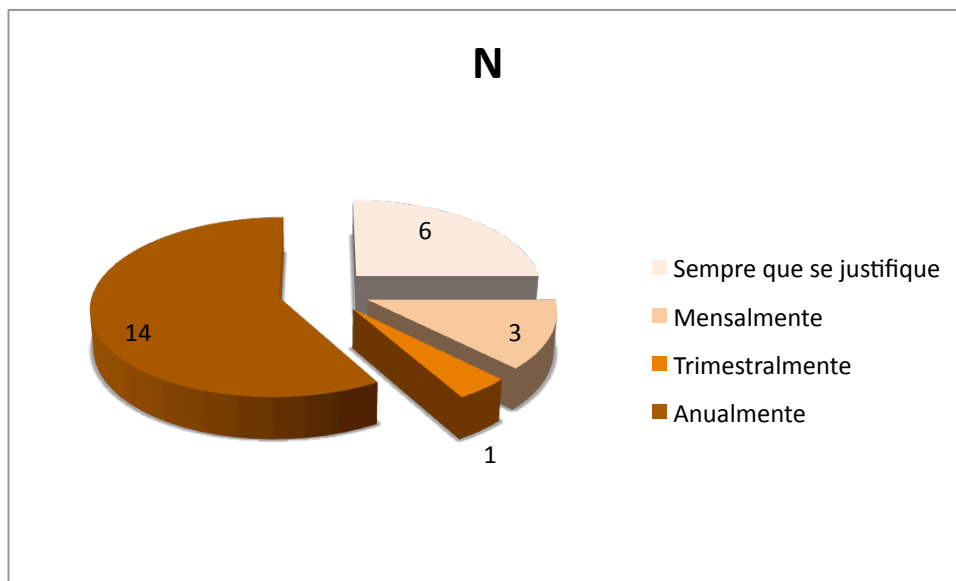


Figura 17 - Periodicidade das actualizações dos custos de equipamento próprio

A Figura 18 apresenta os valores obtidos relativamente à existência de fornecedores referenciados para a obtenção de preços de equipamentos alugados e em relação à consulta de fornecedores de equipamentos alugados para além dos referenciados.

Das respostas obtidas, 87,5% dos inquiridos confirmaram a existência de fornecedores referenciados para a obtenção de preços de equipamentos alugados e, apenas, 12,5% declararam não lidar com fornecedores referenciados. Das empresas que afirmaram ter fornecedores referenciados para a obtenção de preços de equipamentos alugados, 23,8% recorrem sempre a fornecedores para além dos referenciados, 71,4% disseram recorrer com frequência e 30,4% declararam nunca recorrer, ver Figura 18. Todas as empresas que recorrem a fornecedores referenciados para a obtenção de preços de equipamento alugado, também o fazem a outras empresas não incluídas nessa lista.

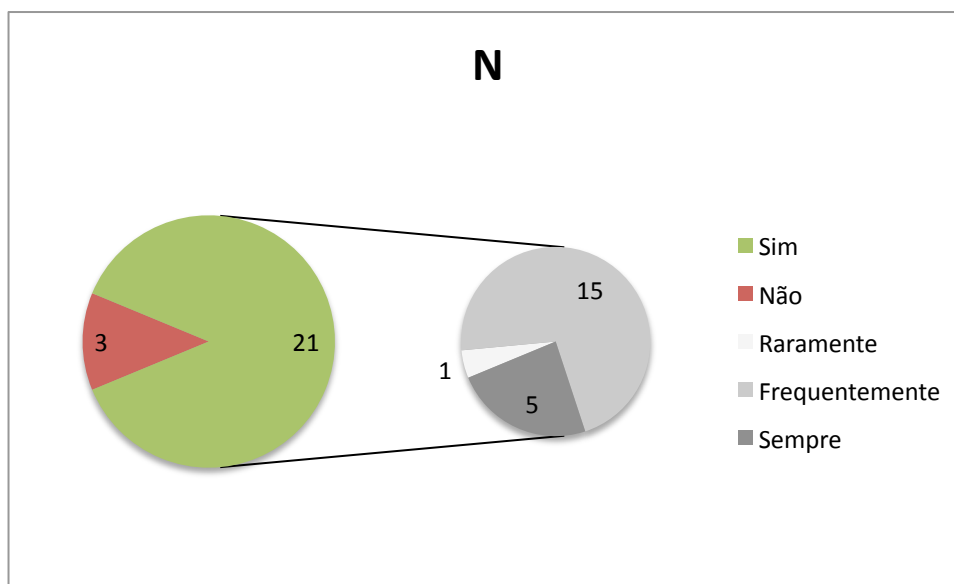


Figura 18 - Consulta a fornecedores referenciados e outros para a obtenção de preços de equipamentos alugados

A Figura 19 mostra os valores obtidos relativos à utilização dos custos dos equipamentos alugados e do modo como é transmitida essa informação para orçamentações futuras.

Das respostas obtidas, 69,6% utilizam os custos dos equipamentos alugados para futuras orçamentações e os restantes 30,4% utilizam-nos, apenas uma vez. A passagem da informação,

por parte das empresas que utilizam os custos dos equipamentos alugados em orçamentações futuras, é feita através de uma inserção manual numa base de dados em 62,5% dos inquiridos, 31,3% efectuam essa operação por meio de passagem automática para a base de dados e 6,3% fazem um registo em papel para posterior utilização, ver Figura 19.

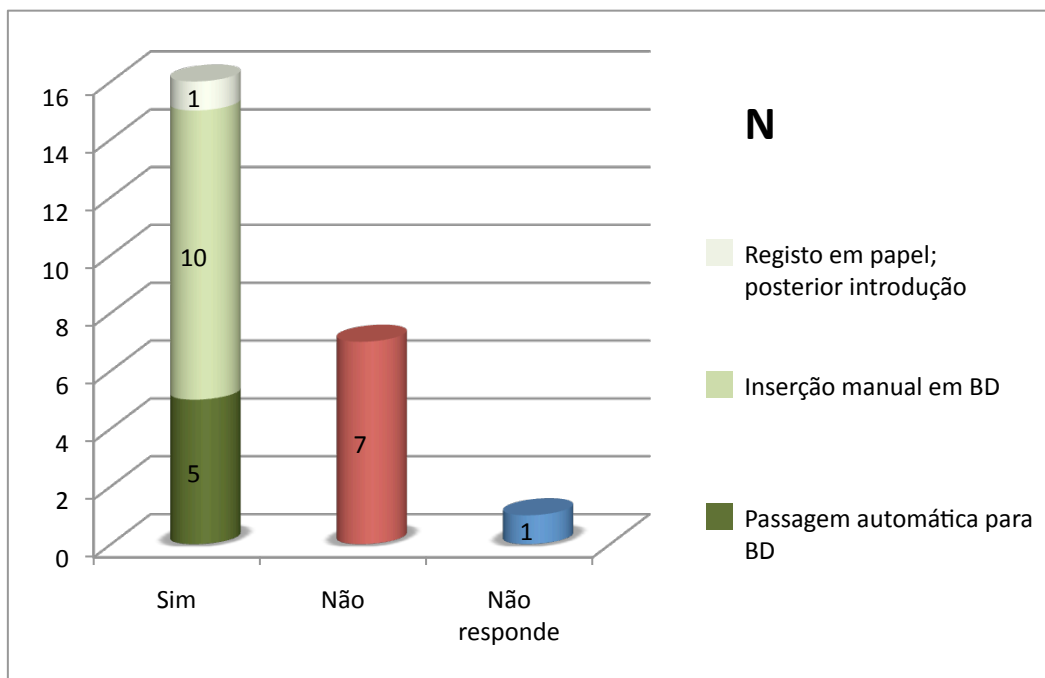


Figura 19 - Utilização dos custos dos equipamentos alugados e forma como é passada essa informação em orçamentações futuras

#### 4.5 Caracterização da utilização referente à monitorização

Na Figura 20 são apresentados os resultados obtidos referentes ao modo como é realizada a ligação entre a orçamentação e a contabilidade.

A ligação entre a orçamentação e a contabilidade é realizada através de módulos informáticos diferentes em 68,2% das respostas obtidas, 22,7% efectuam-na de forma automática e 9,1% manualmente, ver Figura 20.

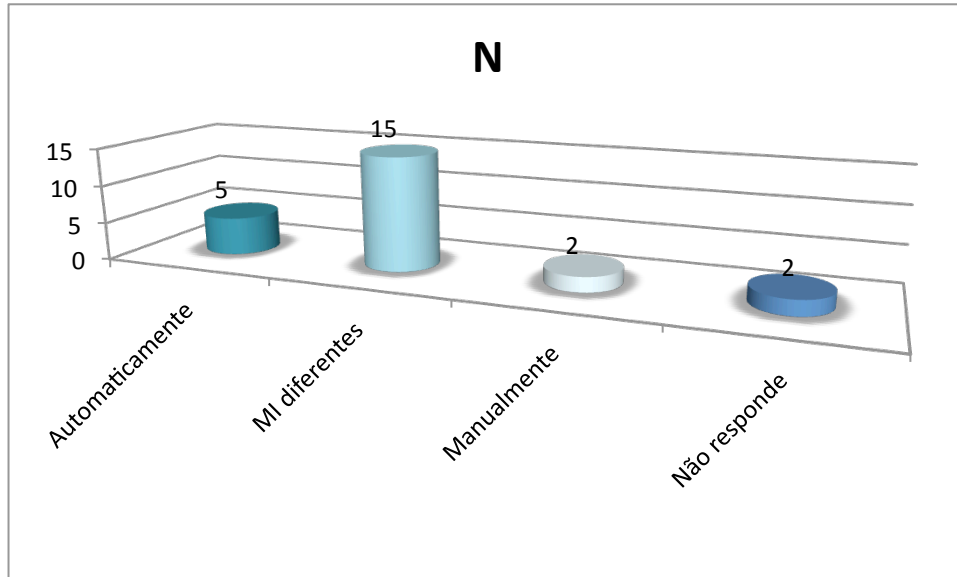


Figura 20 - Ligação entre a orçamentação e a contabilidade

As Figuras 21, 22 e 23 mostram, respectivamente, os valores obtidos em relação à existência de um controlo sistematizados do realizado e de uma comparação com o previsto na orçamentação, à obtenção de um retorno desse controlo para melhoria de futuros orçamentos e à presença de indicadores de desvios de custos.

Das empresas inquiridas, 91,7% afirmaram efectuar um controlo sistematizado do realizado e uma comparação com o previsto, tendo os restantes 8,3% respondido negativamente. O retorno do controlo para melhoria de orçamentos futuros é realizado por 72,7%, não sendo executado nos restantes 27,3%. Relativamente aos indicadores de desvios de custos, 72,2% confirmaram a sua existência, contra os restantes 27,3%, nos quais não existem estes indicadores, ver Figuras 21, 22 e 23.

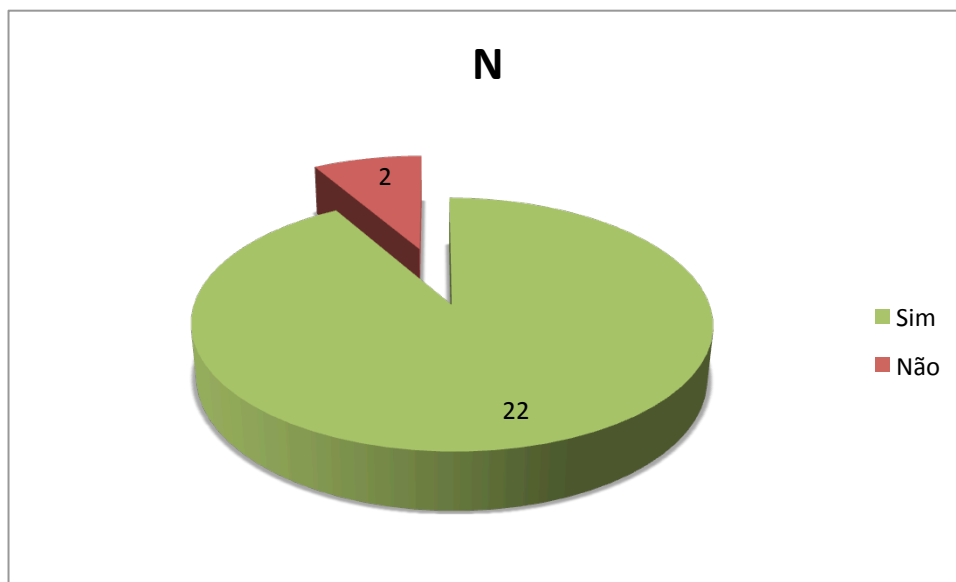


Figura 21 - Existência de controlo sistematizado do realizado e comparação com o previsto

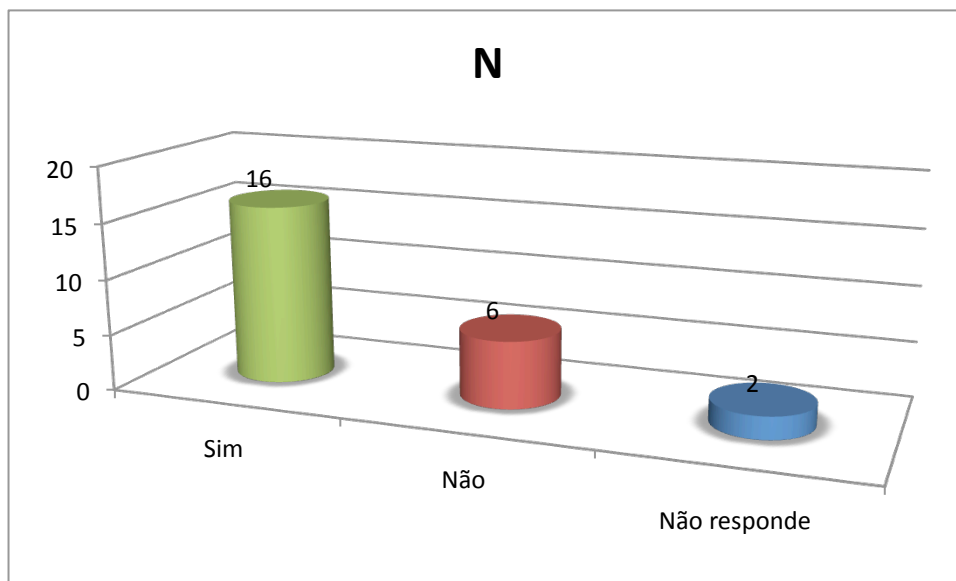


Figura 22 - Obtenção de retorno para futuros orçamentos

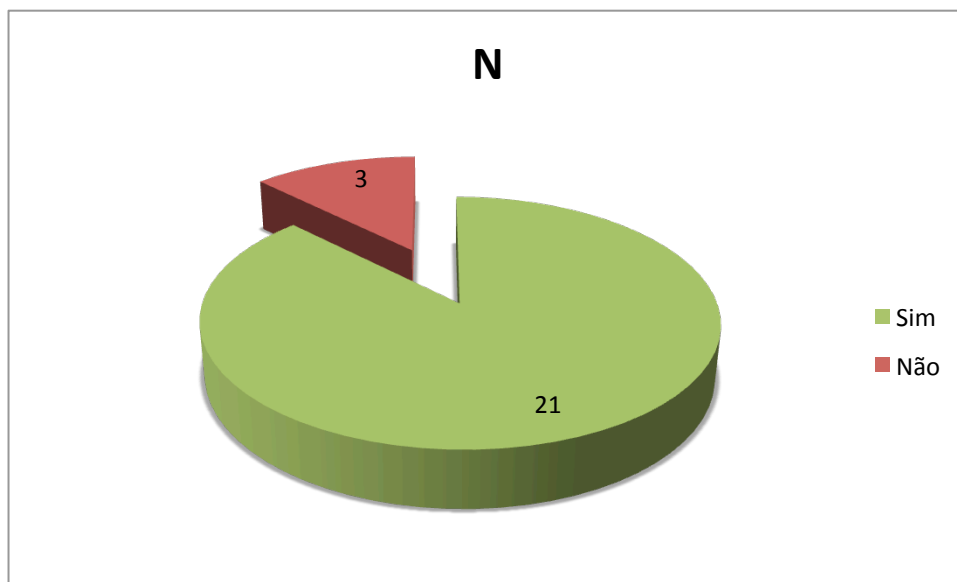


Figura 23 - Presença de indicadores de desvios de custos

#### ***4.6 Caracterização da percepção, por parte do utilizador, do funcionamento das ferramentas informáticas de orçamentação***

A totalidade dos inquiridos, 100%, considerou que as ferramentas informáticas de orçamentação são eficazes e vantajosas.

A Figura 24 mostra os resultados obtidos relativos à existência de limitações nas ferramentas informáticas de orçamentação, do ponto de vista do utilizador.

Em relação à presença de limitações nas ferramentas informáticas de orçamentação, 54,2% dos respondentes não concordaram com a sua existência, enquanto que os restantes 45,8% encontraram algumas limitações na sua utilização, ver Figura 24.

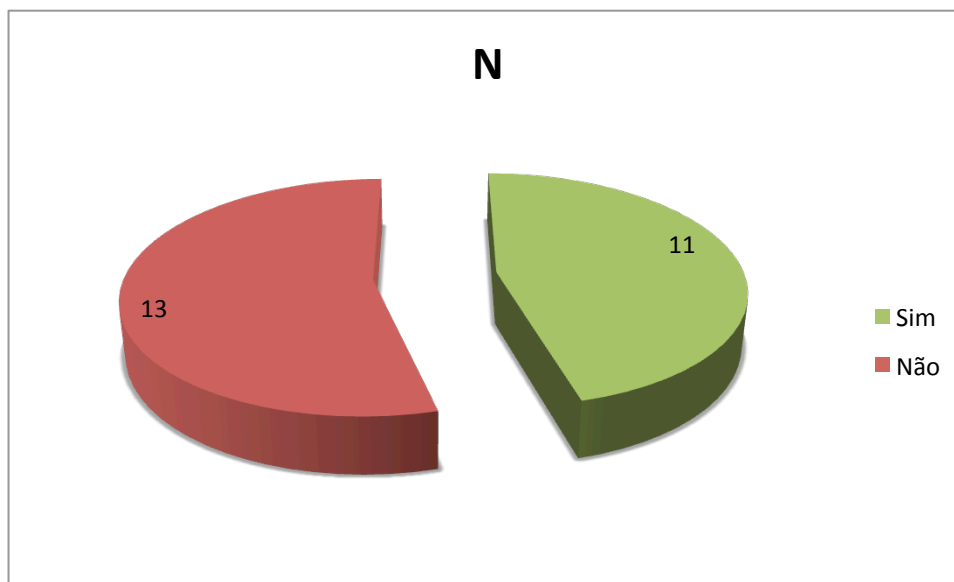


Figura 24 - Existência de limitações na utilização das ferramentas informáticas de orçamentação

Na Figura 25 são apresentados os resultados obtidos relativamente às alterações de tempo e custo despendidos na realização do orçamento e do acompanhamento das obras, com a utilização das ferramentas informáticas de orçamentação.

Em relação ao tempo despendido para fazer as orçamentações, 30,4% consideraram que se despende muito menos tempo, 56,5% disseram despende menos tempo, 4,3% afirmaram despende o mesmo tempo e 8,7% revelaram despende mais tempo com a orçamentação devido à utilização das ferramentas informáticas. No que respeita ao custo despendido para orçamentar com as ferramentas informáticas, 17,4% consideraram existir muito menos custos, 47,8% afirmaram existir menos custos, 26,1% revelaram a existência dos mesmos custos e 8,7% responderam que houve um aumento de custos na orçamentação, com a utilização das ferramentas informáticas, ver Figura 25.

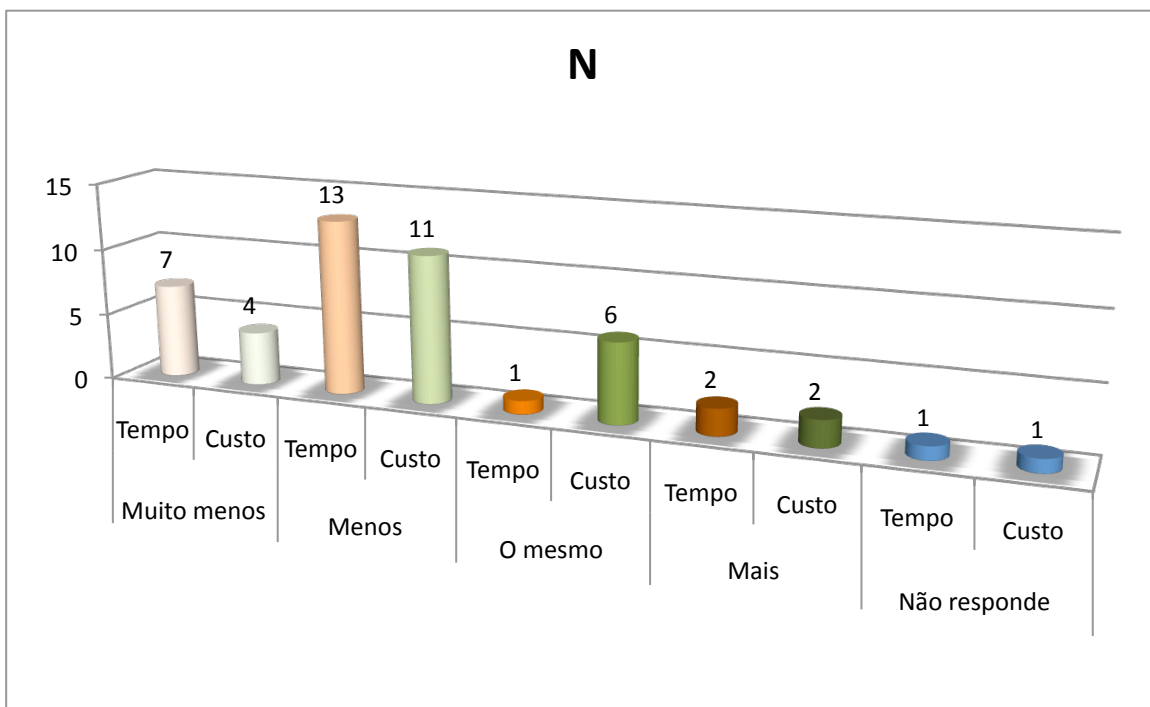


Figura 25 - Alterações de tempos e custos despendidos a orçamentar com as ferramentas informáticas

Na Figura 26 estão representados os valores obtidos relativamente à percepção dos utilizadores na variação da taxa de sucesso comercial, com a implementação da utilização de ferramentas informáticas de orçamentação.

Dos inquéritos respondidos, 4,5% consideraram ter diminuído a taxa de sucesso comercial, 63,6% declararam não haver alterações e 31,8% disseram ter um aumento da taxa de sucesso comercial com a implementação de ferramentas informáticas de orçamentação, ver Figura 26.

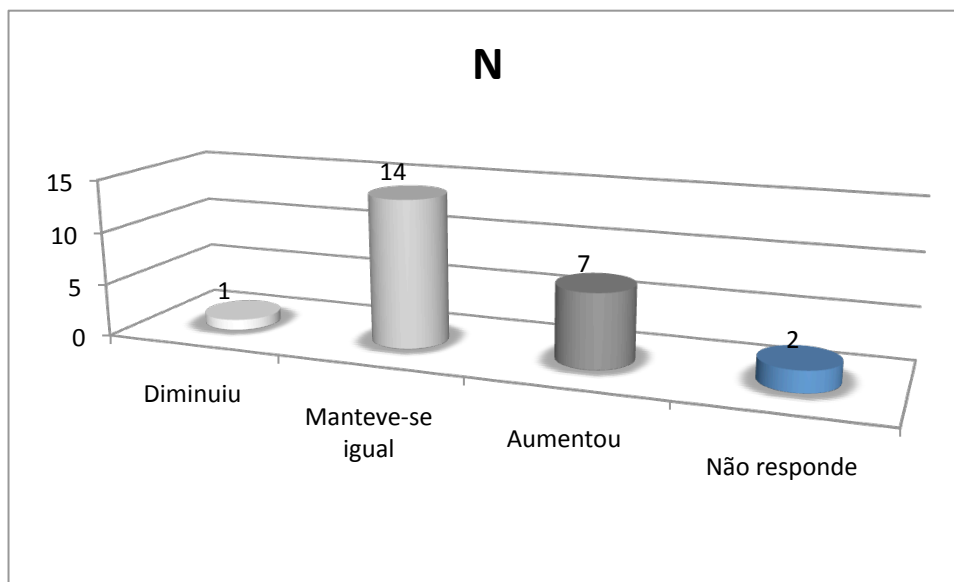


Figura 26 - Variação da taxa de sucesso comercial com a implementação de ferramentas informáticas de orçamentação

#### ***4.7 Associações existentes entre as questões calculadas através do coeficiente de correlação de Spearman***

A Tabela 1 mostra as associações existentes entre os resultados obtidos nas questões referentes à utilização das ferramentas informáticas de orçamentação, mão-de-obra, material, equipamento, monitorização e à percepção por parte do utilizador do funcionamento das ferramentas informáticas de orçamentação, calculadas através do coeficiente de correlação de Spearman, ver Tabela 1.

O coeficiente de correlação de Spearman mede a intensidade de relação entre variáveis nominais. O coeficiente  $\rho$  de Spearman varia entre -1 e 1. Quanto mais próximo estiver destes extremos, maior será a associação entre as variáveis. Consoante o valor da correlação obtido, esta pode ser:

- Forte para valores de  $\rho$  inferiores a -0,70 ou superiores a 0,70
- Moderada para valores de  $\rho$  entre -0,70 a -0,30 e 0,30 a 0,70
- Fraca para valores de  $\rho$  entre -0,30 e 0,30

No que se refere às associações entre as questões referentes à utilização das ferramentas informáticas de orçamentação, a reorçamentação de pré-obra associou-se de forma moderada, positiva e estatisticamente significativa, com a actualização da orçamentação ( $\rho=0,548$ ;  $p=0,006$ ) e com a produção ( $\rho=0,598$ ;  $p=0,002$ ). A actualização da orçamentação associou-se de forma forte, positiva e estatisticamente significativa com a produção ( $\rho=0,742$ ;  $p=0,000$ ).

Quando consideradas as associações entre os diferentes resultados obtidos para a utilização das ferramentas informáticas de orçamentação com os resultados referentes à mão-de-obra, apenas a produção se associou de forma moderada, positiva e estatisticamente significativa com a periodicidade da actualização dos custos da mão-de-obra própria ( $\rho=0,510$ ;  $p=0,018$ ).

A reorçamentação pré-obra associou-se de forma moderada, negativa e estatisticamente significativa com a passagem dos custos dos materiais em stock ( $\rho=-0,664$ ;  $p=0,010$ ) e de forma moderada, positiva e estatisticamente significativa com a existência de fornecedores de materiais referenciados ( $\rho=0,426$ ;  $p=0,038$ ). A actualização da orçamentação também apresentou uma associação moderada, negativa e estatisticamente significativa com a passagem dos custos dos materiais em stock ( $\rho=-0,550$ ;  $p=0,041$ ).

Relativamente às associações com as questões referentes ao equipamento, apenas se verificou uma associação moderada, positiva e estatisticamente significativa entre a reorçamentação pré-obra e a existência de fornecedores de equipamentos referenciados ( $\rho=0,535$ ;  $p=0,007$ ).

Entre as questões referentes à mão-de-obra, apenas se verificou uma associação moderada negativa e estatisticamente significativa entre a questão da existência de uma base de dados relacionada com os rendimentos da mão-de-obra e a existência de valores pré-definidos não incluídos numa base de dados ( $\rho=-0,451$ ;  $p=0,031$ ).

Relativamente às questões acerca do material, também se verificou somente uma associação moderada, negativa e estatisticamente significativa entre a questão da existência de valores pré-definidos não incluídos numa base de dados e a forma como é passada a informação dos custos dos materiais adquiridos para futuras orçamentações ( $\rho=-0,537$ ;  $p=0,039$ ).

A definição, por parte de cada utilizador, dos rendimentos relacionados com a mão-de-obra teve associações moderadas, negativas e estatisticamente significativas com a forma como são actualizadas os custos dos equipamentos internos, a existência de fornecedores de equipamentos referenciados e a utilização dos custos obtidos em orçamentações futuras com valores de correlação de  $-0,471$  com  $p=0,036$ ; de  $-0,428$  com  $p=0,047$  e de  $-0,604$  com  $p=0,003$ , respectivamente.

Dos resultados obtidos referentes à monitorização, apenas se verificou uma associação moderada, positiva e estatisticamente significativa entre a existência de diferentes rendimentos consoante as condições de execução e a realização de um controlo do previsto com o realizado ( $\rho=0,509$ ;  $p=0,026$ ).

Verificou-se apenas uma associação entre as questões relativas ao material, de forma moderada, positiva e estatisticamente significativa sendo esta, entre a existência de fornecedores referenciados e a utilização dos custos obtidos em orçamentações futuras ( $\rho=0,426$ ;  $p=0,038$ ).

A existência de fornecedores referenciados de materiais associou-se de forma forte, positiva e estatisticamente significativa com a existência de fornecedores referenciados de equipamentos ( $\rho=0,798$ ;  $p=0,000$ ). Os resultados obtidos acerca da existência de fornecedores referenciados de materiais, da utilização dos custos obtidos em orçamentações futuras e da forma como é passada a informação acerca desses custos associaram-se de forma moderada, positiva e estatisticamente significativa com os resultados obtidos relativos à utilização futura dos custos obtidos em consultas de equipamentos com valores de correlação iguais a 0,467 com  $p=0,025$  ; 0,509 com  $p=0,013$  e 0,548 com  $p=0,043$ , respectivamente. Importa salientar a existência de uma associação perfeita positiva e estatisticamente significativa entre a forma como são passadas as informações para orçamentações futuras de materiais e de equipamentos ( $\rho=1,000$ ;  $p\leq 0,01$ ).

No que respeita às questões referentes ao equipamento, apenas se verificou uma associação moderada, positiva e estatisticamente significativa entre os resultados obtidos sobre a existência de fornecedores referenciados e a utilização dos custos obtidos para orçamentações futuras ( $\rho=0,586$ ;  $p=0,003$ ).

O retorno da informação dada pelo controlo com vista a melhorias futuras, associou-se de forma moderada, positiva e estatisticamente significativa com os indicadores de desvios de custos ( $\rho=0,649$ ;  $p=0,001$ ).

Tabela 1 - Associações existentes entre as questões calculadas através do coeficiente de correlação de Spearman

	Concurso	Reorçamentação pré-obra	Atualização da orçamentação	Comercial	Produção	Outras	Existência BD/MO	Atualizações BD/MO	Diferentes rendimentos MO	Valores mais apropriados colocados pelo utilizador	Valores pré-definidos fora da BD/MO	MO Custos tabelados
Concurso	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Reorçamentação pré-obra	.	1,000	0,548**	.	0,598**	0,213	0,073	.	0,108	0,242	-0,078	0,125
Atualização da orçamentação	.	.	1,000	.	0,742**	0,389	0,185	.	0,215	0,094	-0,191	-0,189
Comercial	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Produção	.	.	.	.	1,000	0,357	0,225	.	0,436	0,255	0,051	-0,106
Outras	.	.	.	.	.	1,000	-0,217	.	0,025	-0,174	0,190	0,284
Existência BD/MO	.	.	.	.	.	.	1,000	.	.	0,120	-0,451*	0,153
Atualizações BD/MO	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Diferentes rendimentos MO	.	.	.	.	.	.	.	1,000	.	-0,009	0,155	-0,127
Valores mais apropriados colocados pelo utilizador	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,000	0,068	-0,350
Valores pré-definidos fora da BD/MO	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,000	-0,051
Custos MO tabelados	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,000
Atualização custos MO interna	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Existência de Central/armazém de materiais	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gestão de stocks	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Passagem dos custos de materiais para orçamentação	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fornecedores de materiais referenciados	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Custos de materiais obtidos para orçamentações futuras	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Passagem de informação dos custos de materiais obtidos	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Atualização custos equipamentos internos	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fornecedores referenciados de equipamentos	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Custos de equipamentos obtidos para orçamentações futuras	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Passagem de informação dos custos de equipamentos obtidos	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ligação orçamentação/contabilidade	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Controlo previsto/realizado	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Retorno do controlo para futuro	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Indicadores desvios de custos	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ferramenta eficaz e vantajosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Vantagens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Existência de limitações	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Limitações	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Vantagens competitivas	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Alterações	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

(cont.)

	Atualização custos MO interna	Existência Central/armazém de materiais	Gestão de stocks	Passagem dos custos de materiais para orçamentação	Fornecedores de materiais referenciados	Custos de materiais obtidos para orçamentações futuras	Passagem de informação dos custo de materiais obtidos	Atualização custos equipamentos internos	Fornecedores referenciados de equipamentos	Custos de equipamentos obtidos para orçamentações futuras	Passagem de informação dos custos de equipamentos obtidos	Ligação orçamentação/contabilidade
Concurso	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Reorçamentação pré-obra	0,279	0,063	0,051	-0,664**	0,426*	0,250	0,431	0,307	0,535**	0,384	0,055	0,178
Atualização da orçamentação	0,394	0,000	0,297	-0,550*	0,234	0,000	0,000	0,369	0,293	0,143	-0,098	-0,327
Comercial	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Produção	0,510*	-0,120	0,297	-0,245	0,255	0,060	0,111	0,315	0,319	0,008	0,148	-0,116
Outras	0,080	-0,107	0,529	0,118	0,091	-0,107	0,218	0,256	0,114	0,204	0,192	-0,213
Existência BD/MO	0,208	-0,145	-0,077	0,221	0,217	0,290	0,080	-0,298	0,116	-0,054	0,257	-0,125
Atualizações BD/MO	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Diferentes rendimentos MO	0,234	-0,428	0,210	-0,339	0,350	0,127	-0,048	0,375	0,236	0,108	0,021	0,037
Valores mais apropriados colocados pelo utilizador	-0,104	0,008	-0,201	-0,067	-0,295	0,099	-0,065	-0,471*	-0,428*	-0,604**	0,247	-0,137
Valores pré-definidos fora da BD/MO	0,118	0,188	0,411	0,301	0,018	0,008	-0,537*	0,383	-0,190	-0,133	-0,467	-0,093
Custos MO tabelados	-0,018	-0,118	-0,164	-0,004	0,296	-0,194	0,407	-0,109	0,475*	0,180	0,334	0,333
Atualização custos MO interna	1,000	0,139	-0,431	-0,048	0,175	-0,069	0,184	0,419	0,255	0,089	-0,190	0,012
Existência de Central/armazém de materiais		1,000	.	.	-0,213	-0,125	0,000	0,131	-0,267	-0,027	-0,274	0,178
Gestão de stocks			1,000	0,195	0,204	0,153	-0,316	0,381	-0,090	0,162	0,130	-0,145
Passagem dos custos de materiais para orçamentação				1,000	-0,353	0,126	0,158	-0,222	-0,519	-0,134	0,522	0,094
Fornecedores de materiais referenciados					1,000	0,426*	.	0,108	0,798**	0,467*	.	-0,091
Custos de materiais obtidos para orçamentações futuras						1,000	.	-0,230	0,267	0,509**	-0,163	-0,218
Passagem de informação dos custo de materiais obtidos							1,000	-0,372	0,327	0,548*	1,000**	0,354
Atualização custos equipamentos internos								1,000	0,157	0,289	-0,337	0,139
Fornecedores referenciados de equipamentos									1,000	0,586**	.	0,140
Custos de equipamentos obtidos para orçamentações futuras										1,000	.	0,053
Passagem de informação dos custos de equipamentos obtidos											1,000	0,281
Ligação orçamentação/contabilidade												1,000
Controlo previsto/realizado												
Retorno do controlo para futuro												
Indicadores desvios de custos												
Ferramenta eficaz e vantajosa												
Vantagens												
Existência de limitações												
Limitações												
Vantagens competitivas												
Alterações												

(cont.)

	Controlo previsto/realizado	Retorno do controlo para futuro	Indicadores desvios de custos	Ferramenta eficaz e vantajosa	Vantagens	Existência de limitações	Limitações	Vantagens competitivas	Alterações
Concurso	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Reorçamentação pré-obra	0,107	0,174	0,267	.	-0,063	0,296	-0,218	0,174	0,418
Atualização da orçamentação	0,234	0,251	0,033	.	-0,061	-0,022	0,447	0,174	-0,056
Comercial	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Produção	0,255	0,354	0,064	.	-0,412	0,240	-0,447	0,090	-0,084
Outras	0,091	0,194	0,114	.	-0,192	0,328	0,333	-0,119	0,217
Existência BD/MO	-0,155	0,399	0,116	.	-0,267	-0,146	-0,447	0,380	-0,313
Atualizações BD/MO	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Diferentes rendimentos MO	0,509	0,000	-0,309	.	-0,167	-0,249	-0,408	0,241	0,634
Valores mais apropriados colocados pelo utilizador	0,174	-0,074	-0,034	.	0,067	0,147	-0,473	0,187	-0,002
Valores pré-definidos fora da BD/MO	0,025	0,156	0,212	.	-0,369	0,173	-0,333	-0,232	-0,015
Custos MO tabelados	-0,284	0,279	0,237	.	-0,256	-0,026	-0,136	0,272	0,297
Atualização custos MO interna	-0,080	0,350	0,040	.	-0,346	-0,159	-0,149	-0,069	-0,168
Existência de Central/armazém de materiais	-0,213	0,174	0,267	.	0,121	0,118	0,333	0,027	0,603
Gestão de stocks	-0,090	-0,037	.	.	-0,263	0,461	0,559	-0,192	0,143
Passagem dos custos de materiais para orçamentação	-0,519	-0,036	.	.	-0,204	0,242	-0,559	0,086	-0,243
Fornecedores de materiais referenciados	-0,091	0,161	0,342	.	-0,265	-0,328	-0,218	0,381	-0,329
Custos de materiais obtidos para orçamentações futuras	-0,213	-0,039	0,267	.	0,126	0,118	-0,333	0,221	-0,101
Passagem de informação dos custo de materiais obtidos	-0,320	-0,058	.	.	0,145	0,327	0,250	0,414	0,577
Atualização custos equipamentos internos	0,157	0,073	-0,149	.	-0,262	0,023	0,333	-0,527	0,215
Fornecedores referenciados de equipamentos	-0,114	0,054	0,238	.	-0,096	-0,158	-0,218	0,338	0,024
Custos de equipamentos obtidos para orçamentações futuras	-0,204	-0,158	0,024	.	0,036	0,066	0,333	0,059	0,159
Passagem de informação dos custos de equipamentos obtidos	-0,192	-0,263	-0,456	.	-0,385	0,270	-0,200	0,270	0,122
Ligação orçamentação/contabilidade	-0,420	-0,298	-0,091	.	0,136	0,236	0,145	0,338	0,613
Controlo previsto/realizado	1,000	0,161	-0,114	.	-0,096	-0,025	-0,218	-0,354	-0,329
Retorno do controlo para futuro		1,000	0,649**	.	-0,430	0,000	-0,447	0,000	-0,197
Indicadores desvios de custos			1,000	.	0,096	0,095	-0,218	0,338	0,024
Ferramenta eficaz e vantajosa				.	.	.	.	.	.
Vantagens				.	1,000	-0,173	0,621	0,310	0,329
Existência de limitações				.		1,000	.	-0,257	0,609
Limitações				.			1,000	0,000	0,730
Vantagens competitivas				.				1,000	0,000
Alterações				.					1,000

Nota. \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,001$

#### ***4.8 Associações existentes entre as questões calculadas através do coeficiente de correlação de Pearson***

A Tabela 2 apresenta as associações existentes entre os resultados obtidos nas questões referentes à utilização das ferramentas informáticas de orçamentação, mão-de-obra, material, equipamento, monitorização e à percepção por parte do utilizador do funcionamento das ferramentas informáticas de orçamentação, calculadas através do coeficiente de correlação de Pearson, ver Tabela 2.

O coeficiente de correlação de Pearson é uma medida do grau de relação linear entre duas medidas quantitativas. Este coeficiente varia entre os valores -1 e 1. O valor 0 significa que não há relação linear, o valor 1 indica uma relação linear perfeita e o valor -1 também indica uma relação linear perfeita mas inversa, ou seja, quando uma aumenta a outra diminui. Quanto mais próximo estiver de 1 ou de -1, mais forte é a associação linear entre as duas variáveis. O coeficiente de correlação de Pearson é normalmente representado pela letra  $r$ . Consoante o valor da correlação obtido, esta pode ser:

- Forte para valores de  $r$  inferiores a -0,70 ou superiores a 0,70
- Moderada para valores de  $r$  entre -0,70 a -0,30 e 0,30 a 0,70
- Fraca para valores de  $r$  entre -0,30 e 0,30

Quando consideradas as associações entre as questões relativas à mão-de-obra, verificou-se uma associação de forma moderada, positiva e estatisticamente significativa entre a frequência das actualizações da base de dados dos rendimentos de mão-de-obra e a periodicidade da actualização dos custos de mão-de-obra interna ( $r=0,510$ ;  $p=0,030$ ).

A periodicidade da actualização dos custos de mão-de-obra interna também se associou de forma moderada a forte, positiva e estatisticamente significativa com a periodicidade das actualizações dos custos dos equipamentos ( $r=0,698$ ;  $p=0,001$ ).

Relativamente à percepção por parte do utilizador do funcionamento das ferramentas informáticas de orçamentação, obtiveram-se associações de forma moderada e estatisticamente significativa entre a periodicidade da actualização dos custos de mão-de-obra interna e as alterações de tempo despendido a orçamentar e a variação da taxa de sucesso comercial, sendo no entanto, esta última de forma negativa, com valores de correlação de  $0,442$  com  $p=0,039$  e  $-0,525$  com  $p=0,014$ , respectivamente.

Os resultados obtidos acerca da existência de fornecedores para além dos referenciados de material e de equipamentos associaram-se de forma moderada, positiva e estatisticamente significativa ( $r=0,440$ ;  $p=0,046$ ).

No que se refere à periodicidade das actualizações dos custos de imputação de equipamentos, houve uma associação de forma moderada, negativa e estatisticamente significativa com a variação da taxa de sucesso comercial ( $r=-0,442$ ;  $p=0,039$ ).

Por último, houve apenas uma associação no que diz respeito às questões referentes à percepção por parte do utilizador do funcionamento das ferramentas informáticas de orçamentação. Esta revelou-se entre a percepção de alteração de custos e de tempo despendidos para orçamentar, sendo no entanto, de forma forte, positiva e estatisticamente significativa ( $r=0,838$ ;  $p=0,000$ ).

Tabela 2 - Associações existentes entre as questões calculadas através do coeficiente de correlação de Pearson

	Frequência das actualizações BD/MO	Periodicidade da actualização BD/MO	Fornecedores além dos referenciados de materiais	Periodicidade das actualizações dos CI de equipamentos	Fornecedores além dos referenciados de equipamentos	Alterações de tempos	Alterações de custos	Varição de taxa de sucesso comercial
Frequência das actualizações BD/MO	1	0,510 <sup>*</sup>	-0,405	0,698 <sup>**</sup>	-0,296	0,089	0,073	-0,287
Periodicidade da actualização BD/MO		1	-0,116	0,639 <sup>**</sup>	-0,037	0,442 <sup>*</sup>	0,315	-0,525 <sup>*</sup>
Fornecedores além dos referenciados de materiais			1	0,015	0,440 <sup>*</sup>	-0,180	-0,262	0,235
Periodicidade das actualizações dos CI de equipamentos				1	0,180	0,246	0,190	-0,442 <sup>*</sup>
Fornecedores além dos referenciados de equipamentos					1	-0,307	-0,256	0,200
Alterações de tempos						1	0,838 <sup>**</sup>	-0,245
Alterações de custos							1	-0,258
Varição de taxa de sucesso comercial								1

Nota. \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,001$

## 5. Discussão

Pretendeu-se, com este estudo, caracterizar a utilização de ferramentas informáticas de orçamentação nas grandes empresas de Construção Portuguesas. Especificamente, foi analisada a percentagem dessas empresas que utiliza estas ferramentas, identificadas as áreas e departamentos que as usam, bem como o *modus operandi* em aspectos relacionados com a mão-de-obra, material, equipamento e monitorização foram por fim avaliados os benefícios sentidos e reportados pelos utilizadores, do funcionamento das ferramentas informáticas de orçamentação.

Das empresas que acederam a participar neste estudo, 82,7% afirmaram utilizar ferramentas informáticas para efectuar a orçamentação, revelando deste modo, a importância dada à utilização destas ferramentas como auxílio das suas funções, sendo este resultado consistente com a literatura a este propósito (Hegazy, 1999).

Todos os utilizadores de ferramentas informáticas de orçamentação revelaram usá-las em fase de concurso e na área comercial, enquanto 66,7% revelaram utilizá-las como auxílio da reorçamentação em fase de pré-obra, confirmando assim, a relevância já referida por Hwang (2009), relativamente à orçamentação numa fase primária de qualquer projecto.

Em relação à existência de uma base de dados contendo os rendimentos da mão-de-obra, 79,2% dos inquiridos referiram não só possuí-la, como também efectuar-lhe actualizações com alguma frequência. No que se refere à utilização de diferentes rendimentos para cada actividade consoante as condições de execução, 79,0% responderam seguir esta prática para a maioria das actividades, sendo que desses, 15,8% afirmaram ter esses rendimentos para a totalidade das actividades. Estes valores são concordantes com a literatura (Staub-French, Fischer, Kunz & Paulson, 2003a; Kiziltas & Akinci, 2009). Relativamente às actualizações dos custos de mão-de-

obra próprios, os resultados obtidos demonstraram que a maioria, 61,9%, o faz através do departamento de recursos humanos e com uma periodicidade anual, 69,6%.

Dos resultados obtidos em relação à existência de um armazém central de materiais ou de uma central de compras, 66,7% confirmaram a sua utilização, sendo que 64,3% afirmaram fazer a sua gestão através de uma base de dados em tempo real. De salientar ainda, que 91,7% confirmaram a existência de fornecedores de materiais referenciados para a obtenção de preços e que 66,7% utilizam os custos dos materiais, obtidos nas consultas, para futuras orçamentações.

No que respeita aos equipamentos próprios, 58,3% das empresas realizam as actualizações com uma periodicidade anual e 81,0% através de um departamento responsável pelo equipamento. Relativamente à obtenção de preços de equipamentos alugados, 87,5% confirmaram o recurso a fornecedores referenciados, sendo que desses, 71,4% também o faz a outros fornecedores para além dos referenciados. Os custos dos equipamentos alugados são utilizados em orçamentações futuras por 69,6% dos inquiridos e a passagem dessa informação é feita, em 62,5% dos casos, através da inserção manual em base de dados.

Dos resultados obtidos, 68,2% afirmaram fazer a ligação entre a orçamentação e a contabilidade através de módulos informáticos distintos. Em relação à existência de controlo sistematizado do realizado face ao previsto, à existência do retorno desse controlo para futuras orçamentações e à presença de indicadores de desvios de custos, a maioria, 91,7%, 72,7% e 87,5%, respectivamente, confirmaram a sua utilização.

Os resultados obtidos, relativamente à importância dada pelas empresas de construção em possuírem bases de dados e tê-las devidamente actualizadas, vão de encontro à constatação feita por Hegazy (2002, citado por Choon & Ali, 2008) relativamente à relevância da existência e manutenção dos dados.

A totalidade dos respondentes tem a percepção que as ferramentas informáticas de orçamentação são eficazes e vantajosas. Relativamente à variação de tempo despendido para orçamentar, 86,9% responderam ter a noção de poupança de tempo, especificamente 30,4% referiram utilizar muito menos tempo e 56,5% menos tempo. Em relação à variação do custo despendido, 17,4% afirmaram ter muito menos custos e 47,8% responderam ter menos custos, o que perfaz um total de 65,2%. Estes resultados obtidos sobre a percepção, por parte do utilizador, do funcionamento das ferramentas informáticas de orçamentação estão de acordo com o já referido por Bowden *et al.* (2006). Finalmente, 63,2% dos resultados obtidos indicaram que a taxa de sucesso comercial se manteve após a implementação das ferramentas informáticas de orçamentação. Daí se pode concluir que as ferramentas informáticas de orçamentação aumentam a rapidez e reduzem os custos do processo de orçamentação, mas não aumentam necessariamente a taxa de sucesso comercial. Assim, as suas vantagens em termos comerciais parecem advir do facto de, apesar da taxa de sucesso comercial se manter, a capacidade de resposta aumentada aumentar o valor esperado do número de obras ganhas.

Quando foram estudadas as associações existentes entre as questões referentes à utilização das ferramentas informáticas de orçamentação, mão-de-obra, material, equipamento, monitorização e aos benefícios, percebidos pelos utilizadores, do funcionamento das ferramentas informáticas de orçamentação, obtiveram-se 28 associações estatisticamente significativas.

Os resultados obtidos demonstraram que, no caso da utilização das ferramentas informáticas de orçamentação, as empresas que as utilizam na fase de reorçamentação de pré-obra, também o fazem de forma significativa na fase de reorçamentação de obra, e têm fornecedores de materiais e de equipamentos referenciados. Quem as utiliza no departamento de

produção também faz uma actualização periódica significativa dos custos de mão-de-obra própria. Por outro lado, as empresas que utilizam as ferramentas informáticas de orçamentação nas fases de reorçamentação pré-obra e de reorçamentação de obra, não fazem, de forma significativa, a passagem dos custos dos materiais em stock.

Relativamente às associações relacionadas com a mão-de-obra, os resultados obtidos indicaram que as empresas que actualizam frequentemente a base de dados dos rendimentos de mão-de-obra também actualizam, com uma periodicidade significativa, os custos de mão-de-obra interna, e, ainda, que estes últimos, para além de actualizarem periodicamente os custos dos equipamentos e têm a percepção de que despendem menos tempo para orçar, mas indicam não ter existido variação da taxa de sucesso comercial. As empresas que possuem valores de rendimentos pré-definidos não incluídos numa base de dados, negam ter uma base de dados relacionada com a mão-de-obra e fazer a passagem da informação dos custos dos materiais adquiridos para futuras orçamentações. No que respeita à definição diferenciada, por parte de cada utilizador, dos rendimentos relacionados com a mão-de-obra, as empresas que o fazem, não realizam actualizações dos custos dos equipamentos internos, não utilizam os custos obtidos de equipamentos em orçamentações futuras e não têm fornecedores referenciados de equipamentos. Quem possui diferentes rendimentos de mão-de-obra consoante as condições de execução, faz, de forma significativa, um controlo do previsto com o realizado.

Já quando se consideraram as associações, mas de acordo com os resultados obtidos referentes às questões relacionadas com o material, verificou-se que os inquiridos que possuem fornecedores referenciados de material, também têm fornecedores referenciados de equipamentos e utilizam os custos de material e de equipamentos obtidos em orçamentações futuras, de forma significativa. Quem utiliza os custos de equipamentos obtidos em futuras

orçamentações também o faz relativamente ao custo dos materiais. De referir ainda, que a forma como é passada a informação acerca dos custos dos materiais para orçamentações futuras é a mesma que é utilizada para a passagem da informação referente aos equipamentos.

No que se refere às associações relativas ao equipamento, os resultados obtidos demonstraram que os respondentes que afirmaram ter fornecedores referenciados de equipamentos, também utilizam, significativamente, os valores de consultas relativas aos custos dos equipamentos em orçamentações futuras. A periodicidade com que são efectuadas as actualizações dos custos de imputação de equipamentos varia, de forma inversa, com a taxa de sucesso comercial.

Em relação às associações existentes entre as questões referentes à monitorização, verificou-se que as empresas que efectuam o retorno da informação dada pelo controlo com vista a melhorias futuras possuem, de forma significativa, indicadores de desvios de custos.

Por último, das associações referentes aos benefícios sentidos e reportados pelos utilizadores do funcionamento das ferramentas informáticas de orçamentação, os resultados obtidos indicaram que as alterações relativas aos custos e ao tempo despendidos para realizar a orçamentação, variam de forma significativa.

Dada a escassez de literatura no âmbito das associações entre os vários parâmetros acima referidos, não foi possível comparar os resultados obtidos com estudos anteriores.

## **6. Conclusões**

De forma geral, os resultados obtidos neste estudo evidenciaram que a maior parte das grandes empresas de Construção Portuguesas analisadas utilizam ferramentas informáticas para efectuar a orçamentação.

A utilização destas ferramentas é feita maioritariamente na fase de concurso e pela área comercial. Apesar deste facto e da maioria dos inquiridos ter referido um ganho de tempo e redução de custos na orçamentação devido ao uso de ferramentas informáticas, a maior parte dos respondentes indicou que não houve variação na taxa de sucesso comercial, mantendo-se esta inalterada após a introdução deste tipo de ferramentas informáticas.

Foi ainda possível verificar que as ferramentas informáticas de orçamentação são utilizadas, na generalidade, como bases de dados referentes aos registos necessários para orçamentações futuras e também para efectuar uma monitorização mais eficaz.

## **7. Recomendações para estudos futuros**

Apesar do seu carácter exploratório e da relevância dos resultados obtidos, o presente estudo apresenta algumas limitações que se referem, por um lado, ao tamanho e características do universo estudado (empresas com classe 8 ou 9 nas 4 primeiras subcategorias da 1ª categoria de alvará) e das suas características temporais, ou seja, todas as medições foram efectuadas num único momento (estudo transversal), e, por outro lado, ao tipo de questionário utilizado, tendencialmente qualitativo.

Deste modo, sugere-se que estudos futuros repliquem este procedimento, embora com alterações ao tipo de questões efectuadas, com vista a obter medidas quantitativas necessárias para uma melhor caracterização da utilização das ferramentas informáticas de orçamentação, e também com alterações no tamanho e características do universo estudado, com um maior número de empresas participantes e alargando a outras classes de alvará e a donos de obra, de forma a ser possível caracterizar a generalidade dos utilizadores destas ferramentas informáticas. Para além disso, o desenvolvimento de estudos com as mesmas medições ao longo de períodos de tempo distintos, estudos longitudinais, por forma a analisar modificações na caracterização da utilização das ferramentas informáticas de orçamentação, é da máxima relevância.

Em conclusão, apesar da especificidade das características do universo estudado e das limitações atrás referidas, considera-se que este estudo contribuiu para uma melhor compreensão da utilização de ferramentas informáticas de orçamentação, por forma a potenciar as suas vantagens e permitir futuras melhorias a essas ferramentas.

## 8. Referências Bibliográficas

- Aguilar-Ruiz, J. S.; Ramos, I.; Riquelme, J. C. & Toro, M. (2001). 'An evolutionary approach to estimating software development projects', *Information and Software Technology* 43(14), 875-882.
- Allouche, E. N.; Ariaratnam, S. T. & MacLeod, C. W. (2003). 'Software for Planning and Cost Control in Directional Drilling Projects', *Journal of Construction Engineering and Management* 129(4), 446-453.
- Antill, J. M. & Woodhead, R. (1990). *Critical path methods in construction practices*, Wiley ed.
- Bowden, S.; Dorr, A.; Thorpe, T. & Anumba, C. (2006). 'Mobile ICT support for construction process improvement', *Automation in Construction* 15(5), 664-676.
- Carr, R. I. (1993). 'Cost, Schedule, and Time Variances and Integration', *Journal of Construction Engineering and Management* 119(2), 245-265.
- Chaneski, W. (1997). 'Computer-aided Cost Estimating as a Competitive Advantage', *Modern Machine Shop*, February 1.
- Choon, T. T. & Ali, K. N. (2008). 'A Review of Potential Areas of Construction Cost Estimating and Identification of Research Gaps', *Jurnal Alam Bina* 11, N 2, 61 - 72.
- Chua, D. K. H.; Kog, Y. C. & Loh, P. K. (2001). 'A model for Construction Project Budget and Schedule Performances using Fuzzy Data', *Civil Engineering and Environmental Systems* 18(4), 303-329.

- Dillon, W., Madden, T. & Firtle, N. (1994). '*Marketing Research in a Marketing Environment*', 3rd Ed., Irwin, Burr Ridge, Ill.
- Hegazy, T. (1999). 'Optimization of Resource Allocation and Leveling Using Genetic Algorithms', *Journal of Construction Engineering and Management* 125(3), 167-175.
- Hicks, J. C. (1992). 'Heavy Construction Estimates, with and without Computers', *Journal of Construction Engineering and Management* 118(3), 545-560.
- Hwang, S. (2009). 'Dynamic Regression Models for Prediction of Construction Costs', *Journal of Construction Engineering and Management* 135(5), 360-367.
- Kaliba, C.; Muya, M. & Mumba, K. (2008). 'Cost escalation and schedule delays in road construction projects in Zambia', *International Journal of Project Management*, In Press, Corrected Proof.
- Karshenas, S. (2005). 'Cost Estimating in the Age of 3-D CAD Software and Object Databases', in Iris D. Tommelein, ed., ASCE, 120-120.
- Kiziltas, S. & Akinci, B. (2009). 'Contextual Information Requirements of Cost Estimators from Past Construction Projects', *Journal of Construction Engineering and Management* 135(9), 841-852.
- Latham, M. (1994). '*Constructing the team: Joint review of procurement and contractual arrangements in the UK construction industry.*' UK: Department of the Environment
- Lederer, A. L. & Prasad, J. (2000). 'Software management and cost estimating error', *Journal of Systems and Software* 50(1), 33-42.

- Liberatore, M. J.; Pollack-Johnson, B. & Smith, C. A. (2001). 'Project Management in Construction: Software Use and Research Directions', *Journal of Construction Engineering and Management* 127(2), 101-107.
- Liu, L. & Zhu, K. (2007). 'Improving Cost Estimates of Construction Projects Using Phased Cost Factors', *Journal of Construction Engineering and Management* 133(1), 91-95.
- Love, P. E.; Irani, Z.; Ghoneim, A. & Themistocleous, M. (2006). 'An exploratory study of indirect ICT costs using the structured case method', *International Journal of Information Management* 26(2), 167-177.
- Lowe, D. J.; Emsley, M. W. & Harding, A. (2006). 'Predicting Construction Cost Using Multiple Regression Techniques', *Journal of Construction Engineering and Management* 132(7), 750-758.
- O'Brien, W. J. & Fischer, M. A. (2000). 'Importance of Capacity Constraints to Construction Cost and Schedule', *Journal of Construction Engineering and Management* 126(5), 366-373.
- Ostwald, P. (1984). *'Engineering cost estimating'*, Prentice Hall ed.
- Stamelos, I.; Angelis, L.; Morisio, M.; Sakellaris, E. & Bleris, G. L. (2003). 'Estimating the development cost of custom software', *Information & Management* 40(8), 729-741.
- Staub-French, S.; Fischer, M.; Kunz, J. & Paulson, B. (2003a). 'A generic feature-driven activity-based cost estimation process', *Advanced Engineering Informatics* 17(1), 23-39.
- Staub-French, S.; Fischer, M.; Kunz, J. & Paulson, B. (2003b). 'An Ontology for Relating Features with Activities to Calculate Costs', *Journal of Computing in Civil Engineering* 17(4), 243-254.

- Stoy, C.; Pollalis, S. & Schalcher, H. R. (2008). 'Drivers for Cost Estimating in Early Design: Case Study of Residential Construction', *Journal of Construction Engineering and Management* 134(1), 32-39.
- Stoy, C. & Schalcher, H. R. (2007). 'Residential Building Projects: Building Cost Indicators and Drivers', *Journal of Construction Engineering and Management* 133(2), 139-145.
- Thomas, H. R. & Ralph D. Ellis, J. (2007). 'Contractor Prebid Planning Principles', *Journal of Construction Engineering and Management* 133(8), 542-552.
- Wilmot, C. G. & Cheng, G. (2003). 'Estimating Future Highway Construction Costs', *Journal of Construction Engineering and Management* 129(3), 272-279.
- Yang, Y. C.; Park, C. J.; Kim, J. H. & Kim, J. J. (2007). 'Management of Daily Progress in a Construction Project of Multiple Apartment Buildings', *Journal of Construction Engineering and Management* 133(3), 242-253.