

## PRODUTIVIDADE DOS DESENVOLVEDORES: DIMINUINDO A COMPLEXIDADE DE MENSURAÇÃO

### RESUMO

A inovação trazida pela expansão da Tecnologia da Informação (TI) tem mudado diversos aspectos da vida em sociedade, esta inovação tem ainda gerado uma transformação social na vida dos profissionais que atuam com TI, dos quais são requisitados mais conhecimentos e habilidades para resolver problemas e desenvolver soluções tecnológicas cada vez mais eficazes no ambiente globalizado. Todavia esta situação traz consigo a complexidade na compreensão da ação destes profissionais no mercado de trabalho, mais especificamente, como avaliar o papel do profissional desenvolver de software neste ambiente complexo. Nesta pesquisa mapeamos as diversas fontes de avaliação do trabalho dos desenvolvedores em escala psicométrica e resumimos em 4 grandes fatores com uso da técnica de Análise Fatorial Exploratória. O resultado gerou 4 grandes fatores validados estatisticamente: *Satisfação com o trabalho*, *Resolução de problemas no trabalho*, *Processos bem definidos para desenvolvimento de software* e *Estabilidade no trabalho*. Esta pesquisa contribui resumindo uma gama de variáveis em quatro fatores diminuindo a complexidade da análise do trabalho do desenvolvedor, trazendo valor tanto para pesquisas que podem testar relações complexas quanto para o mercado que pode avaliar melhor o desempenho profissional desta classe.

**Palavras-chave:** Desenvolvedor de software, Análise Fatorial Exploratória, Relações de Trabalho, Tecnologia da Informação.

### 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a demanda por profissionais no desenvolvimento e análise de software tem crescido exponencialmente. Com a expansão da tecnologia, o aumento significativo do uso de smartphones — que agora superam a quantidade de brasileiros — e o desenvolvimento contínuo de tecnologias móveis, a necessidade por desenvolvedores capacitados nunca foi tão grande. Dados de mercado indicam um aumento constante na procura por especialistas em tecnologia da informação, destacando uma defasagem significativa entre a oferta e a demanda por esses profissionais.

De acordo com a Isto É, cerca de 78% dos profissionais de outras áreas desejam migrar para a área de TI, a procura de recolocação no mercado e mais oportunidades com melhor bonificação financeira. No Brasil, essa lacuna é particularmente preocupante. Estima-se que até 2025 haverá uma demanda de cerca de 797 mil profissionais de tecnologia, enquanto o país forma apenas cerca de 46 mil profissionais por ano, resultando em um grande déficit (BRASSCOM, 2021; INFOMONEY, 2023). Esse descompasso no mercado tem levado a um aumento significativo nos salários, com muitos cargos apresentando aumentos superiores à inflação, incluindo posições para iniciantes na área (FORBES, 2023). Esse fenômeno atrai muitas pessoas para o setor, com uma migração de carreira para TI cada vez mais evidente.

Entretanto, a rápida inserção de novos profissionais não resolve o problema e gera novas pressões na vida desses trabalhadores. A necessidade de entender a dinâmica de sua atuação no mercado torna-se essencial para garantir a sustentabilidade e a eficiência do setor.

Com base nesse cenário, nossa pesquisa tem como objetivo explorar a produtividade no trabalho de desenvolvimento de software e indicar maneiras de aprimorar e incrementar a produtividade do desenvolvedor. Para tal, foi realizada uma análise fatorial exploratória, baseada no estudo de MURPHY-HILL et al. (2021), para investigar as variáveis que influenciam a produtividade desses profissionais, considerando a pressão do mercado e as condições de trabalho.

Esta pesquisa está estruturada da seguinte forma: a primeira seção introduz o contexto

e a relevância do estudo; a segunda seção aborda a teoria envolvida; a terceira seção descreve a metodologia aplicada; a quarta seção apresenta os resultados obtidos; e, finalmente, a quinta seção discute as conclusões e implicações práticas do estudo.

Compreender os determinantes da produtividade no desenvolvimento de software é crucial para a formulação de políticas e práticas que possam mitigar a defasagem de profissionais e melhorar as condições de trabalho, contribuindo para um mercado de TI mais equilibrado e eficiente.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 O acompanhamento da avaliação do trabalho**

A avaliação do trabalho é uma prática fundamental a ser realizada em empresas de qualquer porte. Trazendo benefícios para ambas as partes, ela garante o desenvolvimento da carreira, aprimoramento contínuo, motivação, engajamento e melhoria da qualidade por parte do desenvolvedor, além de suportar decisões estratégicas, o cumprimento de prazos e contínuo alinhamento com o objetivo por parte da empresa (BAUMERT & MCWHINNEY, 1992).

Em geral, o acompanhamento do desempenho permite ao empregador identificar os pontos fortes e as deficiências em tempo real, agindo o quanto antes para mitigar erros e impulsionar atividades e treinamentos relevantes, como por exemplo, a criação de programas de treinamento específicos que visam melhorar as áreas deficitárias e potencializar os talentos individuais. Avaliações recorrentes fornecem também, ao empregador, uma base de dados sólida para feedback individual construtivo, ajudando os funcionários a entenderem como podem aprimorar suas habilidades e competências e, como consequência, exibindo melhores resultados relacionados à engajamento e comunicação (KANTORSKI, 2018).

No entanto, muitos dos benefícios em potencial que uma organização deriva de um programa de medição e acompanhamento muitas vezes não são atingidos devido à falta de comprometimento de líderes e gestores de aderir a dito programa de acompanhamento. As políticas de avaliação devem ser elaboradas e instituídas de maneira sólida, visando não apenas ser uma declaração, mas um comprometimento total que envolve todas as partes do processo. Isto inclui a alocação de todos os recursos e staff necessários e monitoramento contínuo para garantir o sucesso, continuidade e usabilidade da avaliação (BAUMERT & MCWHINNEY, 1992). É importante que um indivíduo ou grupo tome responsabilidade pelo acompanhamento de tais atividades. Os responsáveis identificam as métricas a serem coletadas, estabelecem treinamentos e monitoram a consistência de tais métricas entre os times e projetos, auxiliando líderes e gestores a utilizarem as mesmas para o benefício geral da organização implementando as medidas acima.

É importante notar que o fator humano no programa de avaliação não deve ser descartado. Como sucesso e fracasso estão atrelados fortemente aos colaboradores, é primordial que durante o processo de acompanhamento de avaliações, todos os colaboradores possam ver os benefícios e resultados do programa e entendam que os resultados obtidos serão usados para seu benefício e desenvolvimento, ao invés de causar insegurança e desconfiança entre líderes e seus subordinados.

### **2.2 As dificuldades do trabalho do desenvolvedor**

Nos tempos atuais, o papel do desenvolvedor de software tem se tornado cada vez mais sobrecarregado. A crescente demanda por novas tecnologias, a necessidade de atualização constante de habilidades e o ritmo acelerado dos ciclos de desenvolvimento contribuem para um ambiente de alta pressão (PAGON, 2017; ESCOBAR, 2018). Desenvolvedores são frequentemente desafiados a equilibrar múltiplas tarefas e responsabilidades, que incluem não apenas a escrita e a manutenção de código, mas também a resolução de bugs, a implementação de novas funcionalidades e a adaptação a novos frameworks e linguagens de programação

(GRAZIOTIN, WANG, & ABRAHAMSSON, 2018).

Além das responsabilidades técnicas, os desenvolvedores frequentemente enfrentam desafios relacionados à colaboração em equipe, gestão de projetos e comunicação com stakeholders (FORD, SMITH, & PARNIN, 2016). Em equipes distribuídas, esses desafios podem ser ainda mais pronunciados devido a diferenças de fuso horário e barreiras culturais, exigindo habilidades aprimoradas de comunicação e coordenação (HERBSLEB & MOCKUS, 2003). Estudos mostram que essa sobrecarga pode levar ao esgotamento profissional e à diminuição da produtividade, destacando a importância de estratégias eficazes de gerenciamento de trabalho e suporte organizacional para mitigar esses efeitos negativos (MEYER et al., 2017).

Adicionalmente, o ambiente de trabalho pode impactar significativamente o bem-estar e a produtividade dos desenvolvedores. Ambientes ruidosos e interrupções constantes são variáveis que dificultam a concentração e a continuidade das tarefas (DEMARCO & LISTER, 1985). A capacidade de trabalhar remotamente ou em espaços de trabalho silenciosos tem sido apontada como uma solução potencial para melhorar a produtividade e a satisfação dos desenvolvedores (MEYER et al., 2017).

Dado esse cenário de sobrecarga e desafios, torna-se essencial investigar as demandas de ambiente de trabalho e a produtividade dos desenvolvedores de software.

### **2.3 Avaliação do trabalho do desenvolvedor de software**

A questão relacionada às demandas sobre desenvolvedores de software não é novidade, na qual temos diversos estudiosos empenhados em compreender o perfil e a dinâmica profissional desses indivíduos. Pesquisadores como PALVALIN et al. (2015), HERNAUS & MIKULIĆ (2008), WAGNER & RUHE (2008) e MEYER et al. (2017) têm se dedicado a explorar diferentes aspectos que influenciam a produtividade e o bem-estar dos desenvolvedores.

As pesquisas apontam que a produtividade dos desenvolvedores pode ser afetada por uma ampla gama de variáveis, desde aspectos técnicos, como a utilização de ferramentas apropriadas e a eficiência dos processos de desenvolvimento (WAGNER & RUHE, 2008), até variáveis não técnicas, como o entusiasmo pelo trabalho (HERNAUS & MIKULIĆ, 2008), o apoio dos colegas para novas ideias (PALVALIN et al., 2015) e feedback construtivo sobre o desempenho (MEYER et al., 2017).

PALVALIN et al. (2015) focaram na análise do desempenho laboral do conhecimento, considerando o ambiente de trabalho físico, virtual e social. HERNAUS & MIKULIĆ (2008) realizaram uma revisão científica sistemática das características do trabalho e seu impacto no desempenho laboral, sublinhando a importância da autonomia e da complexidade das tarefas. WAGNER & RUHE (2008) ofereceram uma revisão detalhada dos fatores específicos de produtividade no desenvolvimento de software, categorizando-os em técnicos e não técnicos. MEYER et al. (2017) exploraram a vida laboral dos desenvolvedores, destacando a necessidade de reduzir interrupções e administrar mudanças de contexto.

O trabalho de MURPHY-HILL et al. (2021) enfatiza que fatores não técnicos, como o entusiasmo pelo trabalho e o apoio para novas ideias, têm uma forte correlação com a produtividade autoavaliada dos desenvolvedores, sugerindo áreas promissoras para futuras iniciativas de melhoria de produtividade. Por exemplo, enquanto PALVALIN et al. (2015) destacam a importância do ambiente físico e virtual, MURPHY-HILL et al. (2021) complementam ao focar no impacto do ambiente social e do suporte no local de trabalho. HERNAUS & MIKULIĆ (2008) e WAGNER & RUHE (2008) corroboram a relevância de variáveis como a autonomia e a complexidade das tarefas, alinhando-se com as conclusões de MURPHY-HILL et al. (2021) sobre a importância do entusiasmo e do apoio para a inovação. Já MEYER et al. (2017) adicionam a dimensão das interrupções e mudanças de contexto, que também são cruciais para a produtividade, conforme corroborado por MURPHY-HILL et al.

(2021).

Assim, ao analisar esses estudos de forma integrada, percebe-se que um ambiente de trabalho que equilibre aspectos técnicos e humanos pode ser a chave para maximizar a produtividade dos desenvolvedores de software.

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1 Refinamento do instrumento de coleta de dados**

O objetivo desta pesquisa é aprimorar a forma de análise da produtividade dos desenvolvedores de software, para isso foi utilizado o artigo de MURPHY-HILL et al. (2021), que prevê a produtividade dos desenvolvedores e com base neste trabalho, foi utilizada a Análise Fatorial Exploratória, para reduzir a quantidade de fatores definidos na pesquisa do autor, focando em identificar elementos que realmente impactam na produtividade para serem agrupados, através de uma análise fatorial exploratória referenciada por HAIR, et al. (2006)

A pesquisa de MURPHY-HILL et al. (2021) condensou 127 dimensões, que foram reduzidos 48 dimensões que o autor levantou de múltiplas análises que visavam entender como mensurar e melhorar a produtividade de desenvolvedores, como a pesquisa de RAMÍREZ & NEMBHARD (2004) que desenvolveram uma lista de técnicas para avaliar a performance dos desenvolvedores que podem ser separadas em indicadores objetivos, como horas trabalhadas e indicadores subjetivo como feedback de gestores e avaliações do setor de recursos humanos.

Para alcançar um estudo quantificável, reunimos inicialmente todas as 48 variáveis definidas por MURPHY-HILL et al. (2021) em seu artigo. Em seguida, com a ajuda de uma especialista em letras, realizamos a tradução de todas as dimensões. Com a análise da especialista em mãos, eliminamos algumas questões que não se encaixavam fora do idioma inglês, de modo a possibilitar o início da primeira análise com as variáveis restantes. Assim, as variáveis foram devidamente traduzidas e contextualizadas para o português brasileiro, permitindo prosseguir com a análise.

A etapa de validade de face foi realizada com 3 especialistas que no caso eram desenvolvedores seniores. Que avaliaram as questões e compartilharam seus feedbacks em relação ao entendimento das perguntas, reunimos essas 3 perspectivas e com base nesses resultados retiramos outras questões nas quais o sentido não ficou claro.

Dentre as melhorias que foram obtidas através validação dos especialistas, coletamos através dos entrevistados que algumas questões poderiam ser transformadas em uma só, além de também sugerirem uma definir melhor a especificidade de algumas perguntas. Uma das melhorias sugeridas pelos entrevistados no pré-teste foi renomear onde era citado "Meu Software" nas dimensões por "Os softwares/APIs do projeto ao qual estou inserido", para que fosse mais evidente para o que significasse especificamente cada dimensão. Assim, realizamos a redução inicial das dimensões de 48 para 36 com os feedbacks coletados na validação dos especialistas.

Para evitar vieses nas respostas sobre a pesquisa, utilizamos questões de controle para garantir que os dados não fossem distorcidos, utilizando perguntas como: idade, tempo que atua como desenvolvedor de software, gênero, formação, faixa salarial, tamanho da empresa que trabalha e senioridade. Mitigamos o problema de que um grupo fosse dominante a ponto de quebrar o balanço na diversificação dos dados, em momento em que tivemos muitas respostas de pessoas mais experientes buscando compartilhar com estudantes e juniores. Além disso, foi incluída uma questão invertida, que foi utilizada como ponto de validação, para determinar se um formulário poderia ser utilizado na base com as respostas obtidas.

Com a validação pelos especialistas, realizamos um pré-teste que se constituía de uma coleta inicial de respostas através de um formulário utilizando a plataforma Google Forms. Foram coletadas as percepções de 5 desenvolvedores de software, a respeito das 36 dimensões selecionados que impactam nas suas funções para exercer o seu trabalho como desenvolvedor,

sem utilizar como filtro a senioridade, o quanto é remunerado pelo seu trabalho, tamanho e setor da empresa ou tempo de experiência em sua carreira como desenvolvedor. O resultado das dimensões e variáveis do modelo de Análise Fatorial Exploratória, é apresentado na Tabela 1:  
 \*\*\* Tabela 1 aqui \*\*\*

Tabela 1: Dimensões

<b>Dimensões</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medida</b>
Variáveis de Produtividade dos Desenvolvedores	A rotatividade de pessoas no processo de software do time ao qual estou inserido é alta	Adaptado de MURPHY-HILL et al. (2021)
	As pessoas no meu trabalho são solidárias a novas ideias	
	Meu emprego me permite decidir quais métodos usar para completar meu trabalho	Escala Likert onde 1 = Discordo
	Meu trabalho me permite tomar minhas próprias decisões sobre como gerenciar meu tempo	

Meus requisitos de software não mudam com frequência	totalmente e 5 = Concordo totalmente
As informações fornecidas a mim (relatórios de bugs, histórias de usuários etc.) são precisas	
Eu me sinto confortável em relação às outras pessoas no meu projeto	
Meu trabalho me permite usar meu julgamento pessoal ao realizar as minhas tarefas	
A plataforma do processo de software do time ao qual estou inserido (por exemplo, ambiente de desenvolvimento, stack de software, stack de hardware) muda rapidamente	
Desligo as notificações de e-mail e de outras ferramentas para me concentrar no meu trabalho	
Recebo feedback útil sobre o desempenho do meu trabalho	
Meu trabalho requer o uso de várias habilidades complexas ou de alto nível	
Meu trabalho envolve uma grande variedade de tarefas	
O processo de software do time ao qual estou inserido é extremamente complexo	
Eu uso as melhores ferramentas e práticas para desenvolver meu software	
O conhecimento flui adequadamente entre as pessoas chave em nosso projeto	
Eu me preparo para reuniões.	
O processo de software do time ao qual estou inserido requer uma extensa armazenagem de dados	
Eu sofro poucas interrupções ou distrações enquanto trabalho	
O processo de identificação de bugs do projeto do time ao qual estou inserido é eficiente e eficaz	
O processo de software do time ao qual estou inserido utiliza é bem definido	
Eu procuro as melhores ferramentas e práticas para desenvolver os softwares/apis do projeto ao time ao qual estou inserido	
Eu trabalho com frequência remotamente para realizar tarefas que exigem concentração ininterrupta	
Os resultados do meu trabalho provavelmente afetarão significativamente a vida de outras pessoas	
O processo de software do time ao qual estou inserido requer uma extensa capacidade de processamento	
Eu tenho ampla experiência com a plataforma do meu software (stack de software e stack de hardware)	
Um esforço significativo é necessário para criar e manter os dados necessários para testar meu software	



Eu tenho ampla experiência com as ferramentas e linguagens de programação usadas no processo de software do time ao qual estou inserido
Os requisitos de software mudam com frequência
Eu consigo trabalhar efetivamente fora do escritório.
Eu tenho ampla experiência no desenvolvimento de outros softwares semelhantes ao que estou trabalhando
Mudanças de contexto é uma parte recorrente do meu trabalho
As pessoas do processo de software do time ao qual estou inserido estão fisicamente localizadas juntas
Os prazos do processo de software do time ao qual estou inserido são apertados
Eu preciso de acesso direto a hardware específico para testar meu software
O processo de software do time ao qual estou inserido fornece uma API que será muito utilizada por outros desenvolvedores de software

**Fonte:** Elaborado pelo autor

### 3.2 Amostra

Ao final da pesquisa, mesmo com a pergunta invertida, foi possível notar uma resposta incongruente, assim foi realizado a exclusão dela da base dos resultados. Também houve desenvolvedores que preferiram colocar "Prefiro não responder" no seu salário, para estes, foi calculado uma média do salário do respectivo cargo de cada um.

Para iniciar a análise fatorial exploratória, primeiro renomeamos as descrições das variáveis mencionadas na Tabela 1. Após a coleta dos dados, procedemos com o tratamento e a codificação das variáveis de controle. As variáveis salário, idade, tempo na função, gênero, formação, quantidade de funcionários na empresa e senioridade foram convertidas para uma escala de razão, pois indicam um peso relativo em relação à atenção, não apenas uma classificação (HAIR et al., 2006).

Essa uniformização em escala de razão é essencial para a utilização dos dados na ferramenta estatística Jamovi, com exceção do já citado anteriormente senioridade ao qual foi de 1 a 8, Gênero ao qual 1 representou sexo masculino e 2 sexo feminino, e tamanho da empresa ao qual o 1 se iniciou em De 10 a 50 funcionários e o 6 em 5.001+ funcionários.

Ao final, após o refinamento da base de dados foi removido os *outliers* já citados anteriormente, e chegando a uma média de dados incongruentes, assim foi possível obter uma base para a amostra de 85 respondentes para as 36 dimensões, considerando que foi retirado uma dimensão da base. Dado que o mínimo necessário para uma análise fatorial exploratória segundo HAIR et al.(2006) é duas vezes o valor das dimensões, no nosso caso sendo 73. Foi obtido então um adicional de 17,37% de correspondentes a mais do que o mínimo necessário. Com a base refinada em mãos e com a quantidade um pouco acima de correspondentes, foi possível realizar a análise fatorial e correlação de variáveis.

## 4 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise Fatorial Exploratória

A primeira etapa da Análise Fatorial Exploratória foi feita com a análise da matriz de correlações entre todas as variáveis da pesquisa apresentado na Tabela 2. Conforme é possível

observar, destacado em verde, temos um bom número de correlações acima de 0,3, indicando que é possível prosseguir com a AFE (ZAMBALDI & ARANHA, 2008).

Tabela 2 - Matriz de Correlação

	PROD-1	PROD-2	PROD-3	PROD-4	PROD-5	PROD-6	PROD-7	PROD-8	PROD-9	PROD-10	PROD-11	PROD-12	PROD-13	PROD-14	PROD-15	PROD-16	PROD-17	PROD-18	PROD-19	PROD-20	PROD-21	PROD-22	PROD-23	PROD-24	PROD-25	PROD-26	PROD-27	PROD-28	PROD-29	PROD-30	PROD-31	PROD-32	PROD-33	PROD-34	PROD-35				
PROD-1	0,088																																						
PROD-2	-0,135	0,484																																					
PROD-3	0,095	0,225	0,204																																				
PROD-4	0,004	0,465	0,598	0,088																																			
PROD-5	-0,047	0,738	0,538	0,697	0,463																																		
PROD-6	-0,040	0,459	0,580	0,225	0,361	0,551																																	
PROD-7	0,485	0,062	-0,119	-0,04	0,184	-0,012	-0,118																																
PROD-8	0,266	0,290	0,258	0,004	0,331	0,241	0,090	0,249																															
PROD-9	-0,014	0,365	0,281	0,103	0,191	0,310	0,261	0,106	0,225																														
PROD-10	0,064	0,559	0,425	0,175	0,262	0,457	0,356	0,016	0,266	0,183																													
PROD-11	0,299	-0,029	0,021	-0,559	-0,055	0,061	-0,016	0,315	0,309	0,106	-0,005																												
PROD-12	0,057	0,442	0,382	0,210	0,360	0,355	0,155	0,033	0,089	0,436	0,347	-0,04																											
PROD-13	0,128	0,439	0,407	0,173	0,500	0,375	0,319	0,157	0,114	0,264	0,201	-0,196	0,488																										
PROD-14	0,105	0,336	0,366	0,082	0,265	0,460	0,274	-0,04	0,269	0,340	0,310	0,070	0,367	0,253																									
PROD-15	-0,042	0,263	0,300	0,216	0,364	0,539	0,238	0,025	0,344	0,154	0,266	0,023	0,365	0,320	0,421																								
PROD-16	0,163	0,192	0,093	0,150	0,147	0,296	0,171	0,084	0,047	0,306	0,022	-0,128	0,274	0,159	0,258	0,086																							
PROD-17	-0,029	0,220	0,399	0,088	0,427	0,198	0,040	-0,036	0,273	0,069	0,089	-0,067	0,347	0,282	0,225	0,319	0,123																						
PROD-18	-0,01	0,426	0,468	0,303	0,448	0,364	0,165	0,042	0,294	0,337	0,240	-0,108	0,561	0,484	0,317	0,402	0,287	0,492																					
PROD-19	0,216	0,189	0,202	0,183	-0,001	0,195	0,161	0,177	0,195	0,258	0,178	0,278	0,240	0,224	0,262	0,274	-0,001	0,125	0,326																				
PROD-20	0,242	0,065	-0,038	0,290	0,259	0,112	0,049	0,202	0,250	-0,042	-0,007	0,224	0,052	0,116	0,135	0,257	0,100	0,282	0,168	0,251																			
PROD-21	-0,046	0,264	0,474	0,186	0,335	0,356	0,476	0,053	0,108	0,342	0,371	0,067	0,370	0,470	0,404	0,206	0,194	0,198	0,316	0,383	0,103																		
PROD-22	0,059	0,363	0,300	0,147	0,205	0,428	0,141	-0,045	0,183	0,233	0,135	-0,255	0,446	0,437	0,319	0,259	0,185	0,152	0,373	0,210	-0,136	0,208																	
PROD-23	0,255	0,269	0,230	0,324	0,257	0,119	0,088	0,204	0,194	0,088	0,172	0,065	0,316	0,155	0,261	0,491	0,081	0,309	0,314	0,376	0,368	0,149	0,201																
PROD-24	-0,094	0,418	0,294	0,114	0,263	0,469	0,160	-0,004	0,136	0,196	0,244	-0,153	0,344	0,396	0,203	0,341	0,135	0,132	0,415	0,180	-0,047	0,187	0,739	0,185															
PROD-25	0,027	0,389	0,268	0,030	0,164	0,302	0,194	0,081	0,176	0,561	0,312	0,068	0,370	0,214	0,261	0,222	0,206	0,166	0,278	0,267	-0,176	0,260	0,443	0,071	0,335														
PROD-26	0,107	0,353	0,277	-0,045	0,348	0,342	0,155	0,127	0,282	0,292	0,256	-0,019	0,426	0,353	0,325	0,289	0,287	0,279	0,366	0,270	0,114	0,290	0,536	0,305	0,517	0,415													
PROD-27	0,426	0,071	-0,037	-0,032	-0,051	0,115	0,172	0,389	0,307	0,067	0,182	0,446	-0,178	0,035	0,146	0,089	-0,05	-0,131	-0,137	0,350	0,189	0,157	-0,059	0,132	-0,007	0,184	0,005												
PROD-28	0,294	0,002	-0,086	0,212	-0,07	0,151	0,077	0,159	0,178	-0,007	0,056	0,291	-0,173	-0,118	0,205	0,098	0,049	-0,045	-0,09	0,062	0,508	-0,11	-0,17	0,229	-0,113	-0,356	0,129	0,306											
PROD-29	0,123	0,432	0,381	0,101	0,359	0,528	0,325	0,119	0,190	0,223	0,440	0,106	0,478	0,468	0,383	0,303	0,182	0,159	0,472	0,356	-0,026	0,498	0,610	0,167	0,542	0,395	0,401	0,170	0,002										
PROD-30	0,397	0,194	0,079	0,315	0,103	0,135	0,020	0,311	0,316	0,021	0,347	0,215	0,249	0,199	0,248	0,370	0,023	0,040	0,350	0,466	0,302	0,134	0,197	0,415	0,175	0,101	0,180	0,355	0,340	0,345									
PROD-31	-0,14	0,336	0,514	0,173	0,341	0,404	0,317	0,007	0,219	0,329	0,354	-0,07	0,365	0,418	0,446	0,502	0,119	0,206	0,479	0,218	0,029	0,437	0,301	0,266	0,343	0,278	0,377	0,073	0,019	0,485	0,214								
PROD-32	0,163	0,393	0,418	0,123	0,250	0,353	0,299	-0,033	0,330	0,300	0,369	0,057	0,451	0,254	0,358	0,478	0,136	0,366	0,356	0,436	0,133	0,273	0,426	0,338	0,306	0,393	0,392	0,173	-0,068	0,366	0,431	0,372							

Fonte: Elaborado pelo autor

Na segunda etapa executamos a AFE utilizando o software Jamovi (The jamovi project (2024). *jamovi* (Version 2.5) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>), foi utilizado um peso de 0.3 de carga fatorial, como critério de manter a supressão padrão utilizada comumente em análises fatoriais. Para rotação utilizamos a rotação varimax, que segundo DAMASIO (2012) é a rotação comumente mais utilizada para análises fatoriais exploratórias de maneira geral.

Como método de extração foi utilizado máximo verossimilhança ao invés da análise de componentes principais, pois segundo Costello et al. (2005), é preferível quando se quer maximizar a verossimilhança dos dados, e que espera que seus dados estejam relacionados, ao contrário da análise de componentes principais a qual se espera manter uma variabilidade.

Dado que inicialmente após a redução de variáveis e resultados do formulário era esperado certa correlação entre as variáveis, optou-se por utilizar a rotação varimax, devido a principalmente ser um pouco mais flexível e recomendada para quando se espera que haja alguma correlação entre as variáveis conforme informado por Hongyu (2018).

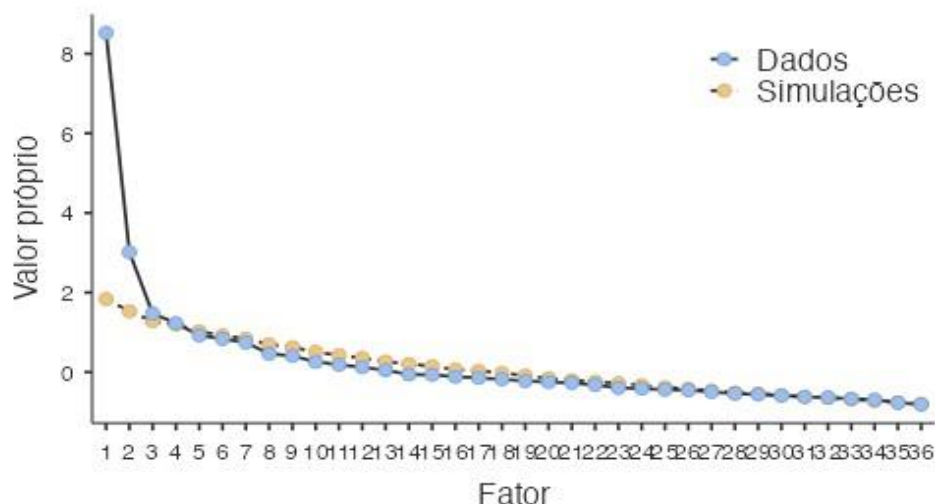
A Figura 1 mostra o gráfico de sedimentos, conforme é possível observar pela quebra no gráfico a propensão que a AFE traga 4 fatores.

Figura 1 - Gráfico de Sedimentos (Scree plot)



## Valores próprios

Gráfico de Sedimentos (Scree plot)



Fonte: Software Jamovi

### 4.2 Aplicação do KMO

Com a execução da AFE observamos o índice KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) como critério para saber se poderíamos prosseguir com a AFE. Conforme descrito por Hongyu (2018), O KMO pode ser utilizado para definir a relação e significância de um fator, utilizando uma medida de 0 a 1. Valores acima de 0.5 são considerados possíveis de serem utilizados, enquanto valores abaixo de 0.5 indicam pouca correlação. Com essas informações, foram removidos então os indicadores 23 (0.377), 24 e 28, conforme podemos ver na Tabela 3, onde apenas 3 variáveis apresentam valores menores que 0,5.

Tabela 3- Índice KMO

## Medida de Adequação de Amostragem de KMO

	MAA
Global	0.745
PROD-1	0.652
PROD-2	0.736
PROD-3	0.846
PROD-4	0.599
PROD-5	0.822
PROD-6	0.764
PROD-7	0.665
PROD-8	0.697
PROD-9	0.748
PROD-10	0.666
PROD-11	0.814
PROD-12	0.511
PROD-13	0.867
PROD-14	0.789
PROD-15	0.826
PROD-16	0.747
PROD-17	0.576
PROD-18	0.643
PROD-19	0.861
PROD-20	0.775
PROD-21	0.600
PROD-22	0.774
PROD-25	0.677
PROD-26	0.687
PROD-27	0.819
PROD-29	0.761
PROD-30	0.803
PROD-31	0.746
PROD-32	0.489
PROD-33	0.819
PROD-34	0.765
PROD-35	0.733
PROD-36	0.740

**Fonte:** Software Jamovi

### 4.3 Aplicando teste de Bartlett

Em seguida, foi aplicado o teste de Bartlett, que avalia se a matriz de correlação entre as variáveis é significativamente diferente da matriz identidade. Isso é feito porque, em uma matriz identidade, as variáveis não são correlacionadas. Segundo Hongyu (2018), se o teste indicar que a matriz é diferente da identidade e a significância for  $p < 0,05$ , é possível aplicar a análise fatorial.

Apesar da matriz de correlação não possuir muitos valores acima de 0,5, o teste de Bartlett, conforme ilustrado na Tabela 4, mostra um valor de  $p$  menor que 0,001. Isso significa

que a matriz de correlações observada é significativamente diferente de uma matriz de identidade e, portanto, nossas variáveis possuem certa correlação. Assim, conforme Hongyu (2018), foi possível confirmar que é plausível executar a análise fatorial exploratória.

Tabela 4- Resultado da análise de Bartlett

Teste de Esfericidade de Bartlett		
x <sup>2</sup>	gl	p
1407	528	<.001

**Fonte:** Elaborado pelo autor

#### 4.4 Definindo as Dimensões

Como é possível observar na Tabela 5, a partir da análise fatorial exploratória, foi possível extrair os dados em 4 dimensões diferentes, utilizando como base as respostas e suas correlações entre os fatores. Este processo foi feito a partir de técnicas estatísticas para identificação de padrões entre os dados. É possível notar também que algumas dimensões aparecem em dois fatores diferentes, para estes casos, a dimensão é considerada no fator com maior carga, sendo atribuída ao fator com maior influência.

Tabela 5 - Análise fatorial exploratória

Pesos fatoriais	Fator				Singularidade
	1	2	3	4	
PROD-7	0.767				0.411
PROD-3	0.708		0.350		0.344
PROD-6	0.702	0.312			0.389
PROD-2	0.614	0.310			0.474
PROD-22	0.528				0.645
PROD-11	0.513				0.632
PROD-35	0.472		0.336		0.594
PROD-5	0.459		0.449		0.562
PROD-15	0.414				0.669
PROD-10	0.374				0.781
PROD-25		0.859			0.211
PROD-27		0.730			0.402
PROD-33	0.417	0.605			0.411
PROD-30		0.551			0.578
PROD-29	0.325	0.483			0.658
PROD-14	0.357	0.384	0.342		0.608
PROD-36	0.337	0.376	0.327		0.585
PROD-17					0.913
PROD-19		0.354	0.634		0.401
PROD-18			0.609		0.594
PROD-26			0.541	0.339	0.568
PROD-16			0.505		0.589
PROD-21			0.484	0.416	0.551
PROD-13		0.448	0.469		0.507
PROD-4			0.350		0.855
PROD-31				0.732	0.365
PROD-1				0.633	0.576
PROD-34			0.325	0.606	0.463
PROD-12				0.554	0.643
PROD-32				0.524	0.663
PROD-8				0.513	0.725
PROD-20				0.452	0.656
PROD-9				0.391	0.716

Nota. Método de extração 'Máxima verosimilhança' foi usado em combinação com uma rotação 'varimax'

**Fonte:** Elaborado pelos autores

Com as variáveis relacionadas aos fatores definidos pela análise fatorial foi definido um nome para cada uma das respectivas dimensões. A escolha do nome de cada fator foi baseada a partir da descrição de cada uma das variáveis da Tabela 1, dado que cada variável possui uma descrição própria.

Observando a Tabela 6, as variáveis são identificadas como fatores que de acordo com a análise inicial são responsáveis pelo impacto da produtividade do desenvolvedor, porém para chegar a redução das variáveis aglutinadas a menor quantidade correlacionada possível conforme descrito por HAIR et al.(2006) foi realizada a aglutinação nos seguinte fatores:

Foi identificado no primeiro fator que, grande parte dos resultados tinham relação com a satisfação da equipe e ferramentas de trabalho, desta forma, foi nomeado como **Satisfação com o trabalho**.

O segundo fator segue a mesma lógica, onde os resultados indicavam a eficiência dos processos de software na empresa, levando assim, o nome de **Processos bem definidos para desenvolvimento de software**.

No terceiro fator, foi reunida variáveis que se relacionam com a resolução de problemas com habilidades próprias, ou seja, sem necessidade de adaptações. Sendo assim, foi nomeado como **Resolução de problemas no trabalho**.

O quarto e último fator cita a estabilidade e clareza no ambiente de trabalho, onde suas variáveis indicavam que as respostas condizem com estabilidade e clareza no trabalho. Portanto, leva o nome de **Estabilidade no trabalho**.

Desta forma, é possível refinar as respostas obtidas nas pesquisas e direcionando aos fatores acima, criando assim, quatro grupos de resultados para toda a pesquisa. O processo feito para definir as dimensões, garante que cada fator fosse melhor representado e que facilite a interpretação dos resultados.

Tabela 6 - Resultado da aglutinação dos fatores

<b>Satisfação com o trabalho</b>	PROD-7(Fator 1)	Eu me sinto confortável em relação às outras pessoas no meu projeto
	PROD-6(Fator 1)	As informações fornecidas a mim (relatórios de bugs, histórias de usuários, etc.) são precisas
	PROD-3(Fator 1)	Meu emprego me permite decidir quais métodos usar para completar meu trabalho
	PROD-2(Fator 1)	As pessoas no meu trabalho são solidárias a novas ideias
	PROD-22(Fator 1)	Eu procuro as melhores ferramentas e práticas para desenvolver os softwares/apis do projeto ao time ao qual estou inserido
	PROD-11(Fator 1)	Recebo feedback útil sobre o desempenho do meu trabalho
	PROD-35(Fator 1)	Eu preciso de acesso direto a hardware específico para testar meu software
	PROD-10(Fator 1)	Desligo as notificações de e-mail e de outras ferramentas para me concentrar no meu trabalho
	PROD-15(Fator 1)	Eu uso as melhores ferramentas e práticas para desenvolver meu software
<b>Processos bem definidos para desenvolvimento de software</b>	PROD-25(Fator 2)	O processo de software do time ao qual estou inserido requer uma extensa capacidade de processamento
	PROD-27(Fator 2)	Um esforço significativo é necessário para criar e manter os dados necessários para testar meu software
	PROD-33(Fator 2)	As pessoas do processo de software do time ao qual estou inserido estão fisicamente localizadas juntas
	PROD-30(Fator 2)	Eu consigo trabalhar efetivamente fora do escritório.
	PROD-29(Fator 2)	Os requisitos de software mudam com frequência
	PROD-13(Fator 2)	Meu trabalho envolve uma grande variedade de tarefas
	PROD-36(Fator 2)	O processo de software do time ao qual estou inserido fornece uma API que será muito utilizada por outros desenvolvedores de software
<b>Resolução de problemas no trabalho</b>	PROD-14(Fator 2)	O processo de software do time ao qual estou inserido é extremamente complexo
	PROD-31(Fator 3)	Eu tenho ampla experiência no desenvolvimento de outros softwares semelhantes ao que estou trabalhando
	PROD-28(Fator 3)	Eu tenho ampla experiência com as ferramentas e linguagens de programação usadas no processo de software do time ao qual estou inserido
	PROD-12(Fator 3)	Meu trabalho requer o uso de várias habilidades complexas ou de alto nível
	PROD-1(Fator 3)	A rotatividade de pessoas no processo de software do time ao qual estou inserido é alta
	PROD-34(Fator 3)	Os prazos do processo de software do time ao qual estou inserido são apertados
	PROD-8(Fator 3)	Meu trabalho me permite usar meu julgamento pessoal ao realizar as minhas tarefas
	PROD-32(Fator 3)	Mudanças de contexto é uma parte recorrente do meu trabalho
	PROD-9(Fator 3)	A plataforma do processo de software do time ao qual estou inserido (por exemplo, ambiente de desenvolvimento, stack de software, stack de hardware) muda rapidamente
<b>Estabilidade no trabalho</b>	PROD-20(Fator 3)	O processo de identificação de bugs do projeto do time ao qual estou inserido é eficiente e eficaz
	PROD-19(Fator 4)	Eu sofro poucas interrupções ou distrações enquanto trabalho
	PROD-18(Fator 4)	O processo de software do time ao qual estou inserido requer uma extensa armazenagem de dados
	PROD-24(Fator 4)	Os resultados do meu trabalho provavelmente afetarão significativamente a vida de outras pessoas
	PROD-26(Fator 4)	Eu tenho ampla experiência com a plataforma do meu software (stack de software e stack de hardware)
	PROD-21(Fator 4)	O processo de software do time ao qual estou inserido utiliza é bem definido
	PROD-5(Fator 4)	Meus requisitos de software não mudam com frequência
	PROD-16(Fator 4)	O conhecimento flui adequadamente entre as pessoas-chave em nosso projeto
	PROD-4(Fator 4)	Meu trabalho me permite tomar minhas próprias decisões sobre como gerenciar meu tempo
PROD-23(Fator 4)	Eu trabalho com frequência remotamente para realizar tarefas que exigem concentração ininterrupta	
	PROD-17(NENHUM FATOR)	Eu me preparo para reuniões.

**Fonte:** Elaborado pelo autor

## 5. Considerações Finais

A presente pesquisa teve como principal objetivo compreender os fatores que influenciam a produtividade dos desenvolvedores de software, considerando a alta demanda por profissionais de TI. Utilizando a AFE, foi possível identificar e categorizar os elementos que impactam de maneira significativa a eficiência e o desempenho desses profissionais.

Inicialmente, exploramos o contexto e a importância do estudo, destacando a defasagem entre a oferta e a demanda por profissionais de TI no mercado brasileiro. A falta de desenvolvedores qualificados pressiona os existentes, afetando negativamente sua produtividade e bem-estar. A literatura revisada evidenciou que tanto variáveis técnicas e humanas influenciam a produtividade, incluindo o ambiente de trabalho, a colaboração em



equipe, e o suporte organizacional.

A metodologia utilizada visou a tradução e adaptação de 48 dimensões de produtividade do estudo de MURPHY-HILL et al. (2021), refinando-as para 36 após validação com especialistas e pré-testes. Coletamos dados de 85 desenvolvedores, superando o mínimo necessário para a aplicação da AFE.

Os resultados da AFE revelaram quatro fatores principais que afetam a produtividade dos desenvolvedores: **satisfação com a equipe e ferramentas fornecidas, processos bem definidos de software, capacidade de resolução de problemas sem necessidade de adaptações, e estabilidade do ambiente de trabalho.**

Em conclusão, este estudo não se limitou apenas à identificação dos fatores que influenciam a produtividade, mas proporciona uma forma de análise específica para o papel do desenvolvedor de software em seu ambiente de trabalho. Essa pesquisa também fornece insights valiosos para as empresas de tecnologia, permitindo-lhes identificar melhorias com mais facilidade, concentrando-se em apenas quatro fatores principais. Isso cria oportunidades para avaliações de funcionários e outras iniciativas que podem melhorar a eficiência e a satisfação no trabalho.

Esta pesquisa apresenta uma limitação que deve ser considerada, que foi a coleta de dados, onde foram coletados dados de 85 desenvolvedores, o que representa pouco mais que duas vezes o número de variáveis. Idealmente, a amostra deveria ser cinco vezes maior para garantir uma estatística mais significativa.

Para estudos futuros sugerimos a realização de uma análise fatorial confirmatória com uma amostra maior para validar os fatores e assim assegurar a consistência dos resultados obtidos.

O estudo entrega para os gerentes e gestores de projetos a importância de ter as ferramentas certas para aprimorar os processos e acompanhar a percepção da equipe sobre o ambiente de trabalho. Além disso, ele lança luz sobre a importância deste tema para estudantes e pesquisadores, incentivando-os a questionar como podem contribuir e replicar este estudo para melhorar seus próprios resultados.

## REFERÊNCIAS

- BAUMERT, J. H.; McWHINNEY, M. S. **Software Measures and the Capability Maturity Model.**
- BRASSCOM. **Estudo da Brasscom aponta demanda de 797 mil profissionais de tecnologia até 2025. 2021.** Disponível em: <https://brasscom.org.br>. Acesso em: 14 jul. 2024.
- COSTELLO, A. B.; OSBORNE, J. **Best practices in exploratory factor analysis: four recommendations for getting the most from your analysis.** Practical Assessment, Research, and Evaluation, v. 10, n. 1, p. 7, 2005.
- DAMÁSIO, B. F. **Uso da análise fatorial exploratória em psicologia.** Avaliação Psicológica: Interamerican Journal of Psychological Assessment, v. 11, n. 2, p. 213-228, 2012.
- DeMARCO, T.; LISTER, T. **Peopleware: Productive Projects and Teams.** Dorset House, 1985.
- ESCOBAR, K. **Developer burnout: Causes and prevention.** Software Development Times, v. 19, n. 3, p. 45–52, 2018.
- FORBES. **Salários de TI em alta: levantamento mostra como ficam os ganhos em 2024. 2023.** Disponível em: <https://forbes.com.br>. Acesso em: 14 jul. 2024.
- FORD, D.; SMITH, J.; PARNIN, C. **The collaboration challenges of distributed software development teams.** IEEE Software, v. 33, n. 5, p. 22–29, 2016. Y. W.

- Ramírez and D. A. Nembhard. **Measuring knowledge worker productivity: A taxonomy.** Journal of Intellectual Capital, vol. 5, no. 4, pp. 602–628, 2004.
- GRAZIOTIN, D.; WANG, X.; ABRAHAMSSON, P. **The impact of happiness on developer productivity.** Journal of Systems and Software, v. 137, p. 24–40, 2018.
- HAIR, J. F. et al. **Análise multivariada de dados.** Bookman Editora, 2009. MURPHY-HILL, E. et al. **What Predicts Software Developers’ Productivity?** IEEE Transactions on Software Engineering, v. 47, n. 3, p. 582–594, 1 mar. 2021.
- HERBSLEB, J. D.; MOCKUS, A. **An empirical study of speed and communication in globally distributed software development.** IEEE Transactions on Software Engineering, v. 29, n. 6, p. 481–494, 2003. HERNAUS, T.; MIKULIĆ, J. **Work characteristics and knowledge worker productivity: A systematic review.** Croatian Economic Survey, v. 10, n. 1, p. 29–54, 2008.
- INFOMONEY. **Sobram vagas, apesar de salário alto: o que explica escassez de profissionais de TI no Brasil?** 2023. Disponível em: <https://infomoney.com.br>. Acesso em: 14 jul. 2024.
- ISTO É. 2023. **78% dos profissionais querem mudar para a área de TI.** Isto É Dinheiro, acesso em 20 de setembro de 2024. Disponível em <<https://istoedinheiro.com.br/78-dos-profissionais-querem-mudar-para-a-area-de-ti-veja-dicas-de-como-fazer-a-transicao/>>.
- The jamovi project (2024). **jamovi (Version 2.5) [Computer Software].** KANTORSKI, G.; KROTH, M. **Controle de métricas no processo de desenvolvimento de software através de uma ferramenta de Workflow.**
- KUANG, H. **Exploratória: resumo teórico, aplicação e interpretação, 2018.**
- MEYER, A. N. et al. **The work life of developers: Activities, switches and perceived productivity.** IEEE Transactions on Software Engineering, v. 43, n. 4, p. 981–995, 2017.
- PAGON, M. **The impact of technology on developer productivity.** Journal of Software Engineering, v. 12, n. 2, p. 87–102, 2017.
- PALVALIN, M. et al. **Smartwow—constructing a tool for knowledge work performance analysis.** International Journal of Productivity and Performance Management, v. 64, n. 4, p. 479–498, 2015.
- WAGNER, S.; RUHE, G. **A systematic review of productivity factors in software development.** Empirical Software Engineering, v. 13, n. 5, p. 481–515, 2008.