



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

DEIVISON MURILO FERREIRA DIAS

**ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO
SOCIOECONÔMICO E DE DESEMPENHO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO
CIVIL**

BELÉM
2023

DEIVISON MURILO FERREIRA DIAS

**ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO
SOCIOECONÔMICO E DE DESEMPENHO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO
CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil, à Faculdade de Engenharia Civil do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará.

Orientador: André Augusto Azevedo Montenegro Duarte

BELÉM
2023

DEIVISON MURILO FERREIRA DIAS

**ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO
SOCIOECONÔMICO E DE DESEMPENHO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO
CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso orientado pelo Prof.º Dr. André Augusto Azevedo Montenegro Duarte, apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

APROVADO EM: ____/____/____

CONCEITO: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof.º Dr. ANDRÉ AUGUSTO AZEVEDO MONTENEGRO DUARTE

Orientador – UFPA

Prof.º Dr. RENATO MARTINS DAS NEVES

Banca Examinadora – UFPA

Arquiteta e Urbanista MSc. ANA BEATRIZ FERNANDES GALENDE

Banca Examinadora – UFPA

À família, amigos e especialmente à João Dias e Manoel de Jesus Ferreira, com quem sempre quis compartilhar este momento.

AGRADECIMENTOS

Por todos os desafios enfrentados juntos durante o curso, agradeço a todos os colegas e amigos de graduação que com certeza colaboraram de alguma forma para que eu pudesse alcançar esse momento, trazendo muitas vezes mais leveza à essa fase conturbada, mas também agradeço aos amigos fora da vida acadêmica por serem muitas vezes a válvula de escape para recuperar a energia.

Pela grande ajuda durante a elaboração deste trabalho com conselhos, experiência e conhecimento, agradeço ao professor André Montenegro, além de todos os professores que tive durante o curso e minha formação básica.

Ademais, agradeço minha família por todo o incentivo e apoio durante a minha vida em vários aspectos, sempre me fazendo acreditar em mim e assim tornando possível que eu superasse um obstáculo após o outro, em especial aos meus pais e avós que não mediram esforços para que eu conseguisse atingir meus objetivos.

“A educação é a arma mais poderosa que você pode usar para mudar o mundo”

(NELSON MANDELA, 2003)

RESUMO

Em todos os países do mundo a Indústria da Construção Civil (ICC) tem espaço relevante como setor de desenvolvimento tecnológico, econômico e social, trazendo melhora de infraestrutura e condições sociais. No Brasil essa dinâmica não é diferente, visto que a ICC é uma das que mais adiciona valor ao Produto Interno Bruto (PIB) do país, além de ser uma grande geradora de empregos. Assim este estudo busca verificar a correlação entre indicadores socioeconômicos e o desempenho da ICC, além de analisar a relação de causa e efeito dessa correlação, que dada a importância econômica e social desta indústria torna essa relação objeto de interesse acadêmico e político, justificando investimentos e prioridades estratégicas. Para isso a metodologia utilizada envolve a coleta de dados macroeconômicos relevantes para os elementos em questão no país em um período de 2003 a 2020, tais como: Produto Interno Bruto (PIB), PIB Per Capita (PIBpc), Valor Adicionado Bruto a Preços Básicos da Construção Civil (VABpb CC), número de pessoas empregadas formalmente no Brasil, número de pessoas empregadas formalmente no segmento da Construção Civil (CC), Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o salário médio da CC. Com esses dados submetidos a análises estatísticas, como a Correlação de Pearson e a Causalidade de Granger, foram investigadas relações estatisticamente significativas entre as variáveis em estudo, obtendo assim uma forte relação entre PIB, PIBpc, VABpb CC e empregos formais na CC, além da constatação de um processo de desindustrialização no país. Não se evidenciou uma relação de causa e efeito entre o contexto econômico e o desempenho da ICC, isto é, se há efetivamente uma relação causal entre os dois, bem como se constatou um processo de desindustrialização no país do setor em geral e na ICC também.

Palavras-Chave: Construção. Indicadores Socioeconômicos. Correlação de Pearson. Desenvolvimento Econômico.

ABSTRACT

In all countries of the world, the Civil Construction Industry (ICC) has a relevant space as a sector of technological, economic and social development, bringing improvements in infrastructure and social conditions. In Brazil, this dynamic is no different, since the ICC is one of the companies that most adds value to the Gross Domestic Product (GDP) of the country, in addition to being a great generator of jobs. Thus, this study seeks to verify the correlation between socioeconomic indicators and the performance of the ICC, in addition to analyzing the cause and effect relationship of this correlation, which, given the economic and social importance of this industry, makes this relationship an object of academic and political interest, justifying investments and strategic priorities. For this, the methodology used involves the collection of relevant macroeconomic data for the elements in question in the country in a period from 2003 to 2020, such as: Gross Domestic Product (GDP), GDP Per Capita (GDPpc), Gross Added Value at Basic Prices Civil Construction (VABpb CC), number of people formally employed in Brazil, number of people formally employed in the Civil Construction segment (CC), Human Development Index (HDI) and the average salary in CC. With these data subjected to statistical analysis, such as Pearson's Correlation and Granger's Causality, statistically significant relationships between the variables under study were investigated, thus obtaining a strong relationship between GDP, PIBpc, VABpb CC and formal jobs in the CC, in addition to the evidence of a process of deindustrialization in the country. There was no evidence of a cause and effect relationship between the economic context and the performance of the ICC, that is, if there is effectively a causal relationship between the two, as well as a process of deindustrialization in the country of the sector in general and in the ICC as well.

Keywords: Construction. Socioeconomic Indicators. Pearson correlation. Economic development.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema visual do processo realizado de correlação das variáveis	23
Figura 2 - Algoritmo do teste de ADF	24
Figura 3 - Algoritmo da diferenciação e teste ADF	25
Figura 4 - Gráfico com o comportamento dos indicadores	27
Figura 5 - Gráfico da tendência de correlação PIB x VABpb CC	37
Figura 6 - Gráfico da tendência de correlação PIB x Empregos formais CC.....	37
Figura 7 - Gráfico de participação do VABpb CC no PIB.	38
Figura 8 - Gráfico da participação do VABpb CC no PIB	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variáveis identificadas na revisão	20
Tabela 2 - Quadro detalhado com os artigos onde os indicadores tiveram relevância	20
Tabela 3 - Taxas de crescimento dos indicadores em %.....	26
Tabela 4 - Resultados das correlações entre todos os indicadores.	28
Tabela 5 - Resumo das correlações com o salário médio da CC no Brasil	29
Tabela 6 - Relação com o salário médio na CC 2006-2020	29
Tabela 7 - Resumo das correlações com o IDH no Brasil	30
Tabela 8 - Resumo das correlações com o emprego formal no Brasil	31
Tabela 9 - Resumo das correlações com o PIB no Brasil.....	31
Tabela 10 - Resumo das correlações com o PIBpc no Brasil	32
Tabela 11 - Resumo das correlações com o VABpb CC no Brasil	33
Tabela 12 - Resumo das correlações com o emprego formal na CC no Brasil	33
Tabela 13 - Teste de ADF dos principais indicadores.....	34
Tabela 14 - Séries temporais diferenciadas	34
Tabela 15 - Séries temporais diferenciadas	35
Tabela 16 - Teste de ADF dos principais indicadores diferenciados	35
Tabela 17 - Correlações dos principais indicadores da ICC x PIB.....	36
Tabela 18 - Desempenho da ICC no valor adicionado bruto e taxa de participação no PIB....	38
Tabela 19 - Taca de investimento na ICC	39

LISTA DE SIGLAS

ICC	Indústria da Construção Civil
PIB	Produto Interno Bruto
PIBpc	Produto Interno Bruto Per Capta
VABpb CC	Valor Adicionado Bruto à Preços Básicos da Construção Civil
CC	Construção Civil
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
ADF	Augmented Dicky Fuller
CCLP	Coefficiente de Correlação Linear de Pearson
PAIC	Pesquisa Anual da Indústria da Construção
AR	Auto Regressivo
FBCF	Formação Bruta de Capital Fixo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 Relevância dos Indicadores Socioeconômicos para o Brasil.....	15
2.2 Relevância da Indústria da Construção Civil para os Indicadores Socioeconômicos	16
2.3 Correlação de Pearson	17
2.4 Causalidade de Granger	18
3 METODOLOGIA.....	19
3.1 Definição das Variáveis	19
3.2 Tratamento de Dados	21
3.3 Processamento dos dados.....	22
3.3.1 Correlação de Pearson	22
3.3.2 Causalidade de Granger.....	23
3.3.3 Análise detalhada das principais variáveis obtidas.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
4.1 Resultados da Análise Geral	26
4.2 Resultados da Correlação de Pearson	28
4.2.1 Correlações com o salário médio na CC	28
4.2.2 Correlações com o IDH no Brasil	29
4.2.3 Correlações com os empregos formais no Brasil	30
4.2.4 Correlações com o PIB no Brasil	31
4.2.5 Correlações com o PIBpc no Brasil.....	32
4.2.6 Correlações com o VABpb CC no Brasil	32
4.2.7 Correlações com o emprego formal na CC no Brasil.....	33
4.3 Resultados da Causalidade de Granger	34

4.4 Análise dos Indicadores Relevantes	36
5 CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma atividade que complementa a base produtiva e cria externalidades positivas que aumentam a produtividade dos fatores de produção e incentivam as inversões privadas, sendo de importância estratégica para a sustentação do desenvolvimento econômico e social brasileiro (TEIXEIRA; CARVALHO, 2005). No Brasil essa afirmativa é confirmada com a grande participação deste setor, de forma a gerar uma percepção de estar intimamente ligado as variações da economia, gerando inclusive uma falta de consenso entre ser o causador ou a causa dessas variações.

As variações do desenvolvimento socioeconômico de um país são medidas por indicadores socioeconômicos como: o PIB, o PIBpc, a taxa de pessoas empregadas formalmente e o IDH. Estes indicadores podem ser ligados a ICC através de indicadores desta indústria como o VABpb CC, a taxa de emprego formal na ICC e sua média salarial. Compreender a correlação entre esses indicadores é crucial para embasar políticas públicas eficazes, promover um desenvolvimento sustentável e estimular o crescimento equilibrado da ICC, já que o crescimento desse setor não apenas impulsiona a atividade econômica, mas também gera empregos, promove o desenvolvimento de infraestrutura e impacta diretamente a qualidade de vida das comunidades.

No entanto, apesar da importância deste tema, a relação entre os indicadores de desenvolvimento socioeconômico e o desempenho da ICC ainda requer mais análises. A complexidade dessas variáveis e suas interações exigem uma abordagem multidimensional que considere fatores econômicos, sociais e políticos. Nesse contexto, a análise da correlação entre indicadores de desenvolvimento socioeconômico e o desempenho da ICC torna-se essencial para compreender as dinâmicas e as relações complexas entre essas variáveis.

Na literatura, encontramos diferentes abordagens para analisar a correlação entre indicadores de desenvolvimento socioeconômico e o desempenho da ICC. Alguns estudos têm se concentrado na análise e comparação com o PIB, como Souza et al. (2015), com o investimento em infraestrutura como Ozkan F., Ozkan O. e Gunduz (2012), ou então com a taxa de desemprego como Chiang Y., Tao L. e Wong F. (2015), todos com o objetivo de entender como esses fatores influenciam o crescimento e o desenvolvimento do setor da CC em nível nacional ou regional. Essas pesquisas buscam entender como o desenvolvimento socioeconômico afeta a demanda por moradia, infraestrutura urbana e serviços relacionados à CC.

Além disso, a literatura também tem explorado a influência de fatores políticos, regulatórios e tecnológicos nessa relação. Estudos têm analisado políticas governamentais, marcos regulatórios e inovações tecnológicas como determinantes-chave do crescimento do setor, destacando sua interação com indicadores socioeconômicos para impulsionar ou restringir o desenvolvimento da ICC e essas abordagens fornecem um panorama amplo e diversificado sobre a correlação estudada nesse trabalho.

Apesar dos avanços na pesquisa sobre o assunto, ainda existem lacunas significativas na literatura que merecem ser preenchidas, inclusive em estudos direcionados ao tema no Brasil, o que se revela de grande importância visto que essa relação pode ser compreendida de uma forma melhor quando se observa um contexto regional como Gomez-Sanchez, Ramírez-Gutiérrez e Rivadeneira-Daza (2023) para a Colômbia, Alaloul et al. (2021) na Malásia, Chiang Y., Tao L. e Wong F. (2015) e Wong J., Chiang Y. e Ng T. (2008) em Hong Kong, Anaman e Osei-Amponsah (2007) em Gana, Rameezdeen e Ramachandra (2008) no Siri Lanka, Ozkan F., Ozkan O. e Gunduz (2012) e Bolkol (2015) na Turquia e Chr.Mavridis e Vatalis (2015) na Grécia.

Dessa forma, o estudo tem como objetivo geral estabelecer uma compreensão mais robusta dos mecanismos pelos quais essa relação se molda e assim gerar dados quantitativos relevantes para outras pesquisas em âmbito acadêmico que desejam avaliar a relação do setor com a economia e aspectos sociais do país, também fornecendo insights para formuladores de políticas, planejadores estratégicos e profissionais do setor, auxiliando na tomada de decisões e na implementação de estratégias eficazes para promover o desenvolvimento da ICC e assim impulsionar o crescimento socioeconômico.

Para isso, através da literatura existente serão observados fatores já estabelecidos e outros com grande potencial de ter algum grau de relação, e então por meio de tratamento estatístico pretende-se mapear os indicadores mais relevantes e estabelecer suas conexões, permitindo posteriormente entender qual variável possui mais influência sobre a outra na dinâmica socioeconômica do Brasil e detalhar a conexão das que melhor se correlacionam.

Para alcançar tais objetivos, foram utilizados dois métodos estatísticos amplamente reconhecidos: a correlação de Pearson e a causalidade de Granger. Esses métodos nos permitirão explorar a relação entre indicadores de desenvolvimento socioeconômico e o desempenho da ICC, oferecendo uma análise quantitativa, visando ter mais precisão e embasamento. Primeiramente, faremos uso da correlação de Pearson para investigar a

existência e a intensidade da relação linear entre os indicadores. Em seguida, utilizaremos o método de causalidade de Granger para investigar a relação de causalidade entre os indicadores em uma série temporal.

Os resultados obtidos levaram a confirmação dos indicadores obtidos pela literatura como de grande relevância em âmbito nacional e dentre os que foram propostos por este trabalho o IDH se mostrou de potencial altamente relevante a partir de uma melhora nas aplicações de políticas públicas, porém o salário médio na CC contra a hipótese inicial não possui variação lógica com os demais indicadores. O teste de Causalidade Granger se mostrou inconclusivo para as séries temporais utilizadas requerendo séries maiores ou de um período de maior estabilidade nas variações. Já a análise dos dados mais relevantes entre a relação de variáveis socioeconômicas e da ICC mostraram estar havendo influência na correlação destes indicadores através de um processo de desindustrialização do País.

A contribuição teórica desta monografia reside na possibilidade de fornecer uma compreensão mais aprofundada da interação das variáveis estabelecidas para este trabalho. Por meio da análise da correlação de Pearson e da causalidade de Granger, os resultados obtidos podem contribuir para o conhecimento existente, preenchendo lacunas e ampliando a compreensão sobre essas interações complexas e assim contribuir teoricamente ao proporcionar discussões sobre como ocorre essa relação. Identificar essas conexões pode fornecer uma base conceitual sólida para pesquisas futuras em diversas áreas e aprofundar a compreensão das dinâmicas envolvidas no desenvolvimento socioeconômico no Brasil além de influenciar nas estratégias políticas e empresariais de investidores do setor.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Relevância dos Indicadores Socioeconômicos para o Brasil

No Brasil, segundo JANNUZZI (2009, p. 14) “é relativamente recente o uso de indicadores sociais como instrumento de planejamento, pois a intenção de criar um sistema só ocorreu a partir de 1975”. O objetivo dos indicadores sociais era o de fornecer elementos para a elaboração e o acompanhamento do planejamento social,¹⁷ sendo que a prioridade seria dada aos indicadores destinados a medir as variações nos níveis de bem-estar material, em especial dos grupos que estavam em situação de “pobreza absoluta” (CONSELHO DESENVOLVIMENTO SOCIAL, 1975, apud JANNUZZI, 2009, p. 14). Ademais, segundo Zerkowski (1979 apud FIALHO et al., 2014), indicadores econômicos são informações que

visam a fornecer uma noção de tendência da ação econômica. Portanto, avaliar os indicadores da CC permitirá compreender a relevância do setor e seu impacto na economia brasileira.

Os indicadores sociais e econômicos têm sido empregados como uma ferramenta para o direcionamento dos gastos públicos de forma mais eficiente, indicando prioridades que devem aproximar políticas econômicas e sociais (DA SILVA et al., 2006). Dentre esses indicadores sociais, o IDH vem sendo um dos mais utilizados no mundo, por abordar três dimensões essenciais ao bem-estar aristotélico do cidadão: a saúde, a educação e a renda (VECCHIA, 2019; SANTOS FILHO; DIAS FILHO; FERNANDES, 2012; REZENDE; SLOMSKI; CORRAR, 2005).

De acordo com Santos F., Dias F. e Fernandes (2012), o uso de indicadores para avaliação de desempenho é empregado tanto pelo setor público quanto pelo setor privado, pois utiliza critérios claros e pré-definidos que permitem comparações, sem a interferência de ideias tendenciosas.

Reis, Gallo e Pereira (2012) relatam que originalmente, o indicador mais utilizado pelos governos era a renda per capita, relacionando o Produto Interno Bruto (PIB) com a população. Assim, quanto maior o PIB, maior seria o desenvolvimento de um país. Contudo, este indicador não retratava a realidade dos países não desenvolvidos, uma vez que um aumento no PIB não necessariamente refletia na qualidade de vida daquela sociedade nem na diminuição das desigualdades sociais presentes.

Para Baltar (2014, p. 111), O crescimento do emprego formal no Brasil “tem efeitos importantes sobre arrecadação dos fundos sociais públicos, como INSS e FGTS, e, sem dúvida, o simples cumprimento da lei é um grande avanço na construção da economia e do social”. Ainda ressalta impactos do PIB para os empregos, que é “o indicador das riquezas produzidas pelo país num determinado período, que poderá ser de um mês, um trimestre, um semestre ou um ano” (PASSOS et al., 2012, apud SOUZA et al., 2015).

2.2 Relevância da Indústria da Construção Civil para os Indicadores Socioeconômicos

A indústria da construção civil desempenha um papel significativo nos indicadores socioeconômicos de um país. Vários estudos têm abordado a relevância dessa indústria para o crescimento econômico e o bem-estar social. Turin (1973) e Wells (1987 apud CHR.MAVRIDIS, 2015) argumentam que a atividade da construção civil está diretamente ligada ao desenvolvimento econômico, visto que o investimento em infraestrutura e moradia impulsiona o crescimento.

No entanto, alguns estudos também alertam para os efeitos negativos que podem ocorrer em momentos de crise ou estagnação econômica. Ramachandra, Rotimi e Rameezdeen (2013, p. 60) destacam que, “Durante os períodos de rápida expansão econômica, a produção de construção geralmente cresce mais rápido do que a produção de outros setores, mas em períodos de estagnação, a construção civil é o primeiro a sofrer”.

No contexto específico do Brasil, a indústria da construção civil tem sido reconhecida como um importante setor para o desenvolvimento socioeconômico. Estudos como o de Fialho et al. (2014) analisaram os aspectos da relação da construção civil no emprego, na renda e no crescimento econômico do país. Esses estudos indicam que a construção civil pode gerar empregos diretos e indiretos, estimular a atividade econômica e contribuir para a redução das desigualdades sociais.

A Indústria da Construção Civil possui vasto impacto na economia do país, visto que é um setor amplo e suas atividades relacionam-se de forma direta com a economia, pois é uma grande geradora de emprego, renda e tributos. É através dela que toda a infraestrutura – portos, ferrovias, rodovias, energia e outros – necessária para o desenvolvimento dos mais diversos setores é realizada. Sendo assim, o desenvolvimento da ICC facilita e proporciona o crescimento de outras atividades econômicas (TEIXEIRA; CARVALHO, 2005).

Em resumo, a literatura destaca a relevância da ICC para os indicadores socioeconômicos. Embora essa indústria possa impulsionar o crescimento econômico e melhorar o bem-estar social, é necessário considerar as flutuações e vulnerabilidades do setor, especialmente em períodos de recessão econômica.

2.3 Correlação de Pearson

O coeficiente de correlação de Pearson teve origem com o desenvolvimento dos estudos de Karl Pearson e Francis Galton (STANTON, 2001, apud YUKI, 2011).

Para Vieira e Nogueira (2018), A magnitude da associação linear decorrente entre duas variáveis pode ser mensurada a partir do denominado Coeficiente de Correlação Linear de Pearson (CCLP). Em síntese, o CCLP, também conhecido como coeficiente de correlação produto-momento ou r de Pearson, mensura o grau da correlação linear entre duas variáveis quantitativas.

Segundo Johnson e Bhattacharyya (1992), a correlação de Pearson mede o grau de relacionamento linear entre duas variáveis, variando de -1 a 1. Um coeficiente de correlação de

1 indica uma correlação positiva perfeita, enquanto um coeficiente de -1 indica uma correlação negativa perfeita. Um coeficiente de correlação próximo de zero indica uma ausência de correlação que estabelece que ambas as variáveis sejam independentes, ou seja, pode significar a existência de uma relação não linear. Portanto, tal resultado deve ser confrontado com outros instrumentos. (VIEIRA; NOGUEIRA, 2018).

Segundo Moore (2007 apud ALMEIDA et al., 2019), este coeficiente trata sobre o grau e a direção da associação linear entre duas variáveis quantitativas.

Para estatística, duas variáveis se associam quando se tem semelhanças na distribuição dos escores, ou seja, elas se associam através da distribuição de frequência ou elo de compartilhamento da variância. A correlação de Pearson utiliza o compartilhamento da variância na medida entre duas variáveis, no qual, o aumento ou decréscimo de uma variável X gera o mesmo impacto em Y (FIGUEIREDO; SILVA, 2009).

2.4 Causalidade de Granger

Granger (1969) introduziu o conceito de causalidade de Granger como uma extensão da análise de regressão para séries temporais. A ideia central é que uma variável X pode ser considerada causalmente relacionada a uma variável Y se a inclusão das observações passadas de X melhora a previsão de Y em relação a um modelo que inclui apenas as observações passadas de Y.

Estudos que utilizaram a causalidade de Granger no contexto socioeconômico do Brasil incluem trabalhos como o de Lima, Filho e Bordeaux-Rego (2015). Esses estudos investigaram a relação de causalidade entre indicadores como investimento, crescimento econômico, inflação e desemprego. Eles encontraram evidências de relações de causalidade bidirecional e unidirecional, destacando como as mudanças em uma variável podem afetar outra variável ao longo do tempo.

Esta dificuldade na geração de resultados sem conflitos, com estudos que contrariam outros, bidirecionalidade ou causalidades a nível de subsetores onde um subsetor influencia uma variável que influencia outro setor é confirmada através de diversos estudos que atestaram os mais variados resultados (ANAMAN&OSEI-AMPONSAH, 2007; DANG&LOW,2011; LEAN, 2001; TSE&GANESAN,1997; WONG ET AL., 2008; YIU ET AL.,2004, apud CHIANG Y.; TAO L.; WONG F., 2015).

As variações nos resultados são abordadas por Bolkol (2015), que afirma que não há nenhuma conclusão certa sobre esta questão. Cada estudo inclui seus próprios resultados específicos. Num primeiro momento, pode-se pensar que a situação pode variar de país para país, porém, na literatura varia até mesmo para um mesmo país por causa das técnicas que são utilizadas nos estudos.

Assim, a identificação de uma relação estatística entre duas ou mais variáveis, por mais forte que seja, nunca pode estabelecer uma relação causal entre elas; nossas convicções a respeito de qualquer relação de causalidade devem originar-se fora da estatística, baseando-se, fundamentalmente, em alguma teoria já estabelecida ou até no senso comum (KENDALL; STUART, 1961, apud LOUZANO et al., 2019).

Além disso, a causalidade de Granger é utilizada em pesquisas de diversas áreas, como é o exemplo das ciências sociais e políticas. Em estudos de ciência política, por exemplo, pode ser aplicada para investigar a relação causal entre variáveis políticas, como medidas de democracia e desenvolvimento econômico (BARRO, 1991).

Portanto a aplicabilidade do método não possui limitações de sua aplicação a partir da área de estudo, sendo a ICC foco de diversos estudos, porém que revelam a grande sensibilidade do teste a partir dos resultados, o que fomenta a continuidade e insistência na utilização do método na busca de causalidades.

3 METODOLOGIA

Para a análise das variáveis que podem descrever a correlação entre o desenvolvimento socioeconômico e o desempenho da ICC no Brasil foram utilizados 7 indicadores dentro desta temática, sendo 3 referentes ao desempenho da CC e 4 referentes ao desenvolvimento socioeconômico durante um período de 18 anos (2003 – 2020), utilizando majoritariamente dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), todos Anexos a este estudo.

3.1 Definição das Variáveis

As variáveis foram definidas a partir de uma leitura sistemática onde se identificou quais indicadores que nos estudos já existentes apareciam com notoriedade sendo foco principal do estudo ou apontados no texto como importantes, além de outras julgadas que forneceriam resultados de interesse para a pesquisa. Através da revisão nos artigos identificou-se as

seguintes variáveis da forma como se apresenta na Tabela 1, e pode-se identificar também a origem desta relevância na Tabela 2.

Tabela 1 - Variáveis identificadas na revisão

	PIB	Emprego formal	PIB CC	Emprego CC
Relevância em Artigos	15	10	10	8

Fonte: Autor.

Tabela 2 - Quadro detalhado com os artigos onde os indicadores tiveram relevância

Artigos		PIB	Emprego Formal	PIB CC	Emprego CC
Autores	País				
(ALALOUL et al., 2021)	Malásia	X	X	X	X
(CHIANG; TAO; WONG, 2015)	Hong Kong	X	X	X	X
(ANAMAN; OSEI-AMPONSAH, 2007)	Gana	X	X	X	X
(SAHOO; DASH, 2012)	Índia		X		
(WONG; CHIANG; NG, 2008)	Hong Kong	X			
(RAMEEZDEEN; RAMACHANDRA, 2008)	Sri Lanka	X		X	
(OZKAN F; OZKAN O; GUNDUZ, 2012)	Turquia	X			
(CHR.MAVRIDIS; VATALIS, 2015)	Grécia	X		X	
(BOLKOL, 2015)	Turquia	X			
(SOUZA et al., 2015)	Brasil	X	X	X	X
(DE LIMA; FILHO; BORDEAUX-REGO, 2015)	Brasil	X			
(PIRES TEIXEIRA; MARÍLIA ANDRADE DE CARVALHO, 2005)	Brasil	X	X	X	X
(BARRO, 1991)	[s.l.]	X			
(BALTAR, 2014)	Brasil	X	X		
(RAMACHANDRA; ROTIMI; RAMEEZDEEN, 2013)	Sri Lanka	X	X	X	X
(FIALHO et al., 2014)	Brasil	X	X	X	X
(VIEIRA; NOGUEIRA, 2018)	Brasil		X	X	X

Fonte: Autor.

Porém se julgou relevante a investigação de outras três variáveis para aumentar a robustez do estudo através da notória significância das mesmas como termômetro econômico, social e da construção, sendo respectivamente para estas esferas o PIBpc, o IDH e o salário médio na CC.

3.2 Tratamento de Dados

Para que houvesse uma comparação adequada entre todos os indicadores, optou-se por adotar a taxa de crescimento como medida de comparação das variáveis, assim pode-se medir o desenvolvimento ou desempenho de todos de forma igualitária independente das unidades dos dados.

Além disso, os dados obtidos possuíam séries históricas que contemplavam intervalos de tempo diferentes entre si, tal fato fez com que o atual estudo recolhesse um intervalo de tempo de 18 anos (2003 – 2020), correspondente a uma série completa e confiável entre todos os indicadores selecionados para realizar a análise.

Para os dados fornecidos em valores unitários ou monetários foi utilizada a Eq. 1 para descrever o crescimento anual do indicador, o que ocorreu com o emprego formal, emprego formal na construção civil e IDH.

$$\%C = \left(\frac{V_n}{V_{n-1}} - 1 \right) \times 100 \quad (1)$$

Onde:

$\%C$ – Taxa de crescimento;

V_n – Valor no ano;

V_{n-1} – Valor no ano anterior.

Para o recolhimento dos dados do salário médio na CC foram coletados dados da Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC), catálogo publicado anualmente pelo IBGE. Posteriormente os valores dados em salários mínimos na pesquisa foram aplicados à Eq. 1 para obter a taxa de crescimento.

3.3 Processamento dos dados

3.3.1 Correlação de Pearson

Para alcançar o objetivo principal desta pesquisa o método adotado foi o de Correlação de Pearson, que é a medida estatística que avalia a relação linear entre duas variáveis quantitativas. Ela mede a força e a direção da relação entre as variáveis. A correlação de Pearson varia de -1 a 1, onde -1 indica uma correlação negativa perfeita, 1 indica uma correlação positiva perfeita e 0 indica que não há correlação linear entre as variáveis, cuja Eq. 2 descreve como ocorre matematicamente o método.

$$r = \frac{\sum(X_i - \bar{X}) \times (Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2 \times \sum(Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (2)$$

Onde:

r – Coeficiente de correlação de Pearson;

X_i e Y_i – Valores das observações nas duas variáveis;

\bar{X} e \bar{Y} – Médias das observações nas duas variáveis.

O valor resultante de “ r ” indicará a força e a direção da correlação entre as duas variáveis. Para este trabalho considera-se as seguintes hipóteses:

$r = 1,00$ – Correlação PERFEITA;

$0,70 < r < 1,00$ – Correlação FORTE;

$0,30 < r \leq 0,70$ – Correlação MODERADA;

$0,00 < r \leq 0,03$ – Correlação FRACA;

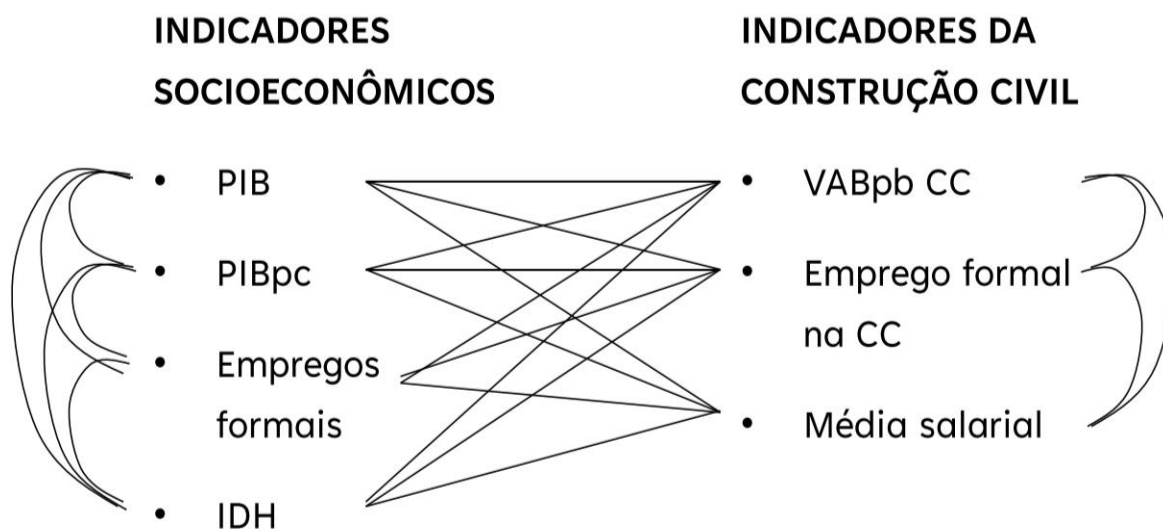
$r = 0,00$ – Correlação INEXISTENTE;

Já os sinais indicam o sentido da correlação, onde sinal negativo indica uma correlação INVERSA, ou seja, um valor tende a crescer quando outro diminui de forma correlacionada, enquanto um sinal positivo indica uma correlação DIRETA, ou seja, os valores variam positivamente ou negativamente de forma correlacionada.

Para a aplicação do método todos os indicadores foram testados de forma cruzada para verificar a correlação entre todos conforme a Figura X. Desta forma foi utilizado o *MS Excel*

para realizar o cálculo dos coeficientes através da função “CORREL()”. Posteriormente foram realizadas análises acerca da intensidade e sentido dados pelos coeficientes gerados.

Figura 1 - Esquema visual do processo realizado de correlação das variáveis



Fonte: Autor.

3.3.2 Causalidade de Granger

A correlação de Pearson avalia apenas a relação linear entre as variáveis e não captura possíveis relações não lineares. Além disso, a correlação não implica causalidade, ou seja, uma correlação forte entre duas variáveis não significa necessariamente que uma causa a outra. Para tentarmos buscar a causa acerca das correlações geradas, foram isolados os indicadores melhores correlacionados para buscar qual variável causa a outra através da Causalidade de Granger.

A causalidade de Granger é um conceito estatístico utilizado para determinar se uma série temporal é útil para prever outra série temporal. Em outras palavras, busca-se investigar se uma série de eventos passados em uma variável pode fornecer informações adicionais para prever a evolução futura de outra variável.

Este teste é comumente realizado usando modelos de regressão linear. A estatística F de Granger é calculada para avaliar a significância estatística da melhoria da previsão ao adicionar a variável de entrada ao modelo, o que pode ser feito através de softwares estatísticos, como o *RStudio* que foi utilizado neste trabalho.

No entanto este método pressupõe a estacionariedade das séries envolvidas para que não ocorram interferências pontuais que afetem as séries, portanto, seu resultado. Logo, antes

de aplicar a causalidade de Granger, é importante garantir que as séries envolvidas sejam estacionárias ou que tenham sido devidamente transformadas para se tornarem estacionárias. Isso ajudará a obter resultados mais confiáveis na análise de causalidade de Granger. O método utilizado para este fim no atual estudo foi o teste de Augmented Dicky Fuller (ADF).

O teste de ADF é baseado em um modelo autorregressivo (AR) de ordem “p”, em que “p” é determinado a partir da série temporal analisada. A Eq. 3 é a equação geral do modelo AR utilizado no teste de ADF.

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta t + \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Onde:

ΔY_t – Operador de diferenças ($Y_t - Y_{t-1}$);

α – Constante;

β – Componente de tendência do modelo;

γ – Coeficiente que testa a estacionariedade (Se $\gamma = 0$, Y tem uma raiz unitária);

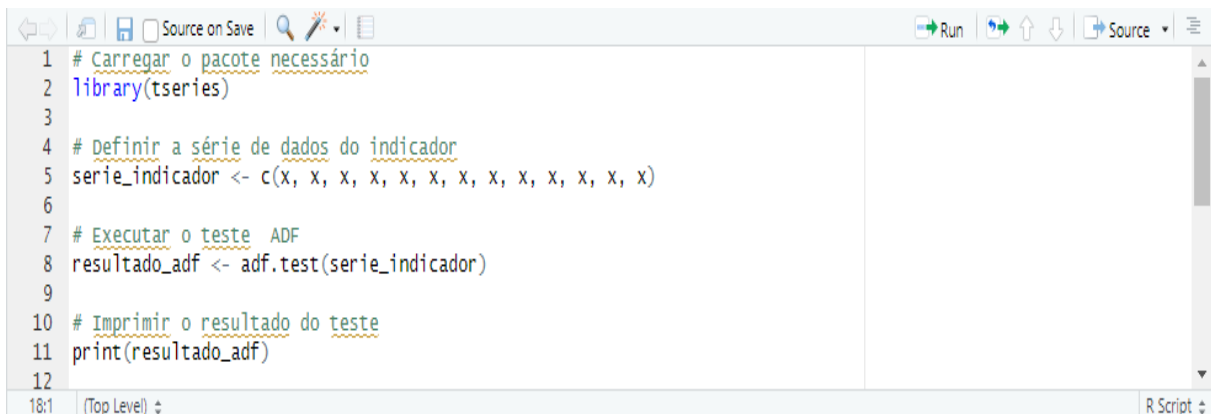
p – Número de termos defasados a incluir no modelo;

$\sum_{i=1}^p \delta_i \Delta Y_{t-1}$ – Representa os termos de defasagem adicionais;

ε_t – Termo de erro aleatório ou perturbação estocástica.

Para a realização do teste foi utilizado o Software *RStudio*, que cria um ambiente de programação em linguagem R aplicando o algoritmo ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Algoritmo do teste de ADF



```

1 # Carregar o pacote necessário
2 library(tseries)
3
4 # Definir a série de dados do indicador
5 serie_indicador <- c(x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x)
6
7 # Executar o teste ADF
8 resultado_adf <- adf.test(serie_indicador)
9
10 # Imprimir o resultado do teste
11 print(resultado_adf)
12

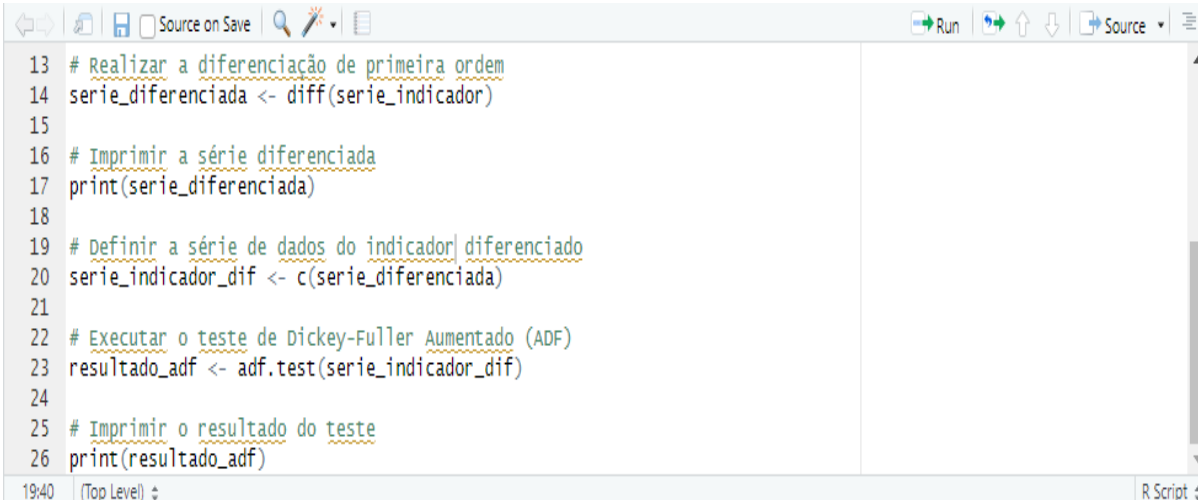
```

Fonte: Autor.

Se o valor “p” obtido no teste de Augmented Dicky Fuller (ADF) for maior que 0.05, geralmente não rejeitamos a hipótese nula de que a série de dados possui uma raiz unitária e, portanto, a série é considerada não estacionária.

Isso significa que a série de dados não apresenta evidências estatísticas suficientes para suportar a ideia de estacionariedade. A presença de uma raiz unitária sugere que a série possui tendências ou padrões persistentes ao longo do tempo e nesse caso, é importante considerar outras análises e técnicas apropriadas para lidar com a não estacionariedade da série de dados, como diferenciação. Para este caso foi utilizado um algoritmo conforme a Figura 3 no *RStudio*.

Figura 3 - Algoritmo da diferenciação e teste ADF



```

13 # Realizar a diferenciação de primeira ordem
14 serie_diferenciada <- diff(serie_indicador)
15
16 # Imprimir a série diferenciada
17 print(serie_diferenciada)
18
19 # Definir a série de dados do indicador diferenciado
20 serie_indicador_dif <- c(serie_diferenciada)
21
22 # Executar o teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF)
23 resultado_adf <- adf.test(serie_indicador_dif)
24
25 # Imprimir o resultado do teste
26 print(resultado_adf)

```

Fonte: Autor.

O valor de “p” foi analisado novamente fornecendo valor impeditivo ao uso da série na Causalidade Granger.

3.3.3 Análise detalhada das principais variáveis obtidas

A partir dos indicadores de maior correlação foi realizado uma análise mais detalhada pra identificar como a correlação deles vem se comportando em séries temporais cada vez mais próximas do ano presente e assim identificar a tendência que a relação vem tomando.

Dessa forma foi aplicada a Correlação de Pearson conforme o item 3.3.1 para essas variáveis com 13 séries reduzidas de 1 ano em cada uma delas do período de 18 anos até 5 anos de 2015 a 2020, onde se julgou que as séries não se comportaram de forma anômalas, mesmo que para calcular a correlação de Pearson entre duas variáveis seja necessário um mínimo de duas observações segundo Heckler (2005). No entanto, também é enfatizada a importância de um tamanho de amostra adequado para obter resultados estatisticamente significativos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Resultados da Análise Geral

Os valores gerais a serem analisados estão expostos na Tabela 3.

Tabela 3 - Taxas de crescimento dos indicadores em %

TAXAS DE CRESCIMENTO							
ANO	PIB	PIBpc	VABpb CC	Empregos Formais	Empregos Formais CC	IDH	Salário médio na CC
2003	1,1%	-0,1%	-8,9%	1,6%	-3,4%	-0,6%	-27,3%
2004	5,8%	4,5%	10,7%	5,0%	3,7%	0,6%	-25,0%
2005	3,2%	2,0%	-2,1%	3,0%	4,7%	0,9%	-10,0%
2006	4,0%	2,8%	0,3%	2,8%	1,1%	0,3%	-7,4%
2007	6,1%	5,0%	9,2%	1,6%	5,0%	0,6%	-4,0%
2008	5,1%	4,0%	4,9%	1,2%	4,9%	1,6%	8,3%
2009	-0,1%	-1,1%	7,0%	0,9%	5,8%	0,3%	0,0%
2010	7,5%	6,5%	13,1%	1,6%	8,5%	0,8%	0,0%
2011	4,0%	3,1%	8,2%	1,5%	3,2%	0,7%	0,0%
2012	1,9%	1,0%	3,2%	1,4%	5,9%	0,5%	3,8%
2013	3,0%	2,1%	4,5%	1,6%	2,7%	2,5%	-3,9%
2014	0,5%	-0,3%	-2,1%	2,9%	3,9%	0,5%	4,9%
2015	-3,5%	-4,4%	-9,0%	-3,3%	-5,6%	-0,1%	-9,4%
2016	-3,3%	-4,1%	-10,0%	-1,6%	-7,0%	0,3%	1,4%
2017	1,3%	0,5%	-9,2%	1,3%	-4,3%	0,5%	-8,0%
2018	1,8%	1,0%	-3,0%	2,7%	-1,0%	0,7%	0,0%
2019	1,2%	0,4%	1,9%	1,6%	1,7%	0,3%	0,0%
2020	-3,3%	-4,0%	-2,1%	-6,4%	-9,0%	-1,0%	-4,3%

Fonte: Autor.

Após seleção e tratamento dos dados esse foi o resultado da compatibilização dos indicadores, resultando em 126 resultados para a comparação, 18 para cada indicador. A alta variabilidade entre as taxas de todos os indicadores não deixa claro as tendências, mas as mesmas podem ser visualizadas de forma mais clara na Figura 4.

Figura 4 - Gráfico com o comportamento dos indicadores



Fonte: Autor.

A partir da Figura 4 vislumbra-se um panorama mais claro sobre os indicadores e como há um comportamento coordenado entre alguns, já outros descolam desta tendência, como é o caso evidente dos salários na construção civil que apresenta *outliers*¹ na série de dados antes do ano de 2008, mas principalmente antes de 2005 segundo a Tabela 3.

Essa grande variação inicial na série de salários da construção civil do ano de 2002 para 2003 se deu por uma combinação da maior variação do salário mínimo dentro do período analisado e a segunda maior queda do salário médio da construção civil em valor absoluto monetário no mesmo período que pode ter ocorrido devido ao período marcado por um ambiente econômico de incertezas, com forte valorização do dólar, elevação do nível de preços recuo no investimento público no setor de 16,1% para 12,3%, elevação da *taxa Selic* para uma média de 23,4 no ano contra 19,1% do ano anterior e um aumento no *superávit fiscal* de 3,75% para 4,25% do PIB (IBGE, 2003), fatores que podem ter gerado recuo dos empresários do setor, gerando redução de salários e troca de mão de obra técnica por mais mão de obra básica. Entre

¹ *Outliers* é um termo da estatística que descreve um valor aberrante ou atípico. É uma observação que apresenta um grande afastamento das demais da série, ou que é inconsistente.

2002 e 2005 o cenário melhorou aos poucos, porém o salário médio da construção civil foi de 5,5 salários mínimos para 2,7 reduzindo essa variação desde então.

4.2 Resultados da Correlação de Pearson

Os resultados gerados após a aplicação da Correlação de Pearson estão expostos de forma cruzada com os indicadores na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados das correlações entre todos os indicadores.

	PIB	PIBpc	VABpb CC	Empregos Formais	Empregos Formais CC	IDH	Salário médio na CC
PIB	1,0000	0,9990	0,7502	0,7242	0,7799	0,5512	-0,0488
PIBpc	0,9990	1,0000	0,7574	0,7169	0,7814	0,5619	-0,0184
VABpb CC	0,7502	0,7574	1,0000	0,3914	0,7998	0,4206	0,1832
Empregos Formais	0,7242	0,7169	0,3914	1,0000	0,6877	0,5131	-0,1709
Empregos Formais CC	0,7799	0,7814	0,7998	0,6877	1,0000	0,5819	0,2600
IDH	0,5512	0,5619	0,4206	0,5131	0,5819	1,0000	0,3346
Salário médio na CC	-0,0488	-0,0184	0,1832	-0,1709	0,2600	0,3346	1,0000

Fonte: Autor.

A confiabilidade dos resultados pode ser medida a partir das correlações perfeitas positiva (fator = 1,00) que ocorreram entre o mesmo indicador a partir do cruzamento. A única variável que não mostrou a presença de correlação de forma significativa e até de forma inversa (fator < 0,00) foi o salário médio na CC, o que já era esperado a partir da Figura 4 pelos *outliers* que ocorreram nos primeiros anos da série analisada.

4.2.1 Correlações com o salário médio na CC

Analisando as correlações de forma isolada pode-se observar mais claramente como ocorrem essas relações. Na Tabela 5 observam-se as correlações com o salário médio na CC que apresentou descolamento de indicadores socioeconômicos ou da própria ICC apresentando correlação fraca e inversa com o PIB, PIBpc e Empregos formais, além de fraca e direta com o VABpb CC e Empregos formais na CC que apesar da surpreendente correlação fraca mantém as expectativas por seu sentido direto por ocorrem sim valorização dos salários em momentos

de crescimento da indústria e de empregos dentro dela. Vale ressaltar que a melhor correlação obtida foi com o IDH, mesmo não sendo de grande relevância por ser moderada e quase fraca, é direta por ser um dos setores que mais emprega, estando ligado um maior IDH com melhores salários neste setor em relação ao salário médio no país.

Tabela 5 - Resumo das correlações com o salário médio da CC no Brasil

CORRELAÇÃO COM O SALÁRIO MÉDIO DA ICC NO BRASIL						
	PIB	PIBpc	VABpb CC	Emp. Formais	Emp. Formais CC	IDH
Salário médio na CC	-0,0488	-0,0184	0,1832	-0,1709	0,2600	0,3346
INTENSIDADE	FRACA	FRACA	FRACA	FRACA	FRACA	MODERADA
SENTIDO	INVERSA	INVERSA	DIRETA	INVERSA	DIRETA	DIRETA

Fonte: Autor.

Em um teste com uma série reduzida a partir de 2005 que foi o ano em que as taxas variaram de forma mais regular, conforme a Tabela 6 vemos que a correlação melhora consideravelmente, porém os fatores se mantêm pouco relevantes para o estudo, mostrando significativo o impacto dos anos iniciais da série no setor, mas sem alteração dos resultados obtidos pelos mesmos.

Tabela 6 - Relação com o salário médio na CC 2006-2020

CORRELAÇÃO COM O SALÁRIO MÉDIO DA ICC NO BRASIL (2006 – 2020)						
	PIB	PIBpc	VABpb CC	Empregos Formais	Empregos Formais CC	IDH
Salário médio na CC	0,2218	0,2256	0,3294	0,3163	0,4896	0,3026
INTENSIDADE	FRACA	FRACA	MODERADA	MODERADA	MODERADA	MODERADA
SENTIDO	DIRETA	DIRETA	DIRETA	DIRETA	DIRETA	DIRETA

Fonte: Autor.

4.2.2 Correlações com o IDH no Brasil

Conforme Tabela 7 o IDH apresentou correlação moderada com todos os indicadores, porém com uma moderação não tão inexpressiva, com exceção do salário médio na CC, sendo uma relação direta em todos os casos. Esses apontamentos já eram esperados, mas confirmam que qualquer evolução econômica no país e na indústria afeta este indicador no mesmo sentido

além de ressaltar o baixo retorno social com o ganho econômico no país através da baixa variação do índice mesmo em momentos de alto crescimento do país e dos setores, sendo as melhores correlações com os empregos formais na CC, PIB e PIBpc respectivamente, o que mostra que os empregos na CC tem um maior impacto sobre o IDH até mesmo que os empregos formais gerais, dada a grande empregabilidade no setor que se mostra muito importante socialmente a partir desta relação e um salário médio maior que o salário médio da população em geral, reforçando o motivo de ser o único indicador a ter relação no mínimo moderada com o salário médio na CC.

Tabela 7 - Resumo das correlações com o IDH no Brasil

CORRELAÇÃO COM O IDH NO BRASIL						
	PIB	PIBpc	VABpb CC	Empregos Formais	Empregos Formais CC	Salário médio na CC
IDH	0,5512	0,5619	0,4206	0,5131	0,5819	0,3346
INTENSIDADE	MODERADA	MODERADA	MODERADA	MODERADA	MODERADA	MODERADA
SENTIDO	DIRETA	DIRETA	DIRETA	DIRETA	DIRETA	DIRETA

Fonte: Autor.

4.2.3 Correlações com os empregos formais no Brasil

A partir da Tabela 8 é exposto o panorama dos empregos formais, que apresentaram relação moderada direta com os indicadores VABpb CC devido a empregabilidade do setor, IDH o que está ligado ao desenvolvimento social que a geração de empregos proporciona e empregos formais na CC, que apresentou uma relação quase forte dado a grande participação do setor na geração de empregos formais no país e assim tua importância melhorando a qualidade de vida da população. Em relação ao salário médio na CC, houve um fator não relevante e inverso na série de 2003 a 2020, sendo na série reduzida de 2006 a 2020 uma correlação moderada e direta, mas ainda com pouca relevância. Já as demais relações fortes e diretas se dão pela geração de empregos formais que o aquecimento da economia gera, indicados pelo PIB e PIBpc, dando uma maior segurança aos setores investirem e empregarem mais pessoas.

Tabela 8 - Resumo das correlações com o emprego formal no Brasil

CORRELAÇÃO COM O EMPREGO FORMAL NO BRASIL						
	PIB	PIBpc	VABpb CC	Empregos Formais CC	IDH	Salário médio na CC
Empregos Formais	0,7242	0,7169	0,3914	0,6877	0,5131	-0,1709
INTENSIDADE	FORTE	FORTE	MODERADA	MODERADA	MODERADA	FRACA
SENTIDO	DIRETA	DIRETA	DIRETA	DIRETA	DIRETA	INVERSA

Fonte: Autor.

4.2.4 Correlações com o PIB no Brasil

Estão expostas através da Tabela 9 as correlações com o PIB que de forma esperada possui correlação quase perfeita com o PIBpc, já que faz parte da equação de cálculo do mesmo como numerador da fração. Com relação aos demais indicadores, teve uma relação moderada, mas não irrelevante com o IDH pelos investimentos públicos que ocorrem naturalmente em momentos de melhora da economia e decrescem em momentos de baixa, porém com uma correlação que não se torna melhor pelo pequeno retorno ou de forma lenta demais dos ganhos econômicos do país em melhorias sociais para a população. Apresenta uma relação fraca e com sentido que muda dependendo da série utilizada para o salário médio na CC por motivos já levantados e além disso mostrou ter uma forte relação com os empregos formais e com os dois principais indicadores da CC de forma direta, o que deixa claro como esse que é o indicador econômico mais relevante do país está muito ligado a ICC a partir de sua interferência mútua com a atração de investimentos em momentos de alta e queda deles em momentos de baixa influenciado também pela adição de capital ao PIB.

Tabela 9 - Resumo das correlações com o PIB no Brasil

CORRELAÇÃO COM O PIB						
	PIBpc	VABpb CC	Empregos Formais	Empregos Formais CC	IDH	Salário médio na CC
PIB	0,9990	0,7502	0,7242	0,7799	0,5512	-0,0488
INTENSIDADE	FORTE	FORTE	FORTE	FORTE	MODERADA	FRACA
SENTIDO	DIRETA	DIRETA	DIRETA	DIRETA	DIRETA	INVERSA

Fonte: Autor.

4.2.5 Correlações com o PIBpc no Brasil

Como pode-se observar na Tabela 10 o PIBpc apresentou resultados extremamente semelhantes ao PIB dada a quase correlação perfeita direta entre os dois o que faz com que as correlações do PIBpc sejam reflexos do PIB como gerador dos valores do PIBpc através da forma com que o mesmo é calculado com o PIB sendo o numerador da fração que tem como denominador a população do país.

Tabela 10 - Resumo das correlações com o PIBpc no Brasil

CORRELAÇÃO COM O PIBpc						
	PIB	VABpb CC	Empregos Formais	Empregos Formais CC	IDH	Salário médio na CC
PIBpc	0,9990	0,7574	0,7169	0,7814	0,5619	-0,0184
INTENSIDADE	FORTE	FORTE	FORTE	FORTE	MODERADA	FRACA
SENTIDO	DIRETA	DIRETA	DIRETA	DIRETA	DIRETA	INVERSA

Fonte: Autor.

4.2.6 Correlações com o VABpb CC no Brasil

Segundo a Tabela 11, o VABpb CC surpreendeu apresentando uma correlação não relevante com o Salário médio na CC, mas passa a fazer sentido já que a variação tem uma forte correlação direta com os empregos na CC, indicando que em momentos de alta ou baixa o que muda relevantemente é a quantidade de empregados e não seus salários, pelo menos não de forma sobressalente, mantendo uma certa proporção entre as faixas salariais, ainda fazendo sentido pela relação direta já que mesmo não variando muito, em épocas boas para essa indústria os salários aumentam e o inverso também é verdade. Além disso apresentou correlação moderada e direta com o IDH, que se dá principalmente pela empregabilidade no setor inclusive em classes baixas fornecendo em média condições salariais melhores que a média salarial da população em geral, tendo correlação forte e direta com os demais fatores, de forma esperada com os empregos na CC dado o aumento natural dos empregos no setor em momentos em que há um crescimento do desempenho e uma alta demissão quando esse desempenho decresce e de forma que mostra que os fatores econômicos estão muito alinhados a essa indústria contribuindo e absorvendo consequências também com os fatores ligados ao PIB e PIBpc.

Tabela 11 - Resumo das correlações com o VABpb CC no Brasil

CORRELAÇÃO COM O VABpb DA CC						
	PIB	PIBpc	Empregos Formais	Empregos Formais CC	IDH	Salário médio na CC
VABpb CC	0,7502	0,7574	0,3914	0,7998	0,4206	0,1832
INTENSIDADE	FORTE	FORTE	MODERADA	FORTE	MODERADA	FRACA
SENTIDO	DIRETA	DIRETA	DIRETA	DIRETA	DIRETA	DIRETA

Fonte: Autor.

4.2.7 Correlações com o emprego formal na CC no Brasil

Conforme a Tabela 12 este indicador apresentou relação fraca apenas com o salário médio da CC dado o mesmo fator de explicação que a fraca relação com o VABpb CC. Também houve correlação moderada e direta com os empregos formais que quase resultou em uma correlação forte por ser uma grande parcela dos empregos formais no país, mas que não se correlaciona melhor pois ainda assim não possui um impacto maior que o setor de serviços, maior empregador do país com uma média de participação de 64% de empregos formais no país de 2000 a 2020 segundo o IBGE e o IDH, sendo junto com o PIB e o PIBpc os mais correlacionados com o índice, indicando que os empregos na CC contribuem bastante para o IDH do país principalmente contribuindo na melhoria de renda da população empregada no setor. Além disso obteve relação forte e direta com o PIB, PIBpc e VABpb CC gerando uma correlação excelente entre os quatro de forma mútua.

Tabela 12 - Resumo das correlações com o emprego formal na CC no Brasil

CORRELAÇÃO COM O EMPREGO FORMAL NA CC						
	PIB	PIBpc	VABpb CC	Empregos Formais	IDH	Salário médio na CC
Empregos Formais CC	0,7799	0,7814	0,7998	0,6877	0,5819	0,2600
INTENSIDADE	FORTE	FORTE	FORTE	MODERADA	MODERADA	FRACA
SENTIDO	DIRETA	DIRETA	DIRETA	DIRETA	DIRETA	DIRETA

Fonte: Autor.

As constatações mostram que em todos os cenários esses quatro últimos indicadores sempre se correlacionaram entre si, deixando evidente a relação entre economia do país e o desenvolvimento da CC, sendo os aspectos sociais menos relacionados, mas ainda assim relevantes dado principalmente os impactos das correlações com os empregos formais na CC.

4.3 Resultados da Causalidade de Granger

Os valores do teste de ADF para os resultados mais relevantes entre si identificados pela correlação estão expostos na Tabela 13.

Tabela 13 - Teste de ADF dos principais indicadores

	ADF	p-value
PIB	-2.4718	0.3926
PIBpc	-2.463	0.396
VABpb CC	-2.463	0.396
Empregos formais CC	-1.8386	0.6339

Fonte: Autor.

Os valores “p-value” mostram que todas as séries temporais são não-estacionárias por serem maiores que 0,05, necessitando de uma transformação que foi feita através do método da diferenciação no *RStudio*, gerando as seguintes séries transformadas exibidas na Tabela 14.

Tabela 14 - Séries temporais diferenciadas

(continua)

PIB (%)	PIBpc (%)	VABpb CC (%)	Empregos formais CC (%)
4.7	4.6	19.6	7.1
-2.6	-2.5	-12.8	1.0
0.8	0.8	2.4	-3.6
2.1	2.2	8.9	3.9
-1.0	-1.0	-4.3	-0.1
-5.0	-5.1	2.1	0.9
7.4	7.6	6.1	2.7

Tabela 15 - Séries temporais diferenciadas

(conclusão)

PIB (%)	PIBpc (%)	VABpb CC (%)	Empregos formais CC (%)
-3.5	-3.4	-4.9	-5.3
-2.1	-2.1	-5.0	2.7
1.1	1.1	1.3	-3.2
-2.5	-2.4	-6.6	1.2
-4.0	-4.1	-6.9	-9.5
0.2	0.3	-1.0	-1.4
4.6	4.6	0.8	2.7
0.5	0.5	6.2	3.3
-0.6	-0.6	4.9	2.7
-4.5	-4.4	-4.0	-10.7

Fonte: Autor.

Assim, com o ADF aplicado novamente obtivemos os valores expostos na Tabela 16, o que mostra que a transformação para essas séries não é possível dado os valores de p todos maiores que 0,05, indicando uma possível série curta demais que necessitaria de mais dados para haver séries estacionárias ou com dados afetados por fatores pontuais, o que realmente houve nas duas últimas décadas.

Tabela 16 - Teste de ADF dos principais indicadores diferenciados

	ADF	p-value
PIB	-2.6495	0.3249
PIBpc	-2.6572	0.322
VABpb CC	-1.2224	0.8686
Empregos formais CC	-2.8917	0.2327

Fonte: Autor.

Se uma série de dados é não estacionária, isso pode complicar a aplicação da análise de causalidade de Granger. A causalidade de Granger é baseada na ideia de que uma série temporal X "causa" outra série temporal Y se a informação passada de X ajuda a prever Y melhor do que apenas as informações passadas de Y.

No entanto, a causalidade de Granger pressupõe a estacionariedade das séries envolvidas. Quando as séries são não estacionárias, podem estar presentes tendências, sazonalidades ou comportamentos irregulares, o que pode levar a resultados enganosos na análise de causalidade de Granger. Tais fatores tornariam os resultados do teste de causalidade de Granger inconclusivo, sendo estes então descartados para o presente estudo.

4.4 Análise dos Indicadores Relevantes

Diante da análise mais detalhada do PIB com relação aos dois indicadores da ICC que apresentaram uma forte correlação, está apresentada na Tabela 17 as tendências que as correlações estão tomando com o passar do tempo. O PIBpc por se mostrar uma variável extremamente ligada ao PIB vai ser descartada desta análise por apresentar resultados semelhantes.

Tabela 17 - Correlações dos principais indicadores da ICC x PIB

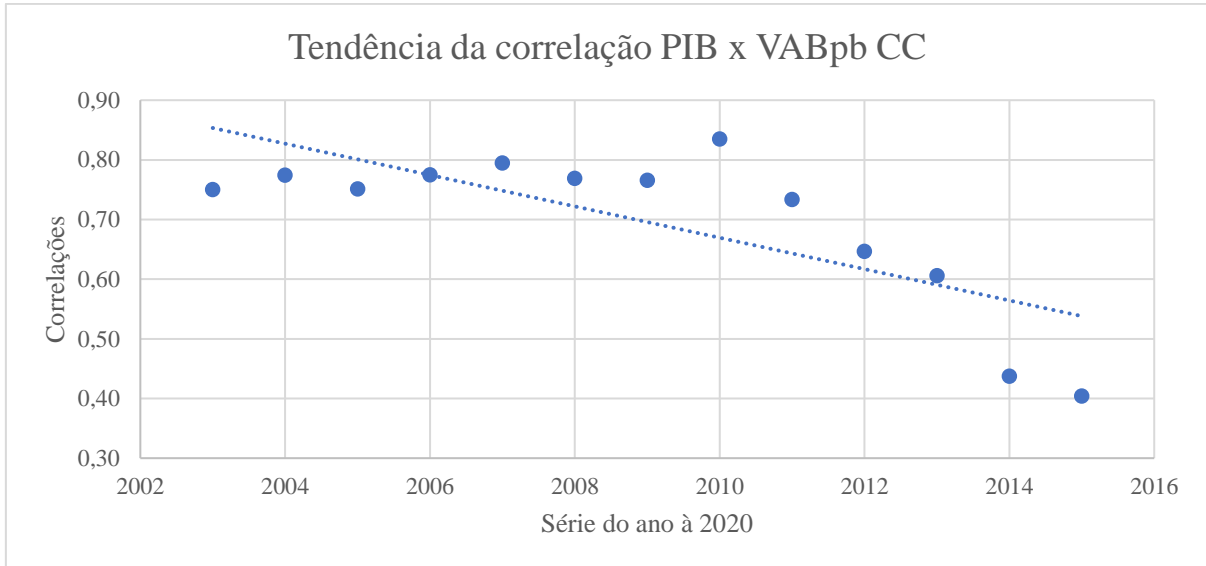
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020
PIB x VABpb CC	0,75	0,77	0,75	0,77	0,79	0,77	0,77	0,84	0,73	0,65	0,61	0,44	0,40
PIB x Empregos Formais CC	0,78	0,79	0,79	0,79	0,80	0,80	0,79	0,86	0,82	0,81	0,80	0,75	0,82

Fonte: Autor.

É perceptível que o VABpb CC está cada vez menos relacionado com o PIB, decrescendo de um coeficiente de 0,75 em da série 2003-2020 para 0,4 da série 2015-2020, o que fica mais explícito através da

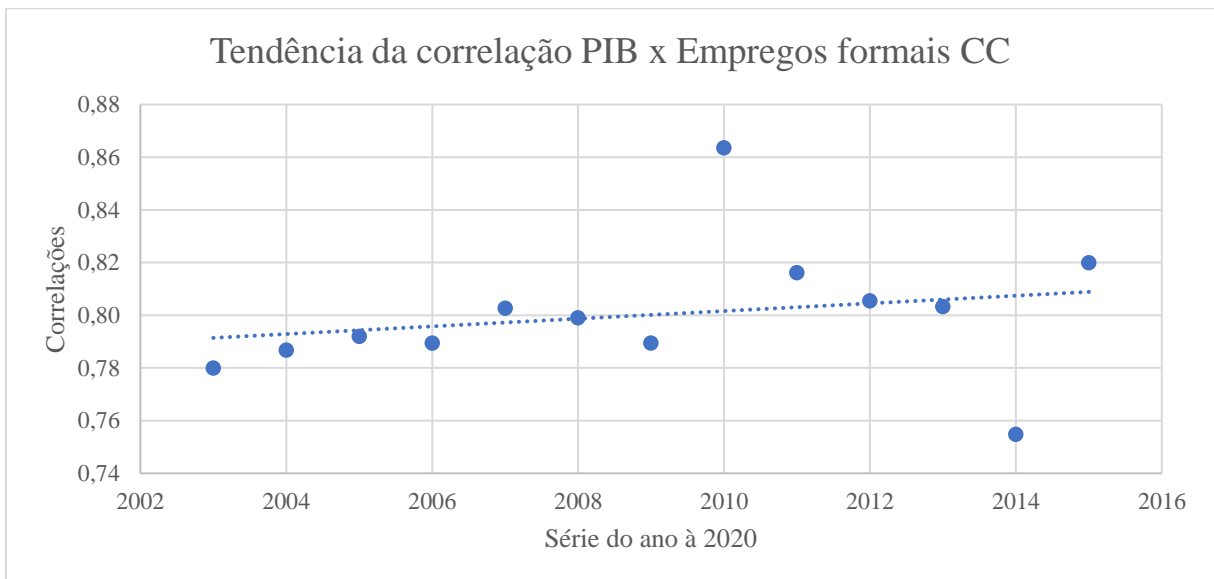
Figura 5, enquanto que os empregos formais na CC têm uma tendência de crescimento, próxima de uma tendência de estabilidade dada a suave inclinação na sua correlação como ilustra a Figura 6.

Figura 5 - Gráfico da tendência de correlação PIB x VABpb CC



Fonte: Autor

Figura 6 - Gráfico da tendência de correlação PIB x Empregos formais CC

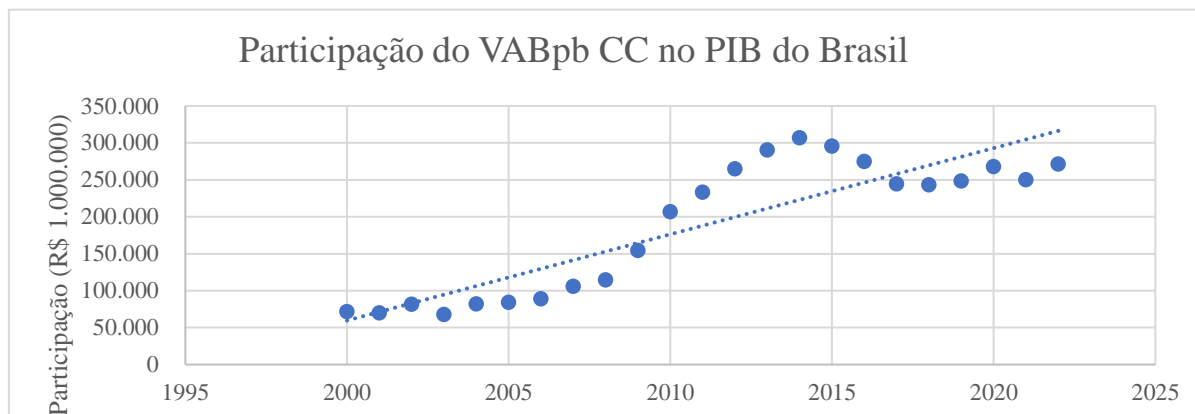


Fonte: Autor.

Este se torna um fenômeno complexo, porém que pode ser explicado analisando o VABpb CC a valores absolutos e taxas de participação, onde nota-se que há crescimento em valores absolutos como observado na Figura 7, mas crescem muito abaixo do PIB conforme a taxa de participação a cada ano a partir da Tabela 18 que apresenta uma participação que sai de

7% no ano de 2000 para 3,2% em 2022 mostrado que a indústria está cada vez menos importante para a economia do país apesar de manter seu aspecto gerador de empregos.

Figura 7 - Gráfico de participação do VABpb CC no PIB



Fonte: Autor.

Tabela 18 - Desempenho da ICC no valor adicionado bruto e taxa de participação no PIB

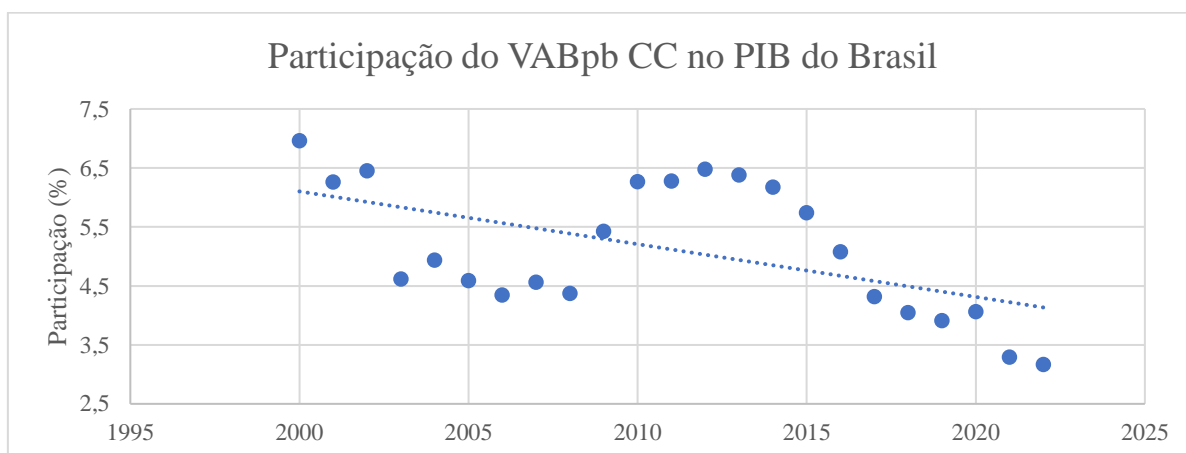
ANO	VALOR ADICIONADO BRUTO - VABpb Valores Correntes (R\$ 1.000.000)	PARTICIPAÇÃO DO VABpb CONSTRUÇÃO CIVIL NO PIB (%)
CONSTRUÇÃO CIVIL		
2000	71.780	7,0
2001	70.182	6,3
2002	81.980	6,5
2003	67.878	4,6
2004	82.057	4,9
2005	84.571	4,6
2006	89.102	4,3
2007	105.871	4,6
2008	114.802	4,4
2009	154.624	5,4
2010	206.927	6,3
2011	233.544	6,3
2012	265.237	6,5
2013	290.641	6,4
2014	306.946	6,2
2015	296.018	5,7
2016	275.187	5,1
2017	244.800	4,3
2018	243.280	4,0
2019	248.643	3,9
2020	267.921	4,1
2021	250.319	3,3
2022	271.578	3,2

Fonte: Banco de Dados-CBIC.

(*) Dados de 2021 e de 2022 referem-se às Contas Nacionais Trimestrais 4º Trim./2022.

Este comportamento gera uma taxa de decrescimento quando comparada ao crescimento geral ilustrado na Figura 8, o que mostra que a indústria perde espaço para demais setores da economia, o que também é gerado pela queda de investimento no setor exposta na Tabela 19 que indica uma queda de 2,2% em 12 anos que deve ser revertido para a manutenção da importância do setor para o país.

Figura 8 - Gráfico da participação do VABpb CC no PIB



Fonte: Autor.

Tabela 19 - Taca de investimento na ICC

TAXA DE INVESTIMENTO¹	
ANO	FBCFcc/ PIB
	(%)
2010	10,2
2011	10,4
2012	10,8
2013	10,7
2014	10,3
2015	9,4
2016	8,3
2017	7,2
2018	6,8
2019	6,9
2020	7,4
2021	7,7
2022	8,0

Fonte: Banco de Dados-CBIC.

¹Taxa de Investimento = FBCF/PIB. Cálculo realizado em valores correntes.

²FBCF (Formação Bruta de Capital Fixo)

* Dados de 2021 e 2022 foram atualizados conforme CNT- 1º Trim./23.

Obs.: Dados da FBCF Construção de 2010 a 2020 referem-se a Contas Nacionais 2020 (divulgado em nov/22). Já o dado da FBCF Construção em 2021 e 2022 referem-se às CNT 4º trim/22.

Os resultados demonstram que a ICC está fortemente ligada a economia do país, porém perdendo sua relevância ao longo dos anos de maneira preocupante em um processo de desindustrialização do país, o que faz com que haja uma perda de oportunidade em elevar seu papel social, que como demonstrado neste estudo, tem importância nos indicadores sociais do país, mas com potencial subutilizado.

O PIB e o PIBpc, indicadores econômicos utilizados para os testes, se mostraram muito ligados a geração de emprego e investimentos no país, atestando sua importância como indicadores econômicos influentes nas decisões empresariais e afetada pelas mesmas, sendo um termômetro para medidas conservadoras ou arriscadas dentro dos setores públicos e privados, inclusive dentro da ICC dada a correlação demonstrada no atual trabalho.

Além disso, a ICC tem um alto potencial de influência mútua com a sociedade através das variáveis ligadas a qualidade social que foram utilizadas nesse estudo, o IDH e os empregos formais no país, pois possuem uma boa correlação que não se mostram mais fortes apenas pelo impacto mais fraco do que poderia ser possível entre os indicadores, que é fruto para o lado social das baixas transformações da formação de capital em serviços públicos, aumento de salários e geração de oportunidades. Já para o lado da construção civil, é fruto da falta de retorno ao setor em forma de investimentos devido aos benefícios gerados a sociedade pela movimentação da indústria, sendo imprescindível que esses investimentos não percam força, para que o setor aumente seu papel social e que haja a correta aplicação no país dos resultados que a ICC traz.

Por outro lado, dado a irrelevância de todos os fatores com a média salarial na CC, é clara a desvalorização gradual do setor, principalmente aos cargos técnicos seguindo a não obediência dos pisos salariais, de forma independente a situação da economia ou momento do setor.

5 CONCLUSÃO

O Objetivo principal deste estudo foi analisar variáveis de forma quantitativa e obter explicações para as correlações entre a ICC e situação socioeconômica do Brasil através dos mesmos para fornecimento de dados para análises futuras que contribuam academicamente, além de estratégias e reflexões de ordem pública e privada. Foram utilizadas 7 variáveis, 3 ligadas majoritariamente a CC, 2 à economia e 2 à qualidade social do país, encontrando uma forte correlação entre 4 dessas variáveis entre si: PIB, PIBpc, VABpb CC e Empregos formais

na CC. No entanto, três variáveis não apresentaram significância estatística: O salário médio na CC, empregos formais no Brasil e IDH, sendo que as duas últimas apresentaram uma relação majoritariamente moderada, mas com relevância suficiente para se obter aspectos importantes da interação com as demais variáveis, sendo os resultados do método de Causalidade Granger inconclusivo para os dados explorados até o momento.

Portanto, pode-se concluir que além de alcançar o objetivo principal do trabalho, a pesquisa ampliou o conhecimento sobre as possíveis relações entre dados de grande relevância socioeconômica e da ICC, permitindo entender como essas variáveis se correlacionam, e assim, contribuindo para a busca de soluções. De modo que essa contribuição pode ser aproveitada tanto pelos gestores públicos, quanto pelo setor privado.

Sendo assim é importante que ocorram melhores políticas de retorno social do capital adicionado a economia em geral e a análise desse retorno gerado pela ICC contribuindo pra maiores investimentos nessa indústria. Além de ser observada a absoluta relevância que a queda da ligação ente PIB e VABpb CC ao longo do tempo se reverta através de manobras que desfaçam o processo de desindustrialização do país e que corra um processo de retorno a uma melhor valorização dos funcionários no setor.

Por fim, visto a relevância do assunto para a ICC e para a sociedade em geral, recomenda-se a realização de mais pesquisas sobre essas relações abordadas no futuro com uma maior robustez na série temporal que identifique a causalidade entre os indicadores que se mostraram mais relevantes, além da comparação de como se comporta a correlação da CC com os índices sociais no Brasil e em outros países de excelentes números sociais para medir o quanto o Brasil pode melhorar seu impacto social e estudos sobre os impactos da desindustrialização do país e da desvalorização da mão de obra no setor.

REFERÊNCIAS

- ALALOUL, W. S. et al. Construction sector contribution to economic stability: Malaysian gdp distribution. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 9, 1 maio 2021.
- ALMEIDA, M. S. T. et al. ANÁLISE DA CORRELAÇÃO DO VOLUME DE RESÍDUOS SÓLIDOS PROVENIENTES DA CONSTRUÇÃO CIVIL COM O PRODUTO INTERNO BRUTO PARA OS MUNICÍPIOS NO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Revista Augustus**, v. 24, n. 49, p. 320–331, 17 dez. 2019.
- ANAMAN, K. A.; OSEI-AMPONSAH, C. Analysis of the causality links between the growth of the construction industry and the growth of the macroeconomy in Ghana. **Construction Management and Economics**, v. 25, n. 9, p. 951–961, set. 2007.
- BALTAR, P. Política econômica, emprego e política de emprego no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 28, n. 81, p. 95–114, 1 ago. 2014.
- BARRO, R. J. Economic growth in a cross section of countries. **Quarterly Journal of Economics**, v. 106, n. 2, p. 407–443, 1991.
- BOLKOL, H. K. Causal Relationship between Construction Production and GDP in Turkey. **International Journal of Research in Business and Social Science (2147- 4478)**, v. 4, n. 3, p. 42–53, 22 jan. 2015.
- CHIANG, Y. H.; TAO, L.; WONG, F. K. W. Causal relationship between construction activities, employment and GDP: The case of Hong Kong. **Habitat International**, v. 46, p. 1–12, 1 abr. 2015.
- CHR.MAVRIDIS, S.; VATALIS, K. I. Investment in Construction and Economic Growth in Greece. **Procedia Economics and Finance**, v. 24, p. 386–394, 2015.
- DA SILVA, S. M. et al. Segmentação de mercado: análise do perfil sócio-econômico dos municípios do Paraná. **Informe GEPEC**, v. 10, n. 2, 2006.
- DALLA VECCHIA, R. V. R. ORÇAMENTO PÚBLICO COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE DOS INDICADORES SOCIOECONÔMICOS E DAS POLÍTICAS PÚBLICAS. **A Produção do Conhecimento nas Ciências Sociais Aplicadas 3**, p. 204, [s.d.].

DE LIMA, M.; FILHO, B.; BORDEAUX-REGO, R. RELAÇÕES DE CAUSALIDADE ENTRE O RETORNO DAS AÇÕES DO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRO E INDICADORES MACROECONÔMICOS. *Engevista*, v. 17, n. 3, p. 308–322, 13 maio 2015.

DE OLIVEIRA LOUZANO, J. P. et al. Causalidade de Granger do índice de desenvolvimento socioeconômico na gestão fiscal dos municípios brasileiros. *Revista de administração pública (Rio de Janeiro)*, v. 53, n. 3, p. 610–627, 2019.

DOS SANTOS FILHO, M. R.; DIAS FILHO, J. M.; FERNANDES, G. B. Avaliação da capacidade de predição do Índice de Desenvolvimento Humano dos Municípios (IDH-M) a partir das demonstrações contábeis e legais. *Revista Ciências Administrativas*, v. 18, n. 1, p. 83–109, 2012.

FIALHO, K. E. R. et al. Aspectos econômicos da construção civil no Brasil. 2014.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). *Revista Política Hoje*, v. 18, n. 1, p. 115–146, 2009.

GOMEZ-SANCHEZ, A. M.; RAMÍREZ-GUTIÉRREZ, Z.; RIVADENEIRA-DAZA, J. L. El sector de la construcción en el departamento del Cauca: ¿una locomotora de crecimiento en el corto y largo plazo? *Tecnura*, v. 27, n. 75, p. 113–139, 1 jan. 2023.

GRANGER, C. W. J. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*, v. 37, n. 3, p. 424–438, 1969.

HECKLER, C. E. Applied Multivariate Statistical Analysis. *Technometrics*, v. 47, n. 4, p. 517, 2005.

IBGE. PESQUISA ANUAL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Rio de Janeiro: [s.n.]. v. 13

JANNUZZI, P. DE M. Indicadores sociais no Brasil: conceitos, fontes de dados e aplicações. Em: *Indicadores sociais no Brasil: conceitos, fontes de dados e aplicações*. [s.l.: s.n.]. p. 141.

JOHNSON, R. A.; BHATTACHARYYA, G. Statistics: principles and methods. 1992.

OZKAN, F.; OZKAN, O.; GUNDUZ, M. Causal relationship between construction investment policy and economic growth in Turkey. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 79, n. 2, p. 362–370, fev. 2012.

PEREIRA, C. A. A Distribuição do Produto da Arrecadação do ICMS no Estado do Pará e o Comportamento do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal–IDH-M. [s.d.].

PIRES TEIXEIRA, L.; MARÍLIA ANDRADE DE CARVALHO, F. **A CONSTRUÇÃO CIVIL COMO INSTRUMENTO DO DESENVOLVIMENTO DA ECONOMIA BRASILEIRA**. [s.l: s.n.].

RAMACHANDRA, T.; ROTIMI, J. O. B.; RAMEEZDEEN, R. Direction of the Causal Relationship between Construction and the National Economy of Sri Lanka. **Journal of Construction in Developing Countries**, v. 18, n. 2, 2013.

RAMEEZDEEN, R.; RAMACHANDRA, T. Construction linkages in a developing economy: The case of Sri Lanka. **Construction Management and Economics**, v. 26, n. 5, p. 499–506, maio 2008.

REZENDE, A. J.; SLOMSKI, V.; CORRAR, L. J. A gestão pública municipal e a eficiência dos gastos públicos: uma investigação empírica entre as políticas públicas e o índice de desenvolvimento humano (IDH) dos municípios do Estado de São Paulo. **Revista Universo Contábil**, v. 1, n. 1, p. 24–40, 2005.

SAHOO, P.; DASH, R. K. Economic growth in South Asia: Role of infrastructure. **Journal of International Trade and Economic Development**, v. 21, n. 2, p. 217–252, abr. 2012.

SHIGUEO YUKI, W. **ANÁLISE DAS RELAÇÕES ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA ORGANIZACIONAL E O NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO DOS PROCESSOS GERENCIAIS DE EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**. [s.l: s.n.].

SOUZA, B. A. et al. ANÁLISE DOS INDICADORES PIB NACIONAL E PIB DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **RDE - Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 17, n. 31, p. 140, abr. 2015.

VIEIRA, B. A.; NOGUEIRA, L. Construção civil: crescimento versus custos de produção civil. **Sistemas & Gestão**, v. 13, n. 3, p. 366–377, 2018.

WONG, J. M. W.; CHIANG, Y. H.; NG, T. S. Construction and economic development: The case of Hong Kong. **Construction Management and Economics**, v. 26, n. 8, p. 815–826, 2008.