



# ConBRepro

XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



## ESG nas Engenharias

30 a 02  
de dezembro 2022

### APLICAÇÃO DO TQC PARA VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DOS COMBUSTÍVEIS EM UMA INDÚSTRIA CIMENTEIRA

**Glaucio Romeu Oliveira Roland Junior**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal do Paraná

**Izabel Cristina Zattar**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal do Paraná

**Resumo:** No Brasil, o setor da construção civil exerce uma forte influência na economia nacional e, principalmente, nas localidades em que as indústrias cimenteiras exercem suas atividades. O uso da Controle da Qualidade Total (TQC), que mantém o foco no cliente, possibilita a integração de setores de uma empresa em busca de um único objetivo. Este artigo é um estudo de caso em uma empresa cimenteira do estado do Paraná sobre a aplicação do TQC nos combustíveis utilizados em seus fornos de cimento. O artigo apresenta a sistemática da amostragem, indicadores de qualidade, equivalência dos combustíveis e as responsabilidades dos setores.

**Palavras-chave:** Indústria cimenteira. Controle Total de Qualidade. Fornos de cimentos.

### APPLICATION OF TQC TO VERIFY THE QUALITY OF FUELS IN A CEMENT INDUSTRY

**Abstract:** In Brazil, the civil construction sector exerts a strong influence on the national economy and especially in the places where the cement industries carry out their activities. The use of Total Quality Management (TQC), which has its focus on the customer, allows the integration of sectors of a company in search of a single objective. This article is a case study in a cement company in the state of Paraná about the application of TQC in the fuels used in their cement kilns. The article presents the sampling system, quality indicators, fuel equivalence and the responsibilities of the sectors.

**Keywords:** Cement industry. Energy matrix. Cement kills. Alternative fuel.

#### 1. Introdução

Cada vez mais as empresas procuram aumentar a competitividade adaptando-se às condições de mercado, operando melhor e com mais eficiência, evitando excesso de trabalho e desperdício e reduzindo custos. A utilização de ferramentas da qualidade pode garantir a criação de uma vantagem competitiva que afete o desenvolvimento da empresa, a qualidade dos serviços e o que é importante, por exemplo, na conquista e retenção de clientes. (FONSECA, 2017; SILVA; ALMEIDA, 2017).

Com isso, para tornar a organização mais competitiva no mercado e aumentar a satisfação dos consumidores, foram desenvolvidos métodos e melhorias de processos, produtos ou serviços utilizados como recursos para identificar, monitorar e corrigir defeitos (SELEME; STADLER, 2008; OLIVEIRA, J. A., 2011).

Dentre as metodologias da administração da produção, a implantação de princípios do Total Quality Control (TQC), sigla em inglês para o termo e traduzido como Controle da Qualidade Total, constitui-se como uma alternativa para racionalizar processos e reduzir custos, tornando a empresa mais competitiva e capaz de atender às exigências de qualidade de seus clientes (TEIXEIRA, 2021). As ferramentas da qualidade auxiliam a planejar, acompanhar e entender o desempenho de um projeto, processo ou serviço. As características do produto (tais como qualidade e confiabilidade) devem ser entendidas para economizar tempo de projeto e custo na fabricação e nos reparos (FRANK, 2014).

A gestão da qualidade em processo, por sua vez, sugere que a organização inclua objetivos e políticas de qualidade no plano estratégico e traduza-os em resultados que sejam alcançados por meio de processos de gestão estabelecidos (CHIARINI, 2020; XU, 2020).

No ambiente industrial, o foco na gestão da qualidade envolve a produção de bens, que têm como característica conseguir separar o processo produtivo da utilização e do consumo, concentrando no processo produtivo, onde se pode gerar um produto adequado ao uso. Assim, a qualidade aparece no produto como sendo resultado do processo (PALADINI, 2009).

O uso de energia é significativo no processo desse tipo de indústria, principalmente a energia advinda da queima de combustíveis, isto porque utiliza alta temperatura para fazer a transformação da matéria-prima até o produto. A energia térmica utilizada durante o processo de queima é responsável por cerca de 20 a 25% do custo de produção de cimento (MADLOOL, 2013).

Dessa forma, o artigo será um estudo de caso elaborado em uma companhia de cimento com o objetivo de aplicação do Controle da Qualidade Total (TQC) nos combustíveis utilizados em seus fornos de cimento. Será apresentado a sistemática da amostragem, os indicadores de qualidade, a equivalência dos combustíveis e as responsabilidades dos setores visando melhoria e estabilidade dos mesmos.

Como resultado, o artigo demonstra o controle nas amostras, controle dos parâmetros químicos, fluxograma do TQC, a otimização de custo energético, assertividade na aquisição dos combustíveis e o desenvolvimento contínuo na qualidade.

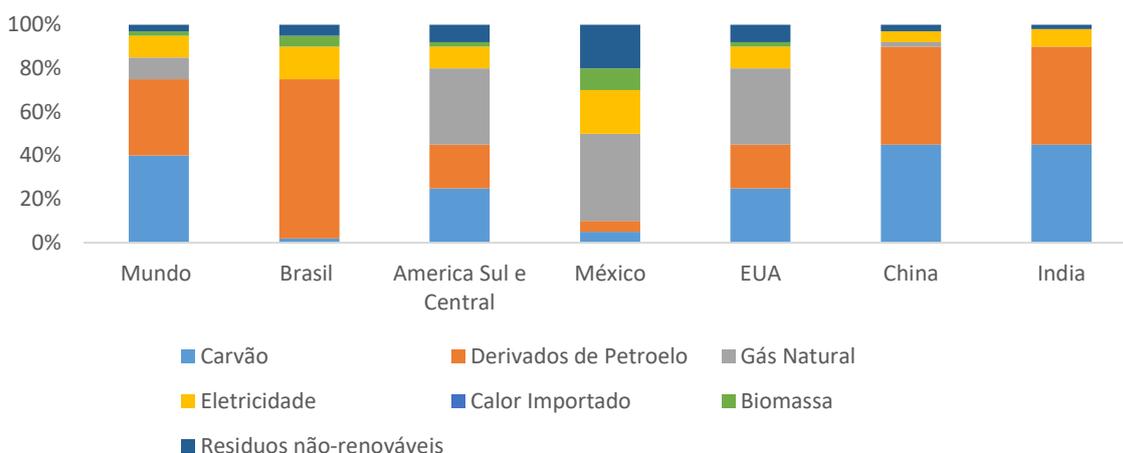
## **2. Combustíveis para fornos da Indústria Cimenteira**

Compreende-se como combustível qualquer corpo em que a ligação química com outro é exotérmica, em que geralmente é qualquer substância que reage com o oxigênio para formar calor, chamas e gases (DOMINGOS, 2012).

Atualmente os combustíveis que alimentam os fornos das cimenteiras são, na maioria das vezes, oriundos de fontes não renováveis, como o petróleo e o carvão. O mais utilizado é o coque verde de petróleo (CVP) devido ao seu elevado poder calorífico, porém, nos últimos anos, a matriz energética das cimenteiras está passando por transformações (CHATZIARAS, 2016)

No gráfico 01 (EPE, 2020) são apresentados os principais combustíveis utilizados na indústria cimenteira. A saber:

**Gráfico 01 – Matriz Energética Cimenteiras e Países selecionados**



**Fonte: Atlas publicado pela Eficiência Energética Brasil (EPE, 2020).**

## 2.1 Controle de Qualidade Total

De acordo com Tofoli (2007), o conceito de qualidade abrange situações bastante distintas, sendo encontrado nas organizações em seus processos produtivos e, assim, contribuindo para a melhoria dos sistemas de produção, custos, na produtividade, entre outros.

Por sua vez, a falta de qualidade conduz às organizações a resultados prejudiciais como retrabalho, desperdício de material e mão de obra, elevando, portanto, os custos e a insatisfação dos clientes (TOFOLI, 2007; MOREIRA, 1996).

Segundo Cauchick (2001), as técnicas relacionadas à qualidade existem há milhares de anos: os egípcios utilizavam sistemas de medição para as pedras usadas para construir as pirâmides; os gregos e romanos mediam seus edifícios e aquedutos para ver se estavam dentro das especificações.

Desta forma, se observa que os conceitos relacionados à qualidade estão em constante evolução. Isso se deve à grande quantidade de produtos no mercado, a competitividade entre as empresas e alguns motivos de ordem econômica.

- Inspeção – Qualidade com foco no produto;
- Controle Estatístico da Qualidade – Qualidade com foco no processo;
- Garantia da Qualidade – Qualidade com foco no sistema;
- Gestão da Qualidade Total ("Total Quality Management - TQM").

A metodologia Controle da Qualidade Total (TQC) é um sistema eficaz para integrar esforços de desenvolvimento, manutenção e melhoria da qualidade dos vários grupos de uma organização, permitindo levar a produção e o serviço aos níveis mais econômicos da operação e que atendam à satisfação do consumidor. Embora tenha sido publicado nos Estados Unidos, foram os japoneses que primeiro colocaram em prática o conceito de TQC e, conseqüentemente, popularizaram a sigla TQM – Total Quality Management (RODRIGUES, 2006).

No Brasil, o TQC passou a ser difundido nos anos de 1980, por meio de programas de Gestão pela Qualidade Total (TQM), como alternativa de gestão participativa e melhoria contínua (GARLET, 2015).

## 3 Estudo de Caso: Aplicação do TQC nos combustíveis da Indústria Cimenteira

O ambiente da pesquisa do estudo de caso é formado por uma indústria cimenteira, localizada na região metropolitana de Curitiba-PR. A empresa está presente no mercado da região sul do Brasil, atendendo majoritariamente em grandes obras. Sua comercialização é, em maior parcela, em torno de 80%, para o abastecimento de obras, como concreteiras, empresas de artefatos de cimentos, grandes obras públicas e obras especiais. Os 20% restantes são voltados à venda como produto ensacado na embalagem padrão de 50 quilos.

É reconhecida por uma qualidade superior no mercado diante dos seus concorrentes no setor de construção civil. A escolha da empresa para o presente estudo fundamenta-se na constância da qualidade em suas matérias primas e controles rigorosos dos seus fornecedores.

Também foi a primeira indústria de cimento do Brasil a receber a certificação do Sistema da Qualidade ISO 9001:2000. A ISO 9001:2000 é uma versão atualizada e revisada da ISO 9002, obtida no ano de 1996. As normas revisadas têm como objetivo aumentar o alinhamento da Gestão da Qualidade com as práticas atuais de gestão diária da organização. Em março de 2009, foi recertificada com a ISO 9001:2008.

É importante que os envolvidos estejam engajados na rotina e nos processos de utilização das ferramentas do Controle da Qualidade Total nos combustíveis visando atingir os requisitos especificados e a qualidade esperada. Entre os processos estão a garantia da qualidade de todos os resultados obtidos na rotina diária, as providências imediatas para eliminar as causas das não conformidades encontradas através de ações corretivas e medidas preventivas para evitar uma nova ocorrência das não conformidades.

A organização implementou o Sistema Integrado de Gestão (SIG) que delimita todos os setores para auxiliar neste processo, com o objetivo de fazer sobressair os impactos positivos e corrigir as não conformidades. Através do SIG, todos os programas de qualidade da empresa estão consolidados em um único sistema, baseado nas certificações 14001:2004 (Meio Ambiente) e ISO 9001:2008 (Qualidade).

O SIG executa um planejamento realizado em duas etapas diferentes e com seus respectivos objetivos que são:

- a) Planejamento da Qualidade da Empresa - Detalha a estrutura e abrangência do Sistema de Gestão da Qualidade, sendo realizado através de um Manual de Qualidade. Este planejamento tem como referência os procedimentos aplicáveis ao processo produtivo, já que eles identificam e relacionam todos os processos do Sistema da Qualidade, os recursos necessários e a forma como é conduzido o processo de melhoria contínua.
- b) Plano da Qualidade do Produto - É baseado na elaboração de controles e documentos, estabelecendo os mecanismos para a obtenção da qualidade de produtos que atendam às exigências dos clientes. Este controle é incorporado através dos Planos de Inspeção, que definem as características do produto controladas em estágios apropriados do processo de fabricação do cimento, além dos meios e métodos de controle e critérios de aceitação.

Deste modo, é realizado o monitoramento dos parâmetros de processo que influenciam na qualidade do cimento em todas as fases da fabricação, bem como o desenvolvimento de novos processos ou aquisição de novos equipamentos, os quais seguem sistemáticas que assegurem a conformidade do cimento com os requisitos especificados e a qualidade esperada.

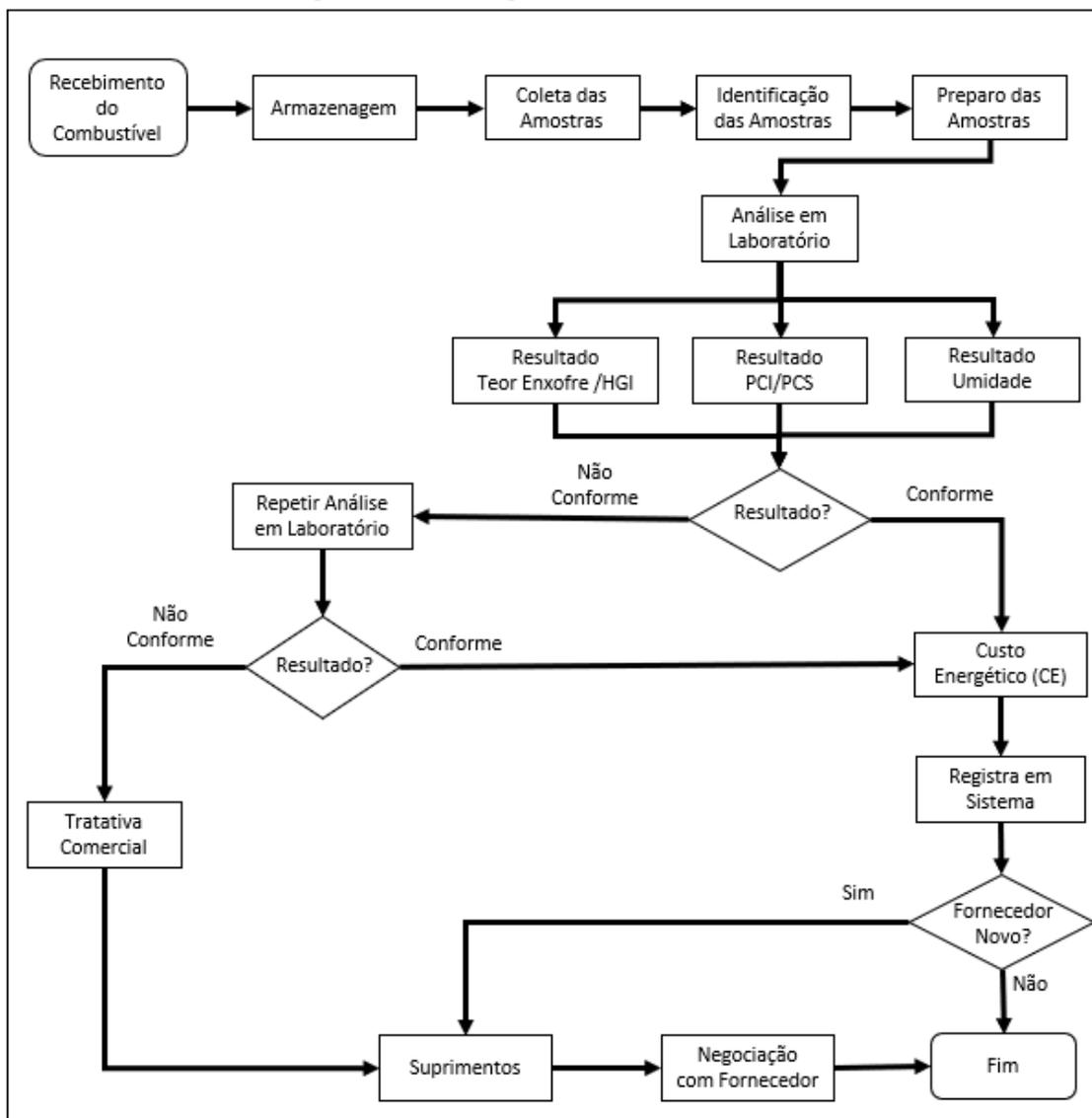
Em relação à gestão da qualidade dos combustíveis utilizados no forno de cimento e os seus controles de qualidade, estes são monitorados internamente pelo laboratório da organização. As análises são comparadas com os laudos emitidos pelos fornecedores e

cada fornecedor é responsável pela emissão de um laudo certificando os principais fatores que determinam as características dos combustíveis e sua eficiência nos fornos de cimento.

Todos os combustíveis utilizados no forno de cimento são submetidos ao controle de qualidade e suas amostras são coletadas diariamente sobre responsabilidade do laboratório, através de amostragem por cargas durante o recebimento ou entrada do combustível na unidade fabril até a sua destinação para a armazenagem ou estoque.

Na sequência é apresentado o fluxograma do TQC (figura 03) para os combustíveis e a sistemática sobre cada etapa, iniciando com o recebimento do combustível, coleta das amostras, preparo da amostra, monitoramento das especificações técnicas, método de análise até a atualização dos parâmetros internos de qualidade de cimento, atendendo às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

**Figura 01 – Fluxograma TQC Combustíveis**



Fonte: O autor (2021)

Após o recebimento e armazenagem da matéria-prima é feita a coleta da amostra. Nesta fase é coletado aproximadamente 1 quilo de amostra de cada carga, após sua descarga, sendo que cada tipo de combustível é coletado em pacotes plásticos separadamente e

identificados com a data e tipo de material e são direcionadas para análises em laboratório. Após todos os ensaios, são conservados aproximadamente 150 gramas por 02 meses e os resultados são registrados e armazenados em sistema, onde são confrontados com as especificações técnicas do laudo de qualidade. No quadro 01 é apresentada a sistemática e a frequência de coleta de amostra, combustíveis dos fornos de cimento na empresa do estudo de caso.

**Quadro 01 – Coleta Amostra**

<b>Atividade</b>	<b>Frequência</b>	<b>Responsável</b>
Coleta de amostra	1 amostra por caminhão	Auxiliar de produção
Preparo da amostra	1 vez por dia	Técnico

**Fonte: O autor (2021)**

As análises em laboratório visam constatar as características de qualidade e são aplicáveis a todos os combustíveis inseridos no forno. A empresa utiliza em sua matriz energética o coque de petróleo, carvão mineral e vegetal, combustíveis fósseis líquidos, coprocessamento de resíduos e biomassa.

Após a coleta e identificação, são realizados os ensaios físico-químicos e os registros dos ensaios realizados pelo laboratório, que evidenciam a conformidade ou não dos combustíveis. Nesta etapa são verificadas as características de qualidade dos combustíveis e, conseqüentemente, é realizada a avaliação de custos e da eficiência energética. São analisados o teor de enxofre, cinzas, voláteis, poder calorífico e a umidade.

O teor de enxofre nos combustíveis fósseis é um fator determinante em sua qualidade, isto ocorre porque se observa que teor de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) influi no preço dos combustíveis fósseis e derivados de petróleo (FILGUEIRAS, 2018). Portanto, no mercado global, os derivados de petróleo com grau mais leve são mais valiosos que os pesados e determina também o índice de moabilidade Hardgrove Grindability Index (HGI), índice de moabilidade do coque de petróleo e carvão. O coque de petróleo normalmente é fornecido com uma faixa que vai de 70% a 100% de HGI, sendo que quanto maior o HGI, menor a resistência à moabilidade e de origem mais leve (BORGES, 2003).

De acordo com a American Petroleum Institute (API), o grau do petróleo é uma escala aplicada na classificação do óleo bruto de petróleo como: leve, médio, pesado ou extrapesado. Desse modo, o grau API é importante e a classificação do tipo de petróleo pode ser: leve: API > 31,1; médio: API entre 22,3 e 31,1; pesado: API < 22,3 ou extrapesado: API < 10,0.

Além disso, os gases exaustos de enxofre têm o seu teor máximo controlado pela Legislação Ambiental. No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) fixa limites em função de o emissor ser fonte fixa ou móvel advindo de queima e eficiência de combustão. Sendo assim, a resolução CONAMA nº 03/90, determina como limites para o dióxido de enxofre a média aritmética anual de 80 (oitenta) microgramas por metro cúbico de ar e concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de 365 (trezentos e sessenta e cinco) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano. No Estado do Paraná, a Secretaria do Meio Ambiente (SEMA) fixa limites de emissão de dióxido de enxofre em função da potência gerada pela fonte poluidora. A resolução SEMA Nº 16 DE 26/03/2014 determina como limites para o dióxido de enxofre a média de 24 (vinte e quatro) horas de 280 (duzentos e oitenta) microgramas por metro cúbico de ar (SEMA-PR, 2002).

O Teor de Cinzas é constituído por materiais minerais que não fazem parte do processo de combustão e, sendo assim, quanto menor o teor de cinzas, maior o poder calorífico. O teor de cinzas não altera somente o potencial energético, mas também influencia nos custos do

processo, isso porque altos teores de cinzas podem diminuir a vida útil dos equipamentos, provocando corrosões, o que aumenta a demanda de manutenções (HANSTED, 2016).

Sobre o Teor de Voláteis, eles apresentam importante papel da ignição e nas etapas iniciais da combustão. Quanto maior o teor de materiais voláteis, mais fácil e rápido o combustível é consumido durante a combustão e maior seu poder de ignição (BIZZO, 2003). De acordo com o combustível, o teor de materiais voláteis oscila e a característica mínima é definida: coque de petróleo >10%, carvão mineral >30%, biomassa >3%, pneus >50% e no Combustível Derivado de Resíduos (CDR) >40%. Também se deve observar que baixos níveis de materiais voláteis exigem maior moagem do combustível para que ele obtenha os requisitos para combustão (LORENZONI, 2019).

O Teor de umidade é de vital importância para a eficiência do combustível nos fornos. Pode ser expresso tanto em base úmida (BU), quanto em base seca (BS). O teor de umidade em base úmida é a relação entre a massa de água e a massa total de produto. É apontado como um dos fatores de maior influência, pois tem impacto significativo e direto na geração de calor. Por consequência, altos teores de umidade comprometem a temperatura no interior do forno, em virtude da energia requerida para vaporização da água presente no combustível, sendo que quanto maior a umidade do combustível, maior será a energia necessária para secá-lo. Outro ponto importante é que os combustíveis precisam ser moídos antes de entrarem no forno e altos teores de umidade podem dificultar o processo de moagem.

O Poder Calorífico, uma especificação a ser analisada, consiste na quantidade de energia liberada pelo combustível no processo de combustão, medido em calorias por unidade de massa (cal/g ou kcal/kg). Pode ser classificado em poder calorífico superior (PCS) ou inferior (PCI), sendo que a diferença entre eles equivale à quantidade de calor necessária para vaporizar a umidade contida no combustível (GREGA, 2018). As análises visam determinar a qualidade e o poder calorífico superior (PCS), aplicável a todos os combustíveis que serão inseridos no forno.

Para calcular o poder calorífico inferior (PCI), deverá ser utilizada a seguinte fórmula em poder calorífico inferior (kcal/kg) no carvão mineral:  $PCI = PCS - 180$  e no coque de petróleo e nos demais combustíveis:  $PCI = PCS - 200$ .

Quando ocorrem resultados inconsistentes em comparação com as especificações técnicas do laudo de qualidade emitido pelos fornecedores, deve-se repetir a análise ou, até mesmo, realizar uma nova coleta de amostras para a confirmação dos resultados. Confirmada a inconsistência no combustível, ocorre a segregação no estoque e a comunicação para a área de suprimentos, a qual será responsável em solicitar as correções e, se necessário, as demais tratativas junto ao fornecedor.

#### **4. Resultados**

Após a análise das amostras, em caso de aceite da matéria-prima, é necessário calcular o custo energético (CE), utilizando os critérios: Custo CIF, PCI, umidade e a equação:  $CE = \text{Custo CIF} / \{(\text{Base Seca} * \text{Umidade}) * \text{PCI} / 1000\} = \text{R\$/Gcal}$ .

Para o cálculo do custo energético é necessário apurar o custo do combustível através do custo CIF - Cost, Insurance and Freight dos combustíveis. Este abrange todos os custos desde o preço de comercialização do fornecedor, transporte, armazenagem, seguro e outros até a entrega para o comprador no endereço determinado.

Desta forma, ainda no processo de negociação com um novo fornecedor ou um novo combustível e com base nas informações das amostras examinadas pelo laboratório, a organização analisa e compara os combustíveis que poderão gerar a melhor eficiência operacional, através da tabela 01, que apresenta um exemplo de cálculo:

Tabela 02 – Custo Energético

EQUIVALÊNCIAS COMBUSTÍVEIS				
Custo Energético	"Combustível A"	"Combustível B"	"Combustível C"	"Combustível D"
Custo CIF R\$/t	100,00	100,00	100,00	100,00
PCI (kcal/kg)	8.100	8.407	5.200	6.949
UMIDADE	7,00%	9,20%	18,00%	13,80%
(R\$/Gcal)	<b>R\$ 13,27</b>	<b>R\$ 13,10</b>	<b>R\$ 23,45</b>	<b>R\$ 16,69</b>

Fonte: O autor (2021)

Sendo assim, para o ranqueamento dos combustíveis, considera-se o custo energético (R\$/Gcal), que quanto menor o custo, melhor será a competitividade e eficiência energética. A tabela 02 exibe um modelo dos indicadores de controle de qualidade para a combustível biomassa:

Tabela 03 – Modelo Controle de Qualidade Biomassa

Data	Fornecedor	Combustível Biomassa	Origem	Ton.	Local descarga	PCS kcal/kg	PCI kcal/kg	Enxofre (%)	Umidade (%)
14/08/2018	NPC	Eucalipto	Irati/PR	21,98	Barracão Trit.	2673	2745	0	40,02
16/08/2018	NPC	Eucalipto	Irati/PR	67,87	Baía 5	3092	2768	0	38,5
17/08/2018	NPC	Eucalipto	Irati/PR	68,69	Baía 4 e 6	2669	2345	0	39,51
18/08/2018	NPC	Eucalipto	Irati/PR	72,61	Baía 5 e 6	3061	2737	0	38,56
20/08/2018	NPC	Eucalipto	Irati/PR	70,5	Baía 5 e 6	2512	2188	0	37,4
21/08/2018	NPC	Eucalipto	Irati/PR	47,36	Baía 4	2668	2344	0	37,8
28/08/2018	NPC	Eucalipto	Irati/PR	48,67	Barracão Trit.	2741	2417	0	37,76
29/08/2018	NPC	Eucalipto	Irati/PR	48,29	Barracão Trit.	3023	2699	0	39,92
30/08/2018	NPC	Eucalipto	Irati/PR	48,58	Barracão Trit.	2662	2338	0	40,75

Fonte: O autor (2021)

As análises e os resultados obtidos através da aplicação do TQC são determinantes para a aceitação dos combustíveis e evidencia a Cadeia de *Deming*.

## 5. Considerações

Ao longo deste artigo foram apresentados os conceitos relacionados ao Controle da Qualidade Total e a sua aplicação na gestão dos combustíveis utilizados nos fornos de cimentos.

A importância do Controle da Qualidade Total aplicada nos combustíveis da indústria cimenteira é uma etapa de grande importância na qualidade final do cimento, bem como nos custos de produção inseridos no processo, assegurando melhoria contínua, o atendimento às exigências legais, normas oficiais e padrões internos relacionados ao processo produtivo.

Portanto, a aplicação do TQC nos combustíveis dos fornos de cimento traz melhorias significativas nos processos como a estabilidade na performance do poder calorífico; o controle nos parâmetros do PCI, umidade e enxofre; assegura a padronização no blend dos combustíveis; contribui na redução de desperdícios; auxilia na otimização de custo energético; assertividade na aquisição dos combustíveis e desenvolvimento contínuo na qualidade. Mantendo o equilíbrio no processo produtivo desde a formação da farinha do cimento, produção do clínquer e, conseqüentemente, no produto acabado, consolidando os níveis de qualidade e mitigando os riscos de inconformidades.

Observa-se que para a utilização de todo o potencial do TQC é importante envolver a alta administração, ter uma visão de longo prazo de melhoria contínua e a integração de setores da organização em busca de um só objetivo. Desta forma, a organização implementou o Sistema Integrado de Gestão (SIG) consolidando os controles de qualidade.

Conclui-se, através do desenvolvimento do artigo, que a organização aplica as ferramentas do TQC, identificando com antecedência as alterações nos parâmetros de qualidade dos combustíveis que poderão impactar em seu processo de produção bem como nos custos e na eficiência energética, obtendo, assim, uma vantagem competitiva frente às outras empresas do setor cimenteiro.

## Referências

BIZZO, W. A. Geração, **Distribuição e Utilização de Vapor**. Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP, 2003 (apostila).

BORGES, C., N. (2003), **Especificação do Coque Verde de Petróleo e Resíduo de Vácuo**.

CAUCHICK, M. P. A. **Qualidade: enfoques e ferramentas**. São Paulo: Arttliber Editora, 2001.

CHATZIARAS, N. et al. **Use of waste derived fuels in cement industry: a review**. Management of Environmental Quality: An International Journal, v.27, n.2 p.178 – 193, Nova York, 2016. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/MEQ-01-2015-0012/full/html>. Acesso em: 29 maio 2022.

DOMINGOS, Carmem Aparecida et al. 09, **Biodiesel–Proposta de Um Combustível Alternativo**. Revista Brasileira de Gestão e Engenharia| RBGE| ISSN 2237-1664, n. 5, p. 134-178, 2012.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasil), **Pesquisa Energética, Atlas da Eficiência Energética Brasil 2020**. Brasília EPE, 2020. Disponível: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/atlas-da-eficiencia-energetica-brasil-2020> Acesso em 20 jun. 2021x

EPE - Empresa Pesquisa de Energia - **Atlas da Eficiência Energética Brasil 2020: relatório de indicadores**. Brasília: EPE, 2020. 149 p. Disponível em: <https://www.epe.gov.br>. Acesso em 28 junho de 2021.

FONSECA, C. S. A.; DA SILVA, P. A. P.; SILVA, T. H. DE M.; PADILHA, T. P. C. **Gestão da qualidade. Interação - Revista de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 19, n. 2, p. 8 - 24, 2017. Disponível em: <http://periodicos.unis.edu.br/index.php/interacao/article/view/134/120>>, Acesso em: janeiro de 2021.

FILGUEIRAS, Paulo Roberto. **Uso da cromatografia gasosa bidimensional abrangente (GCx GC-qMS) para caracterizar as várias classes de compostos saturados em petróleos brasileiros**. Revista Virtual de Química, v. 10, n. 4, 2018.

FRANK, A. G. et al. **Integração do QFD e da FMEA por meio de uma sistemática para tomada de decisões no processo de desenvolvimento de produtos.** Production, SciELO Brasil, v. 24, n. 2, p. 295–310, 2014.

HANSTED, Ana Larissa S. et al. **Caracterização físico-química da biomassa de Leucaena leucocephala para produção de combustível sólido.** Revista Virtual de Química, v. 8, n. 5, 2016.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações.** 2 ed. São Paulo: Pioneira, 1996.

LORENZONI, William Cristiano et al. **Estudo de compostos voláteis de níquel e vanádio em cimento asfáltico de petróleo virgem e envelhecido.** 2019.

MADLOOL, N.A., SAIDUR, R., RAHIM N.A., KAMALISARVESTAN M. **An overview of energy savings measures for cement industries.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 19, p. 18-29, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032112005977>. Acesso em: 22 maio 2022.

OLIVEIRA, J. A. d. et al. **Um estudo sobre a utilização de sistemas, programas e ferramentas da qualidade em empresas do interior de São Paulo.** Production, SciELO Brasil, v. 21, n. 4, p. 708–723, 2011.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade: teoria e prática.** In: **Gestão da qualidade: teoria e prática.** 2009. p. 339-339.

PIRES, A.M.R. **Qualidade – Sistemas de Gestão da Qualidade.** 3ª ed. Portugal: Silabo, 2004.

RODRIGUES, Marcus Vinicius. **Ações para Qualidade, Gestão Integrada para Qualidade.** Rio de Janeiro. Editora: Qualitymark. 2006.

SELEME, R.; STADLER, H. **Controle da qualidade: as ferramentas essenciais.** [S.l.]: Editor a Ibpex, 2008.

TEIXEIRA, Júnia Pereira. **Utilização de sistema ERP para aplicação do controle de processos em construtoras de pequeno porte como base para a implementação do controle da qualidade total (TQC) – 2021.**

TOFOLI, E. T. **Gestão da qualidade em serviço: a busca por um diferencial pelas empresas de pequeno porte do setor supermercadista da região noroeste paulista.** Revista Gestão da produção, operações e sistemas, v.4, n 2, p.139-150. 2007. x