

APLICAÇÃO DA ANÁLISE FATORIAL NA IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES DE CUSTOS DA QUALIDADE DAS EMPRESAS DO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL DE CAMPINA GRANDE, PB

JOSÉ RIBAMAR MARQUES DE CARVALHO

Universidade Federal de Campina Grande
profribamar@gmail.com

JANAYNA RODRIGUES DE MORAIS LUZ

Universidade Federal da Paraíba
janarodrigluz@ig.com.br

PAULO ROBERTO NÓBREGA CAVALCANTE

Universidade Federal da Paraíba
prncavalcante@ccsa.ufpb.br

APLICAÇÃO DA ANÁLISE FATORIAL NA IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES DE CUSTOS DA QUALIDADE DAS EMPRESAS DO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL DE CAMPINA GRANDE, PB

1 INTRODUÇÃO

A discussão em torno do tema qualidade e, portanto, de estratégias empresariais voltadas para a obtenção de vantagem competitiva associada à qualidade, fica apropriada para qualquer tipo de organização, independentemente do produto ou serviço oferecido, o que implica em admitir que as empresas de construção civil não fogem à regra, considerando que essas empresas são impactadas pelas mudanças verificadas no contexto global. Os gestores precisam tomar decisões que possam assegurar a continuidade da organização.

No âmbito da atividade de construção civil, um problema relevante é o fato de a cadeia produtiva ser bastante complexa e heterogênea, com grande diversidade de agentes intervenientes e de produtos parciais gerados ao longo do processo de produção, os quais incorporam diferentes níveis de qualidade que afetarão a qualidade do produto final. (SOUZA et al., 2004)

A mesma autora ainda enfatiza que a construção civil tem características próprias que dificultam a utilização prática das teorias modernas da qualidade, devido à complexidade do seu processo de produção. Na realidade interna das empresas e dos seus canteiros de obras, o combate ao desperdício pode ser considerado como um dos principais indicadores dos custos da não qualidade para as empresas do setor.

Robles Junior (1996) afirma que a eliminação de desperdício está intimamente associada à questão da qualidade. Através da redução desses gastos, a empresa pode gerar recursos para alavancar seu sistema de melhoria da qualidade; evidentemente, o retorno do investimento em qualidade dar-se-ia, primeiramente, pela redução de desperdícios; depois, quando o sistema entrar em regime, os benefícios da qualidade suplantariam por ampla margem de investimento.

Pesquisa realizada por Morgan e Ramos (2008) concluiu pela necessidade da ampliação dos estudos relacionados com a qualidade, especialmente no setor da construção civil. Detectou-se que fazer a mensuração do custo da qualidade é vantajoso para as empresas, e foi verificado que as perdas financeiras são ocasionadas pela má qualidade, além da necessidade de se determinar métodos de custeio mais apropriados para a mensuração do custo da qualidade.

O desenvolvimento da atividade de construção civil depende de distintos fatores, como o econômico e o social, entre outros. Nada obstante, em qualquer ambiente no qual a atividade seja desenvolvida, a questão da qualidade estará presente e os gestores precisam dedicar atenção a ela.

No Brasil o setor encontra-se aquecido, motivado de modo particular pelo Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), além das obras para a Copa do Mundo de 2014 e das Olimpíadas de 2016. De acordo com Almeida (2011), o setor de construção civil funciona como uma mola propulsora para o desenvolvimento do país, uma vez que ele impacta fortemente toda a economia: sua contribuição para a formação do produto nacional e dos investimentos (participa com 5,3% do PIB e com 37,8% da formação bruta de capital fixo) e relevante papel social (grande empregadora de mão de obra, principalmente a de pouca qualificação).

Na Paraíba, de acordo com a Federação das Indústrias do Estado da Paraíba (FIEP), o setor da construção civil se destaca como uma das principais atividades responsáveis pelo surgimento de inúmeras oportunidades de emprego, com estimativa de crescimento de 30% ao ano. Na cidade de Campina Grande – PB, o setor cresceu, em 2010, mais de 30%, em

comparação ao período anterior (2009). São mais de 80 edifícios com mais de oito andares sendo construídos e vários investimentos em condomínios de luxo que estão atingindo a zona rural. (GONÇALVES, 2010)

Os dados evidenciam a relevância econômica, social da atividade para a cidade. Nada obstante, Rios, Lucena e Oliveira (2007) destacam que os maiores problemas enfrentados pela atividade em Campina Grande – PB são os resíduos de materiais que a atividade acumula. A geração de resíduos da construção civil é, na maioria das vezes, devido à falta de planejamento de obra, execução de serviços de forma ineficiente, alteração do projeto arquitetônico e pelo mau gerenciamento dos recursos, gerando, assim, altas taxas de desperdícios e impacto ambiental, o que se constitui em problemas relacionados com a qualidade.

Com base na discussão antecedente e considerando a importância da temática, foi construído o seguinte questionamento: **Quais as variáveis relacionadas com os custos da qualidade mais significativas que devem ser levados em consideração no acompanhamento do resultado empresarial das organizações do setor de construção civil da cidade de Campina Grande – PB?**

Para tanto, objetivou a determinar quais os indicadores de custos da qualidade mais significativos, revelados pela Análise Fatorial, que devem ser levados em consideração no acompanhamento do resultado das empresas do setor de construção civil de Campina Grande, PB.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Indústria da Construção Civil no Brasil e na Paraíba

Empresa de construção civil é a unidade jurídica caracterizada por uma firma ou razão social que engloba o conjunto de atividades econômicas exercidas em uma ou mais unidades locais. As empresas são as unidades de decisão que assumem obrigações financeiras e estão à frente das transações de mercado. Sobre elas recai a obrigatoriedade dos registros contábeis, balanços etc., portanto, a empresa constitui a unidade adequada tanto para as análises do comportamento dos agentes econômicos como para a investigação estatística. (PAIC, 2006)

De acordo com dados obtidos do sítio da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2010), o Brasil apresentou crescimento do produto interno bruto (PIB) de 5,8% no primeiro trimestre de 2008 em relação a igual período de 2007. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE apud CBIC, 2010), entre os setores produtivos, destacou-se a indústria, com um crescimento no valor adicionado de 6,9%, seguida pelos serviços (5,0%) e pela agropecuária (2,4%). Na atividade industrial, o destaque foi à construção civil, com crescimento de 8,8%, a maior taxa desde o segundo trimestre de 2004 (10,6%).

Verifica-se que, na indústria da construção civil, o processo produtivo é complexo, os produtos são únicos, mão de obra da produção desqualificada, grande utilização de matéria-prima e uma longa cadeia produtiva. Na Paraíba, o setor de construção civil apresenta, também, um crescimento, através da implantação de atividades que atraem turistas de vários locais por meio dos potenciais imóveis e terrenos das cidades, propiciando, assim, o desenvolvimento da região e do estado, fazendo dessa atividade um novo campo a ser explorado (SINDUSCON-JP, 2010).

O município de Campina Grande – PB é considerado o segundo mais populoso do estado da Paraíba, possui, de acordo com o IBGE (2011), uma população estimada em 385.213 habitantes. Sua área territorial é de 594,179 km². Localizada a 120 km da capital do estado, João Pessoa, possui um dos principais polos industriais e tecnológicos da Região Nordeste do Brasil. Economicamente, a cidade de Campina Grande se destaca por possuir uma das maiores feiras abertas do Nordeste e quatro polos industriais: couro e calçado; têxtil e

vestuário; informática; e minerais não metálicos, com destaque para grandes empresas, tais como: Alpargatas, Bentonit, Cande, Silvana, Ipelsa, Celb, Refinações de Milho do Brasil, Ilcasa, Poligran, Empresa de Bebidas Caranguejo, Wentex, Americanflex, Coteminas, dentre outras. (CAMPINA GRANDE, 2010).

2.1 Estudos relacionados ao tema

Primeiramente foi realizado um levantamento dos trabalhos publicados nos anais do Congresso Brasileiro de Custos no período 2003 a 2010, do Congresso Brasileiro USP de 2001 a 2010 e do Encontro da ANPAD (EnANPAD) de 2004 a 2009 sobre assuntos relacionados ao tema custos da qualidade no setor de construção civil.

Nos anais do Congresso Brasileiro de Custos, que representa um dos eventos na área contábil que trata sobre a temática custo da qualidade, acerca do tema foram publicados 47 artigos no período 2003 a 2010 (atualizando os dados da pesquisa anterior realizada por Souza et al., 2004 período da pesquisa de 1997 a 2002), sendo que, acerca do custo da qualidade aplicado na construção civil, somente dois trabalhos foram encontrados (quadro 1). Isso significa a necessidade de estudo sobre custo da qualidade no setor de construção civil, uma vez que a utilização dos recursos é um grande desafio a ser enfrentado pelo setor.

Na pesquisa realizada nos anais do congresso brasileiro USP, período 2001 a 2010 (10 anos), foram encontrados somente três trabalhos sobre custos da qualidade e um deles aplicado no setor de construção civil.

Nenhum artigo foi encontrado sobre esta temática nos anais da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Ciências Contábeis (ANPCont, 2007 a 2010).

Um estudo realizado por Cardoso, Pereira e Guerreiro (2004) que trata da produção acadêmica em custos no âmbito do EnANPAD de 1998 a 2003, constitui em uma revisão de 170 artigos aceitos na temática contabilidade e controle gerencial, sendo 32 específicos de custos e somente 1 sobre custos da qualidade e ambiental. Assim atualizando esta pesquisa, de acordo com os anais do EnANPAD do período 2004 a 2009, somente um trabalho trata sobre custos da qualidade (Quadro 1).

Quadro 1. Trabalhos relacionados a custos da qualidade no setor de construção civil

Evento/período	Trabalhos relacionados a custos da qualidade no setor de construção civil
Congresso Brasileiro de Custos (período 2003 a 2010)	- Instrumento de controle de custos da qualidade em indústrias de pequeno porte (2006); - O custo da perda de blocos/tijolos e argamassa da alvenaria de vedação: estudo de caso na construção civil (2009).
EnANPAD (período 2004 a 2009)	Planejamento e Controle dos Custos da Qualidade: Uma Investigação da Prática Empresarial (2005).
ANPCont (período 2007 a 2010)	Nenhum trabalho

Fonte: levantamento realizado pelos autores

Expostos tais argumentos, entende-se, portanto, que os custos da qualidade é um tema relevante, com poucas pesquisas e que devem ser discutidos tanto no meio acadêmico como no meio empresarial. Acrescenta-se, ainda, que pode ser um elemento fundamental no gerenciamento dos recursos, possibilitando, também, uma melhoria nos processos e resultados estratégicos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a coleta de dados foi utilizado o questionário com questões com escala do tipo *Likert*, utilizando o grau de importância que contemplava a seguinte escala: Nunca; quase nunca; Às vezes; Quase sempre; Sempre e Não sei/recuso-me a responder. Serviram de base

para elaboração do questionário os estudos de Sá (2003), Collaziol (2006), Lemos (2007) e Machado et al. (2008).

Com base no cadastro da Federação das Indústrias do Estado da Paraíba (FIEP, 2010), o setor da construção civil em Campina Grande é formado por 95 empresas, no entanto, de acordo com Sinduscon – Campina Grande, destas empresas, 28 encontram-se inativas, o que resultou em uma população, para esta pesquisa, de 67 empresas. A coleta de dados realizou-se com aplicação de questionários respondidos por 41 empresas, que representam 61,19% do universo. É relevante destacar que, dos questionários aplicados, apenas 05 não foram presenciais (dois foram enviados por *e-mail* e três deixados nas empresas).

No tratamento estatístico aplicou as técnicas de estatística descritiva e da análise fatorial (AF), com o auxílio do *software* SPSS, versão 8.0, e seus resultados foram transportados para planilhas do Excel ou tabelas do Word (para formatação).

Para Bezerra (2007), a AF pode ser definida como uma técnica estatística que busca, através da avaliação de um conjunto de variáveis, a identificação de dimensões de variabilidade comuns existentes em um conjunto de fenômenos; o intuito é desvendar estruturas existentes em um conjunto de fenômenos; o intuito é desvendar estruturas existentes, mas não observáveis diretamente. Cada uma dessas dimensões de variabilidade comum recebe o nome de Fator.

Considera-se que a qualidade é uma variável latente, o que implica que não pode ser visualizada diretamente, mas sim por meio de fatores que servem para justificar a sua existência, sendo, neste estudo, os fatores representados pelos elementos de custos da qualidade. Entende-se, assim, que a AF se constitui em uma técnica adequada para, via análise dos elementos de custo, verificar as estratégias advindas das decisões dos gestores. Em outros termos, a opção pela técnica de AF teve por objetivo encontrar significâncias relacionadas com as decisões pertinentes aos custos da qualidade de prevenção e avaliação; e com as estratégias e as decisões e os custos da qualidade de falhas internas e externas.

Assim, o objetivo da AF, segundo Carvalho e Tomaz (2010), é substituir um conjunto inicial de variáveis por outro de menor número, denominado de fatores, de modo a identificar os fatores latentes nas variáveis em estudo (identificar a interdependência entre elas) com intuito de obter interpretações mais compreensíveis a partir das opiniões (números de entrevistados) x assertivas.

Para aplicação da AF foram verificados alguns critérios: 1. Consistência interna das questões por meio do coeficiente alfa de *Cronbach*, visando avaliar a qualidade (consistência interna) do questionário – valores ideais próximos de 1, sendo aceitável até 0,6 para pesquisas exploratórias; 2. Teste de esfericidade de *Bartlett* – testa a hipótese de que a matriz de correlação é uma matriz identidade; 3. Teste estatístico KMO (*Kaiser-Meyer-Okin*) – Medida de adequação da amostra que permite avaliar quão adequada é aplicação da AF. Os valores para indicar a adequação compreendem entre 0,5 a 1,0. Permite realizar uma análise do poder de explicação dos fatores em relação a cada variável. Em uma análise na diagonal principal o MSA deve ser superior a 0,50 para cada uma das variáveis analisadas; 4. O teste de significância (Sig.) não ultrapasse de 0,05. Se atingir 0,10, a AF é desaconselhável.

Utilizou a análise fatorial exploratória (AFE), uma vez que não exigiu do pesquisador o conhecimento prévio da relação de dependência entre as variáveis, posto que não tinha certeza de que as variáveis possuíam uma estrutura de relacionamento, e muito menos se essa estrutura poderia ser interpretada de forma coerente. (BEZERRA, 2007).

Assim, primeiramente foi dividido a AF em dois grupos:

1. Análise fatorial 1 – Aborda sobre os custos da qualidade de avaliação e prevenção que são denominados de acordo com a literatura de custos de controle;
2. Análise fatorial 2 – Trata sobre os custos da qualidade de falhas internas e externas que são definidos como os custos do não controle.

Para tanto, inicialmente foi rotacionada a análise fatorial das variáveis aos elementos de custos da qualidade de prevenção AF2 (12 variáveis) e avaliação (10 variáveis), totalizando um número 902 observações (22 variáveis *versus* 41 opiniões). Por fim, foi aplicada a AF3 com as variáveis dos elementos relacionados aos custos da qualidade das falhas internas (10 variáveis) e externas (5 variáveis), perfazendo um total de 615 observações (15 *versus* 41 opiniões dos gestores).

Como as variáveis utilizadas na AF são qualitativas, o motivo da rotação fatorial se justifica conforme Hair *et al.* (2005) onde descrevem que as variáveis para AF **geralmente** são consideradas como medidas métricas (grifo nosso), ou seja, está implícito que pode utilizar variáveis não métricas (qualitativas). Dito isso, procurou-se estudos que pudessem embasar esse entendimento que utilizaram AF com variáveis qualitativas: Silva *et al.* (2007), Soares *et al.* (2005) e Mendonça e Guerra (2007).

Hair *et al.* (2005) argumentam que, quando se utiliza a análise fatorial, espera-se que o número de casos ou observações seja, no mínimo, cinco vezes o número de variáveis sob análise, considerando-se que o mais aceitável seja uma relação de 10 vezes o número de variáveis.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Análise fatorial 1: variáveis relacionadas aos elementos de custos da qualidade de avaliação e prevenção

A consistência interna das variáveis relacionadas aos elementos de custos da qualidade de avaliação (CQA) e prevenção (CQP) ficou em torno de $\alpha = 0,915$, denotando que as variáveis também apresentaram boa consistência interna (tabela 1).

<i>Cronbach's Alpha</i>	Nº de variáveis
0,915	22

Fonte: Pesquisa de campo, 2011.

Verifica-se que KMO da AF = 0,737, observando-se os valores entre 0,5 e 1,0 para a matriz ou para uma variável individual que possam indicar tal adequação (ver tabela 2):

<i>Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy</i>		,737
<i>Bartlett's Test of Sphericity</i>	<i>Approx. Chi-Square</i>	571,861
	<i>df</i>	231,000
	<i>Sig.</i>	,000

Fonte: Pesquisa de campo, 2011.

A análise da tabela 3 de anti-imagem demonstra que 22,73% das variáveis apresentaram coeficiente acima de 0,80 (CQP4, CQP6, CQP8, CQP9 e CQP12), 36,36% apresentaram coeficiente acima de 0,70 (CQP1, CQP5, CQP10, CQP11, CQA2, CQA3, CQA5, CQA10) e 40,91% apresentaram coeficiente acima 0,60 (CQP2, CQP3, CQP7, CQA1, CQA4, CQA6, CQA7, CQA8 e CQA9), demonstrando um razoável poder de explicação das relações da AF.

Tabela 3 – Matriz anti-imagem

	CQP1	CQP2	CQP3	CQP4	CQP5	CQP6	CQP7	CQP8	CQP9	CQP10	CQP11	CQP12	CQA1	CQA2	CQA3	CQA4	CQA5	CQA6	CQA7	CQA8	CQA9	CQA10
CQP1	.760	-.419	.113	.320	-.197	.093	.104	-.085	-.006	-.154	.070	-.201	-.221	-.094	-.054	.072	.337	-.158	.040	-.056	.053	-.365
CQP2	-.419	.646	-.651	-.253	.256	-.320	.146	-.198	.172	.030	-.039	-.006	.358	-.181	.046	-.020	-.121	.020	-.054	.103	-.309	.450
CQP3	.113	-.651	.631	.043	.006	-.109	-.411	.073	-.241	.275	.217	-.031	-.446	.013	-.314	.232	.300	.194	-.064	-.375	.346	-.050
CQP4	.320	-.253	.043	.835	-.523	.146	-.145	-.141	.030	.038	-.170	-.020	-.050	-.017	-.084	-.204	.096	-.084	-.128	-.060	.268	-.320
CQP5	-.197	.256	.006	-.523	.740	-.413	-.072	-.052	.140	.104	.236	-.166	-.104	.116	-.160	.091	-.059	.053	.161	-.186	-.329	.271
CQP6	.093	-.320	-.109	.146	-.413	.811	.037	.057	.011	-.127	-.164	-.170	.176	.129	.213	-.299	-.045	-.133	.023	.168	-.024	-.525
CQP7	.104	.146	-.411	-.145	-.072	.037	.600	-.323	.144	-.330	-.266	-.072	.008	.269	.236	.137	-.238	-.460	.415	.525	-.482	-.005
CQP8	-.085	-.198	.073	-.141	-.052	.057	-.323	.885	-.318	-.074	-.021	.133	-.002	-.068	.082	-.093	.163	.132	-.264	.080	.173	-.198
CQP9	-.006	.172	-.241	.030	.140	.011	.144	-.318	.838	-.358	-.039	-.206	-.123	.261	.011	-.246	-.227	.103	-.035	-.168	-.289	.062
CQP10	-.154	.030	.275	.038	.104	-.127	-.330	-.074	-.358	.771	.093	-.277	.013	-.280	-.212	.009	.192	.197	-.082	-.298	.169	.171
CQP11	.070	-.039	.217	-.170	.236	-.164	-.266	-.021	-.039	.093	.790	-.216	-.474	.017	-.319	.071	.132	.299	-.162	-.200	.076	.037
CQP12	-.201	-.006	-.031	-.020	-.166	-.170	-.072	.133	-.206	-.277	-.216	.881	.083	-.071	.001	.129	-.204	.058	.006	.053	.301	-.054
CQA1	-.221	.358	-.446	-.050	-.104	.176	.008	-.002	-.123	.013	-.474	.083	.689	-.412	.431	-.342	-.231	.003	-.058	.241	.004	.032
CQA2	-.094	-.181	.013	-.017	.116	.129	-.269	-.068	.261	-.280	.017	-.071	-.412	.755	-.322	-.038	-.308	-.183	.278	.132	-.260	-.104
CQA3	-.054	.046	-.314	-.084	-.160	.213	.236	.082	.011	-.212	-.319	.001	.431	-.322	.721	-.251	-.191	-.035	-.114	.333	-.117	-.049
CQA4	.072	-.020	.232	-.204	.091	-.299	.137	-.093	-.246	.009	.071	.129	-.342	-.038	-.251	.632	.118	-.410	.466	-.185	-.004	.205
CQA5	.337	-.121	.300	.096	-.059	-.045	-.238	.163	-.227	.192	.132	-.204	-.231	-.308	-.191	.118	.750	.016	-.373	-.239	.019	.080
CQA6	-.158	.020	.194	-.084	.053	-.133	-.460	.132	.103	.197	.299	.058	.003	-.183	-.035	-.410	.016	.651	-.751	-.248	.239	.040
CQA7	.040	-.054	-.064	-.128	.161	.023	.415	-.264	-.035	-.082	-.162	.006	-.058	.278	-.114	.466	-.373	-.751	.648	.071	-.251	-.039
CQA8	-.056	.103	-.375	-.060	-.186	.168	.525	.080	-.168	-.298	-.200	.053	.241	.132	.333	-.185	-.239	-.248	.071	.654	-.322	-.169
CQA9	.053	-.309	.346	.268	-.329	-.024	-.482	.173	-.289	.169	.076	.301	.004	-.260	-.117	-.004	.019	.239	-.251	-.322	.691	-.274
CQA10	-.365	.450	-.050	-.320	.271	-.525	-.005	-.198	.062	.171	.037	-.054	.032	-.104	-.049	.205	.080	.040	-.039	-.169	-.274	.743

Fonte: Pesquisa de campo, 2011.

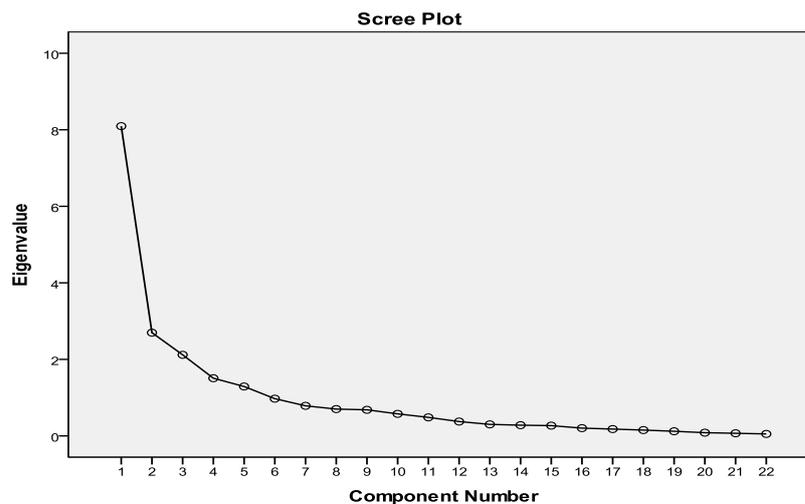


Gráfico 1 – Gráfico scree plot (análise fatorial 1)

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

A quantidade de fatores escolhidos no estudo é respaldada pelo gráfico 1, no caso, 4 fatores. Observa-se que, a partir do quinto ponto, os fatores assumem um baixo poder de explicação em relação à variância total dos dados, com valores ou percentuais praticamente idênticos.

Os quatro fatores adotados no modelo, explicam 65,54% da variância total. Mesmo algumas variáveis apresentando valores abaixo de 0,50, como é o caso de CQA4 e CQA8 (observem-se as comunalidades com valores 0,455 e 0,448), evidenciando quanto da variância os fatores conseguem extrair. Dessa forma, os dados da pesquisa mostram a variância dos dados em torno dos fatores (tabela 4).

Tabela 4 – Variância total explicada (4 fatores)

Fatores	Total	% da variância	% acumulado
1	8,095	36,795	36,795
2	2,697	12,261	49,056
3	2,119	9,631	58,687
4	1,508	6,853	65,540
5	1,292	5,871	71,411
6	,973	4,424	75,835
7	,786	3,574	79,409
8	,701	3,187	82,596
9	,682	3,099	85,695
10	,576	2,619	88,314
11	,484	2,202	90,516
12	,375	1,706	92,222
13	,301	1,370	93,592
14	,280	1,275	94,866
15	,269	1,221	96,088
16	,203	,924	97,012
17	,179	,813	97,825
18	,153	,693	98,519
19	,121	,551	99,070
20	,084	,384	99,453
21	,069	,311	99,765
22	,052	,235	100,000

Fonte: Pesquisa de campo, 2011.

Nota: Extração pelo método dos componentes principais.

As comunalidades apresentaram valores insuficientes em apenas duas variáveis de acordo com a tabela 5 (CQA4 e CQA8).

Tabela 5 – Comunalidades

Variável	Inicial	Extração
CQP1	1,000	,614
CQP2	1,000	,831
CQP3	1,000	,723
CQP4	1,000	,691
CQP5	1,000	,655
CQP6	1,000	,763
CQP7	1,000	,596
CQP8	1,000	,643
CQP9	1,000	,645
CQP10	1,000	,611
CQP11	1,000	,642
CQP12	1,000	,610
CQA1	1,000	,695
CQA2	1,000	,695
CQA3	1,000	,613
CQA4	1,000	,455
CQA5	1,000	,761
CQA6	1,000	,765
CQA7	1,000	,796
CQA8	1,000	,448
CQA9	1,000	,568
CQA10	1,000	,599

Fonte: Pesquisa de campo, 2011.

Tabela 7– Matriz rotacionada relacionadas aos custos de prevenção e avaliação

Variáveis relacionadas aos custos de prevenção e avaliação		Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4
CQA1	Realiza testes de inspeção de matérias-primas.....	,814			
CQP11	Consulta o manual de qualidade e de procedimentos operacionais.....	,743			
CQP10	Divulga dados sobre qualidade.....	,724			
CQP9	Coleta dados sobre qualidade.....	,692			
CQA2	Realiza inspeção do produto acabado.....	,624			
CQP12	É efetuada a auditoria interna da qualidade.....	,592			
CQA4	Coleta amostras dos produtos ou material usado em testes e inspeção.....	,577			
CQP5	Possui programas de treinamento da qualidade para mão de obra indireta (exemplo: engenheiro de produção).....	.....	,771		
CQP6	A empresa gasta com avaliação da capacidade dos fornecedores em atender os requisitos de qualidade.....	.....	,753		
CQP7	Revisão de dados técnicos para aquisição de materiais.....	.....	,696		
CQP4	Possui programas de treinamento da qualidade para mão de obra direta (exemplo: pedreiro, mestre de obra).....	.....	,680		
CQA10	Custos para preparar e elaborar relatórios de qualidade (custos de informação).....	.....	,662		
CQP8	Implanta os círculos da qualidade (custos para identificar problemas da qualidade).....	.....	,574		
CQA7	Realiza manutenção de equipamentos.....	.....		,876	
CQA6	Realiza depreciação de equipamentos de testes.....	.....		,840	
CQA5	Realiza manutenção e calibração dos instrumentos de medidas.....	.....		,806	
CQA8	Realiza testes de qualificação dos produtos dos fornecedores.....	.....		,602	
CQA9	Realiza testes de avaliação do desempenho do produto no cliente.....	.....		,593	
CQA3	Realiza inspeção do produto acabado.....	.....		,500	
CQP2	A empresa gasta com qualidade na engenharia operacional.....	.....	.....		,870
CQP3	A empresa gasta com a engenharia da qualidade.....	.....	.....		,745
CQP1	A empresa gasta com qualidade na engenharia do projeto.....	.....	.....		,719

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.
Nota: Extração pelo método Varimax.

A partir do agrupamento das variáveis (elementos de custos da prevenção e avaliação) da tabela 7, é possível inferir e reconhecer que as interpretações dos fatores obtidos estão relacionadas à seguinte nomenclatura com respectivas características:

Fator 1 – Testes e inspeção de matéria-prima/produtos em andamento e dados sobre qualidade = É possível afirmar que há uma forte concentração de respostas relacionadas a testes e inspeção de matéria-prima e produtos em andamentos (custos de avaliação), como também na coleta e divulgação dos dados dos custos da qualidade (custos de prevenção). Ou seja, existe uma grande preocupação dos gestores em avaliar a matéria-prima antes de ingressar na produção (os fornecedores geralmente possuem algum nível de certificação de qualidade), como também do produto em andamento. Quanto à coleta de amostras, essa ação é executada pela UFCG, por meio do laboratório de qualidade da própria universidade, conforme exposto na análise descritiva dos dados. Importante destacar que, a coleta e divulgação dos dados da qualidade, mesmo concentrada no fator 1, os gestores precisam medir esforços no intuito de desenvolver ações em busca da melhoria da qualidade, uma vez que a mensuração dos custos da qualidade são práticas de custos pouco adotadas pelo setor.

Fator 2 – Programas de treinamento, avaliação dos fornecedores, relatórios dos custos da qualidade e círculos da qualidade = Essas variáveis do fator 2 permitem identificar uma preocupação dos gestores com programas de treinamento de mão de obra indireta (os engenheiros civis participam de feiras e eventos, tanto no âmbito nacional como internacional, onde são discutidos o que há de mais atual no setor de construção civil) e da mão de obra direta (por meio dos serviços de treinamento e capacitação oferecidos pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI).

Quanto à avaliação dos fornecedores para atender os requisitos de qualidade, essa ação é executada por meio dos requisitos de conformidade dos materiais já existente nas empresas que fornecem os materiais de produção, através de selos de garantia de qualidade. Já as variáveis relacionadas a relatórios dos custos da qualidade e círculos da qualidade, mesmo mantendo uma concentração de respostas no fator 2, possuem índice mais baixo do que os demais. Isso pode ser explicado uma vez que a mensuração dos custos da qualidade, como os círculos da qualidade (reuniões periódicas de grupos de funcionários para discutir problemas relacionados à qualidade, custos, produtividade no chão de fábrica) são práticas pouco adotadas e as empresas precisam concentrar esforços para discutir estratégias na tentativa de desenvolver ações relacionadas ao processo de gestão da qualidade.

Fator 3 – Manutenção, depreciação, calibração de equipamentos e instrumentos de testes e medidas = As variáveis demonstradas nesse fator por meio da AF evidenciam a prática quanto à manutenção, depreciação, calibração de equipamentos e instrumentos de testes e de medidas. É notório que essas ações estão diretamente relacionadas ao processo de medição e verificação da conformidade da obra com o projeto da construção. É importante destacar que as variáveis CQA8, CQA9 e CQA3 não são tão representativas quanto as CQA7, CQA6 e CQA5. Os testes dos produtos dos fornecedores (CQA8), testes do produto do cliente (CQA9), são ações pouco evidenciadas, uma vez que as empresas não dispõem do próprio departamento de qualidade para a realização desses procedimentos. Quanto à inspeção do produto acabado (CQA3), na maioria das vezes é realizada por meio de uma vistoria (mestre de obra ou mesmo pelo próprio gestor) sem qualquer coleta de dados da conformidade ou não do produto. Pode-se inferir que a inspeção não é realizada com rigor, dentro dos padrões exigidos pelos programas de qualidade, uma vez que a maioria das organizações não dispõe desses métodos e poucas ferramentas de qualidade são adotadas pelas empresas investigadas.

Fator 4 – Engenharia da qualidade operacional, engenharia da qualidade e engenharia da qualidade do projeto = O fator 4 possui menor representatividade em relação à variância total e está relacionado às engenharias da qualidade. É possível afirmar que essas engenharias estão diretamente associadas às tecnologias avançadas de produção, e que a participação é muito tímida em relação à utilização dessas tecnologias. Percebe-se que o *Kaban/Kaisen* (melhoria contínua), seis sigmas, ainda são ferramentas de qualidade pouco executadas pelo setor de construção civil.

4.2 Análise fatorial 2: variáveis relacionadas aos elementos de custos da qualidade das falhas internas e externas

A consistência interna das variáveis relacionadas aos elementos de custos da qualidade de avaliação e prevenção ficou em torno de $\alpha = 0,916$, denotando que as variáveis também apresentaram boa consistência interna (tabela 8).

Tabela 8 – Aplicação do alfa de Cronbach	
Cronbach's Alpha	Nº de variáveis
0,915	15

Fonte: Pesquisa de campo, 2011.

Observa-se que KMO da AF = 0,691, observando-se os valores entre 0,5 e 1,0 para a matriz ou para uma variável individual que possam indicar tal adequação (ver tabela 9).

Tabela 9 – Teste KMO e teste de Bartlett

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy		,691
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	439,459
	df	105
	Sig.	,000

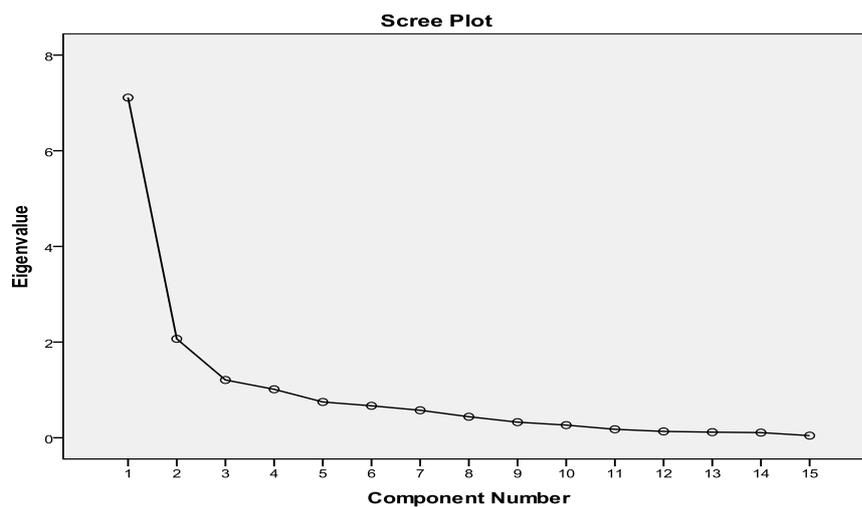
Fonte: Pesquisa de campo, 2011.

A análise da tabela 10 de anti-imagem demonstra que 20% das variáveis apresentaram coeficiente acima de 0,80 (CQFI6, CQFI3 e CQFE4), 26,67% apresentaram coeficiente acima de 0,70 (CQFI4, CQFI9, CQFE5, CQFI10) e 33,33% apresentaram coeficiente acima 0,60 (CQFE1, CQFE2, CQFI8, CQFI7 e CQFI1, e 20% apresentaram coeficiente acima 0,50 (CQFI5, CQFI2 e CQFE3), apresentando um razoável poder de explicação das relações da AF. A quantidade de fatores escolhidos no estudo é respaldada pelo gráfico 2, no caso 4 fatores. Observa-se que a partir do quinto ponto os fatores assumem um baixo poder de explicação em relação à variância total dos dados, com valores ou percentuais praticamente idênticos.

Tabela 10 – Matriz anti-imagem

	CQFI1	CQFI2	CQFI3	CQFI4	CQFI5	CQFI6	CQFI7	CQFI8	CQFI9	CQFI10	CQFE1	CQFE2	CQFE3	CQFE4	CQFE5
CQFI1	,608	-,709	-,544	-,265	-,403	,175	,206	-,351	,257	,282	,528	-,238	,523	-,038	-,306
CQFI2	-,709	,575	,352	,068	,458	-,149	-,417	,481	-,415	-,379	-,607	,308	-,471	,100	,146
CQFI3	-,544	,352	,822	-,031	,263	-,062	-,025	-,107	-,012	-,355	-,249	-,004	-,245	,065	-,027
CQFI4	-,265	,068	-,031	,796	,143	-,412	,100	,253	-,149	-,328	-,225	-,157	-,367	,049	,376
CQFI5	-,403	,458	,263	,143	,576	-,530	-,347	,358	-,181	-,353	-,349	,221	-,469	-,088	,338
CQFI6	,175	-,149	-,062	-,412	-,530	,830	-,075	-,236	-,094	-,007	,102	-,067	,454	-,120	-,279
CQFI7	,206	-,417	-,025	,100	-,347	-,075	,633	-,498	,306	,192	,358	-,388	,008	,194	-,173
CQFI8	-,351	,481	-,107	,253	,358	-,236	-,498	,667	-,682	-,306	-,429	,097	-,260	,105	,233
CQFI9	,257	-,415	-,012	-,149	-,181	-,094	,306	-,682	,778	,229	,185	-,102	,156	,040	-,194
CQFI10	,282	-,379	-,355	-,328	-,353	-,007	,192	-,306	,229	,700	,230	,314	,197	-,103	-,120
CQFE1	,528	-,607	-,249	-,225	-,349	,102	,358	-,429	,185	,230	,674	-,412	,441	-,104	-,311
CQFE2	-,238	,308	-,004	-,157	,221	-,067	-,388	,097	-,102	,314	-,412	,684	-,389	-,320	,290
CQFE3	,523	-,471	-,245	-,367	-,469	,454	,008	-,260	,156	,197	,441	-,389	,498	-,252	-,278
CQFE4	-,038	,100	,065	,049	-,088	-,120	,194	,105	,040	-,103	-,104	-,320	-,252	,813	-,606
CQFE5	-,306	,146	-,027	,376	,338	-,279	-,173	,233	-,194	-,120	-,311	,290	-,278	-,606	,705

Fonte: Pesquisa de campo, 2011.

**Gráfico 2 – Scree plot (análise fatorial 2)**

Fonte: Pesquisa de campo, 2011.

Os quatro fatores adotados no modelo explicam 76% da variância total. Dessa maneira, os dados da pesquisa mostram a variância dos dados em torno dos fatores (tabela 11).

Tabela 11 – Variância total explicada (4 fatores)

Fatores	Total	% da variância	% acumulado
1	7,11	47,41	47,41
2	2,07	13,79	61,19
3	1,21	8,05	69,25
4	1,01	6,75	76,00
5	,75	4,99	80,99
6	,67	4,45	85,44
7	,57	3,83	89,27
8	,44	2,93	92,20
9	,33	2,17	94,37
10	,26	1,76	96,14
11	,18	1,18	97,32
12	,13	,88	98,20
13	,12	,78	98,98
14	,11	,72	99,70
15	,04	,30	100,00

Fonte: Pesquisa de campo, 2011.

Nota: Extração pelo método dos componentes principais

As comunalidades não apresentaram valores baixos (inferiores a 0,50) conforme a tabela 12:

Tabela 12 – Comunalidades

Variáveis	Inicial	Extração
CQFI1	1,000	,691
CQFI2	1,000	,608
CQFI3	1,000	,682
CQFI4	1,000	,645
CQFI5	1,000	,853
CQFI6	1,000	,811
CQFI7	1,000	,726
CQFI8	1,000	,851
CQFI9	1,000	,745
CQFI10	1,000	,813
CQFE1	1,000	,678
CQFE2	1,000	,828
CQFE3	1,000	,760
CQFE4	1,000	,891
CQFE5	1,000	,819

Fonte: Pesquisa de campo, 2011.

Pelo método Varimax, as variáveis podem ser visualizadas em cada fator. Observa-se que 7 variáveis ficaram localizadas no fator 1, 3 variáveis no fator 2 e no fator 3 e finalmente 2 no fator 4.

Tabela 13 – Matriz rotacionada dos custos da qualidade: falhas internas e externas

Variáveis relacionadas as falhas		Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4
CQFI1	Custos de ações corretivas.....	,793			
CQFI3	Custos das sucatas.....	,769			
CQFI8	Perdas por parada de unidade ou atrasos de produção devido às falhas operacionais.....	,765			
CQFI9	Perdas por parada de unidade ou atrasos de produção devido às falhas de equipamentos ou instrumentos de medida.....	,765			
CQFI2	Custos dos retrabalhos e refugos.....	,706			
CQFI6	Disposição de material com defeitos na produção.....	,631			
CQFE1	Custos para lidar com reclamações de clientes e devolução de produto.....	,602			
CQFE4	Pagamento de indenizações aos clientes devidos a problemas de qualidade.....	.....	,897		
CQFE5	Pagamento de multas ou penalidades decorrentes a danos ambientais.....	.....	,759		
CQFE3	Redução de vendas em função de problemas de qualidade.....	.....	,708		
CQFI5	Custos de inspeção do produto retrabalhado.....	.....		,858	
CQFI10	Ações corretivas para evitar reincidência de problemas de qualidade e de produto e serviço.....	.....		,623	
CQFI4	custos de mão de obra adicionais devido ao retrabalho.....	.....		,590	
CQFI7	Custo financeiro do estoque adicional decorrente do produto não conforme.....	.....			,782
CQFE2	Custos para lidar com vendas perdidas em consequência de reputação da qualidade inferior (custos de <i>marketing</i> para minimizar danos, imagem e reputação da empresa).....	.....			,676

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Nota: Extração pelo método Varimax.

Considerando o agrupamento das variáveis (elementos de custos de falhas internas e falhas externas), é possível inferir e reconhecer que a interpretação dos fatores obtidos está relacionada às seguintes características (ver tabela 12):

Fator 1: Custos das perdas do processo produtivo e gastos com reclamações dos clientes

= Este fator é considerado o mais relevante já que corresponde por 47,41% da variância total dos dados relacionados aos custos das falhas (internas e externas). Percebe-se que os gestores apontam com base nos custos da qualidade de falhas internas identificando nesse fator (CQFI1, CQFI3, CQFI8, CQFI9, CQFI2 e CQFI6; e somente um item de Custos Qualidade de Falhas Externas – CQFE1). Verifica-se que essas variáveis estão relacionadas com desperdícios no fim do processo e há uma grande preocupação por parte dos gestores em combater essas perdas.

Fator 2: Pagamento de indenizações, multas ambientais e vendas perdidas por falta de qualidade

= As variáveis concentradas nesse fator apontam que a maioria dos gestores quase nunca ou às vezes realizam a devolução do produto ou reincidem sobre a empresa multas ambientais. Os baixos índices de devolução estão relacionados à própria característica do produto por ser único.

Fator 3: Custos de inspeção, ações corretivas e retrabalho (falhas internas)

= Neste fator concentraram-se as variáveis que têm uma relação com avaliação do produto acabado e com medidas para corrigir as possíveis falhas detectadas quando esse produto está pronto. Percebe-se que a maioria dos gestores indica que essas ações quase nunca ou às vezes são realizadas pelas empresas. Acredita-se que essas falhas sejam decorrentes dos pontos críticos da qualidade, tais como o acabamento do produto e da qualidade da mão de obra.

Fator 4: Custos financeiros dos estoques e custos de marketing para lidar com vendas perdidas

= Este fator possui menor representatividade em relação à variância total e está relacionados com o custo financeiro do estoque adicional decorrente do produto não conforme

e aos gastos para lidar com vendas perdidas em consequência de reputação da qualidade inferior. Pode-se considerar que a atividade tem um baixo índice de devolução de produtos (caso muito raro que pode acontecer nessa atividade).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para atingir o objetivo deste estudo foi utilizada a técnica da análise fatorial, com a finalidade de apresentar as variáveis latentes relacionadas com os custos da qualidade no setor de construção civil da cidade de Campina Grande - PB. Os seguintes fatores ficaram evidentes:

Na análise fatorial 1 – relacionado aos testes, inspeção e dados sobre qualidade: pode-se inferir que existe grande preocupação dos gestores em avaliar a matéria-prima antes de ingressar na produção, no entanto poucos executam a coleta e divulgação dos dados da qualidade. Na análise fatorial 2 – custos das perdas do processo produtivo: essas variáveis estão relacionadas com desperdícios no fim do processo e existe uma grande preocupação dos gestores em combater essas perdas, por isso, desenvolvem ações voltadas para o uso dos recursos construtivos de maneira racionalizada.

Assim, pode-se concluir que os resultados aqui apresentados constituem uma importante fonte de informações acerca das práticas de um determinado grupo de gestores relacionados aos aspectos dos custos da qualidade, especificamente no segmento em estudo da cidade de Campina Grande, PB. Fornecem elementos que podem ser discutidos e avaliados por profissionais da área e, ainda apresenta, portanto, uma contribuição acadêmica – geração de fatores correlacionados ao assunto, que poderá ser utilizada e aperfeiçoada em outros estudos futuros.

A limitação deste trabalho encontra-se na realização da pesquisa somente nas empresas do setor de construção civil da cidade de Campina Grande – PB. Sugere-se ampliar a população incluindo outras cidades da Paraíba, tais como: João Pessoa, Sousa e Patos, uma vez que essas cidades também se destacam pelo crescimento do setor na região. Para novas pesquisas, têm-se as seguintes sugestões: Investigar possíveis melhorias da qualidade após utilização de alguma ferramenta/método/programa de qualidade; Analisar as razões que levam as indústrias do setor de construção civil de Campina Grande – PB a não mensurar os custos da qualidade.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, F. A.; Análise Fatorial. In: CORRAR, L. J.; PAULO, E.; DIAS FILHO, J. M. (Orgs.) **Análise multivariada para os cursos de administração, ciências contábeis e economia**. São Paulo: Atlas, 2007. cap. 3.

CAMPINA GRANDE. Prefeitura Municipal. **A cidade**. Disponível em: <<http://pmcgp.gov.br/cidade.htm>>. Acesso em 26 ago. 2010.

CARDOSO, R. L.; PEREIRA, C. A.; GUERREIRO, R. A produção acadêmica em custos no âmbito do EnANPAD: uma análise de 1998 a 2003. In: ENCONTRO NACIONAL DE PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 28., 2004, Curitiba. **Anais...**, Curitiba: ANPAD, 2004.

CARVALHO, José Ribamar Marques de; TOMAZ, Francilene Araújo Silva. Qualidade em serviços contábeis: um estudo nas empresas do setor de comércio varejista de material de construção. **Revista Alcance** (eletrônica), v. 18, n. 2, p. 91-103, abr./jun. 2010.

CBIC. Câmara Brasileira da Construção Civil. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br>>. Acesso em: 22 ago. 2010.

COLLAZIOL, Elisandra. **Custos da qualidade:** uma investigação da prática e percepção empresarial. 2006. 138 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo, 2006. Disponível em: <http://dominiopublico.mec.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=36845>. Acesso em: 12 ago. 2010.

FIEP. Federação das Indústrias do Estado da Paraíba: **Cadastro Industrial 2008 – Paraíba**. João Pessoa: Fiep, 2008. 1 CD-ROM.

GONÇALVES, Marcelo. Mercado da construção civil vive momento de plena ascensão. **Fiep**. Campina Grande, 2 set. 2010. Disponível em: <http://fiepb.com.br/noticias/2010/09/02/mercado_da_construcao_civil_vive_momento_de_plena_ascensao>. Acesso em: 30 nov. 2010.

HAIR, J. F. Jr.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. São Paulo: Bookman, 2005.

LEMOS, Luciano Lourenne. **A mensuração dos custos da qualidade nas empresas de construção civil do distrito federal certificadas no nível “A” do PBQP-H**. 2007. Monografia (Programa de graduação em Ciências Contábeis) – Universidade de Brasília. Brasília, UnB, 2007.

MACHADO, Esmael Almeida; CLEMENTE, Ademir; SANTOS, Ademilson Rodrigues dos; ARAUJO, Adriana Maria Procópio de. Estratégias e práticas de gestão de custos: investigação empírica na indústria da construção civil do estado do Paraná. CONGRESSO USP, 8., 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2008.

MEDEIROS, João Paulo. Construção civil deve gerar 5 mil vagas nos próximos 3 anos em CG. **Paraíba 1**, João Pessoa, 28 dez. 2010. Disponível em: <http://www.paraiba1.com.br/Noticia/53658_construcao-civil-deve-gerar-5-mil-vagas-nos-proximos-3-anos-em-cg.html>. Acesso em: 22 out. 2010.

MORGAN, Fátima Beatriz; RAMOS, Luciano Lourenne. **Mensuração dos custos da qualidade nas empresas de construção civil**. Paraná: UEM, v. 27, n. 3, p. 57-71, set./dez. 2008.

PAIC. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção**. v. 16. Brasília: IBGE, 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/paic/2006/paic2006.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2010.

RIOS, Fábio Remy de Assunção; LUCENA, Luciana de Figueirêdo Lopes; OLIVEIRA, Dejjane de Fátima. Conjuntura Atual da Gestão de Resíduos da Construção Civil em Campina Grande - PB. In: OLIVEIRA, Djane de Fátima; SOUZA, Antônio Augusto Pereira de; FARIAS, Givanildo Gonçalves de; SOUSA, Maria de Fátima N. de; JORDÃO, Mercília Tavares (Org.). **Sinal Verde: gestão ambiental na indústria, a experiência do Cegami**. Campina Grande: EDUEPB, 2007.

ROBLES JUNIOR, Antonio. **Custos da qualidade:** uma estratégia para a competição global. São Paulo: Atlas, 1996.

SÁ, Valéria Maria Ribeiro de. **Custo da qualidade nas indústrias de transformação de Pernambuco.** 2003. 109f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em engenharia de produção da Universidade Federal de Pernambuco. Recife, UFPE, 2003.

SILVA, Dirceu da; GARCIA, Mauro Neves; RINALDI, Hilda Maria da Rocha; PONTES, Cecília Carmem Cunha. Análise das possíveis diferenças entre contratantes e contratados em terceirização de serviços de software segundo a métrica de análise de ponto de função. **Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos.** p. 47-60. Janeiro/abril, 2007.

SINDUSCON-JP. Sindicato da Indústria da Construção Civil de João Pessoa. Informativo. Disponível em: <<http://www.sindusconjp.com.br/informativo/informativo.jsp>>. Acesso em: 22 mai. 2010.

SOUZA, Erika Xavier de; SILVA, Ana Paula Ferreira da; PINHO, Marcos Aurélio Benevides de; SÁ, Valéria Maria Ribeiro de. Características das publicações de custo qualidade e sua utilização por empresas brasileiras: evidências baseadas em artigos científicos. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA E PRODUÇÃO, 11., 2004, Bauru, SP. **Anais...** Bauru: SIMPEP, 2004.