

ANÁLISE DA USABILIDADE DE UM APLICATIVO PARA CRONOANÁLISE E MODELAGEM DE TEMPOS

Karen Dantas Costa

karendantas26@yahoo.com

Alexandre Fonseca Torres

alexandrefonsecatorres@gmail.com

Fabiano Leal

fleal@unifei.edu.br

José Arnaldo Barra Montevechi

montevechi@unifei.edu.br

Esteban F. Acosta

eacosta@ungs.edu.ar



Técnicas de estudo de tempos, como a cronoanálise, são frequentemente utilizadas em empresas para controle e melhoria de processos. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a usabilidade do NeoChronos, um aplicativo para dispositivos Android desenvolvido pelos autores para realização de cronoanálise e modelagem de tempos. A análise se deu por meio da aplicação de um questionário a estudantes, professores e profissionais da área de engenharia de produção do Brasil e da Argentina. O questionário de usabilidade foi elaborado segundo a norma de qualidade de produto de software ISO/IEC 25010. Os atributos de usabilidade considerados foram: design de interface do usuário, operacionalidade e apreensibilidade. Após a análise das 52 respostas obtidas, obteve-se um Alpha de

Cronbach de 0,914, o que indica uma alta consistência entre as respostas das questões formuladas. No geral, aplicativo foi bem avaliado, visto que todas as afirmações apresentaram um alto nível de concordância. As principais críticas se relacionaram à impossibilidade de mudança de idioma, limitações do botão reset e limitações do manual do usuário. Por fim, a maioria dos respondentes afirmaram que aplicativos como o NeoChronos auxiliam significativamente projetos de cronoanálise.

Palavras-chave: cronoanálise, Aplicativo, Usabilidade, survey

1. Introdução

Técnicas de estudo de tempos, como a cronometragem, são comumente utilizadas em empresas para controle e melhoria de processos. A partir da cronometragem, é possível calcular o tempo padrão, que por sua vez é utilizado no custeio de produtos e serviços, balanceamento de linhas e cálculos de capacidade produtiva e performance (MOREIRA, 2008).

Todavia, em muitas organizações, a cronometragem ainda é feita de forma manual. Isto é, os tempos são coletados com o uso de um cronômetro e escritos em uma folha de papel. Tal procedimento pode resultar em alguns problemas. Além do risco da perda de tais documentos físicos e da transcrição de dados incorretos no papel, é possível a ocorrência de erros de digitação dos dados, caso haja a necessidade de se fazer uma análise mais aprofundada através de um *software* computacional.

Os tempos cronometrados também podem ser utilizados de forma estocástica, como em muitos projetos de simulação a eventos discretos (BANKS *et al.*, 2010; CHWIF e MEDINA, 2010; LAW, 2015). No caso de modelos estocásticos, uma amostra de tempos independentes pode ser representada por distribuições contínuas de probabilidade (MONTGOMERY; RUNGER, 2012).

Atualmente, existem *softwares* que facilitam algumas destas etapas. Entre eles, tem-se o *NeoChronos*®, um aplicativo destinado a dispositivos móveis com sistema operacional *Android*, que permite a cronometragem, o cálculo do tempo padrão, a modelagem de tempos a partir de distribuições de probabilidades contínuas, a geração de arquivos de planilhas com extensão *.xls*, entre outras funções (COSTA, 2017).

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a usabilidade do *NeoChronos*®, por meio da aplicação de questionários a estudantes, professores e profissionais da área de engenharia de produção do Brasil e da Argentina. Na seção 2 é apresentado um breve referencial teórico relacionado

às funcionalidades do aplicativo; na seção 3, é descrito o método de pesquisa; na seção 4 são discutidos os resultados obtidos; e na seção 5 são feitas as conclusões.

2. Referencial teórico

2.1. Cronoanálise e cálculo do tamanho ideal de amostra

A cronoanálise é uma técnica utilizada para estudar o tempo necessário para um trabalhador treinado realizar uma operação padronizada (PESSOTTI; CHAGAS; MORTE, 2015). Tal operação ainda pode ser dividida em elementos diferentes, caso o objetivo seja o balanceamento das operações ou um estudo mais detalhado. Um elemento é uma subdivisão de uma operação como, por exemplo, preparar, fazer e descarregar (FELIPPE *et al.*, 2012).

Para que a cronoanálise seja bem-sucedida, recomenda-se que o intervalo de confiança da média amostral esteja dentro um erro máximo aceitável. Admitindo-se que os tempos são normalmente distribuídos, pode-se utilizar a Equação (1) para o cálculo do tamanho ideal de amostra (MONTGOMERY; RUNGER, 2012).

$$n = \left(\frac{t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} * s}{\bar{x} * \alpha} \right)^2 \quad (1)$$

Onde:

- n = tamanho ideal de amostra;
- $t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$ = número de desvios da distribuição t correspondente ao nível de confiança e aos graus de liberdade;
- s = desvio padrão amostral;
- \bar{x} = média amostral;
- α = erro máximo admitido (percentual em relação à média amostral).

2.2. Cálculo do tempo padrão

Uma vez coletada uma amostra suficiente (maior ou igual ao seu tamanho ideal), pode-se calcular o tempo padrão. Primeiramente, o ritmo deve ser avaliado, tendo em vista as características do operador e da operação. Essa avaliação pode ser feita, entre outras maneiras, com base na habilidade e no esforço do operador (BARNES, 1977). O resultado é o tempo normal, obtido a partir da Equação (2). As correções de habilidade e esforço são apresentadas na Tabela 1.

$$TN = \bar{x} * (1 + H + E) \quad (2)$$

Onde:

- TN = tempo normal;
- H = correção relativa à habilidade do operador;
- E = correção relativa ao esforço do operador.

Obtido o tempo normal, o tempo padrão pode ser obtido ao serem acrescentadas as tolerâncias, por meio da Equação (3).

$$TP = TN * (1 + T) \quad (3)$$

Onde:

- TP = tempo padrão;
- T = tolerância final (soma de todas as tolerâncias atribuídas).

Existem diversos modos de atribuição de tolerâncias propostos na literatura. Um deles é apresentado na Figura 1 (NIEBEL, 1976 *apud* MOREIRA, 2008).

Tabela 1 – Correções de habilidade e esforço para a normalização dos tempos

Nível	Habilidade		Esforço	
	Valor	Classificação	Valor	Classificação

A1	15%	Super-hábil	13%	Excessivo
A2	13%		12%	
B1	11%	Excelente	10%	Excelente
B2	8%		8%	
C1	6%	Bom	5%	Bom
C2	3%		2%	
D	0%	Médio	0%	Médio
E1	-5%	Regular	-4%	Regular
E2	-10%		-8%	
F1	-16%	Fraco	-12%	Fraco
F2	-22%		-17%	

Fonte: adaptado de Barnes (1977)

I. Tolerâncias constantes		Valor
Tempo pessoal		5%
Fadiga básica		4%

1. Posição de trabalho	Valor
Normal	0%
Curvado	2%
Deitado/Esticado	7%

3. Iluminação	Valor
Adequada	0%
Abaixo do recomendado	2%
Bastante inadequada	5%

2. Peso erguido (libras)	Valor
até 5	0%
5 a 10	1%
10 a 15	2%
15 a 20	3%
20 a 25	4%
25 a 30	5%
30 a 35	7%
35 a 40	9%
40 a 45	11%
45 a 50	13%
50 a 60	17%
60 a 70	22%

4. Nível de ruído	Valor
Normal	0%
Intermitente alto	2%
Intermitente e muito alto	5%

5. Monotonia	Valor
Pequena	0%
Média	1%
Alta	4%

Figura 1 – Tipos de tolerâncias e respectivos valores

Fonte: adaptado de Niebel (1976, *apud* Moreira, 2008)

2.3. Modelagem de tempos por meio de distribuições de probabilidade

Uma amostra de tempos pode ser aproximada a uma distribuição de probabilidade. Os testes de adequação de ajuste, ou *goodness-of-fit tests*, são testes de hipótese utilizados para verificar se uma determinada distribuição é adequada para representar uma dada amostra (MONTGOMERY; RUNGER, 2012). Existem diversos tipos de testes de adequação de ajuste, tais como o Chi-Quadrado, Kolmogorov-Smirnov e o Anderson-Darling. Este último possui a vantagem de ser mais sensível por atribuir mais peso aos pontos das caudas das distribuições (MARTÍNEZ-ESPINOSA; JÚNIOR; LAHR, 2004). As hipóteses (nula e alternativa) do teste de Anderson-Darling são:

- H_0 : Os dados seguem a distribuição de probabilidade proposta.
- H_1 : Os dados não seguem a distribuição de probabilidade proposta.

A hipótese nula (H_0) é rejeitada caso o teste forneça um valor superior ao crítico, de acordo com Martínez-Espinosa, Júnior e Lahr (2004). O valor retornado pelo teste está associado a um valor p , o qual pode ser comparado ao nível de significância. Quanto maior o valor p , considera-se que melhor é a qualidade do ajuste da distribuição. Esse critério é utilizado por vários *softwares* de simulação para ranquear as distribuições testadas (BANKS *et al.*, 2010; LAW, 2015). Mais informações sobre o teste de Anderson-Darling podem ser encontradas em trabalhos específicos (STEPHENS, 1979).

2.4. Usabilidade de aplicativos

O termo usabilidade pode ser definido como a capacidade, em termos funcionais humanos, de se utilizar uma funcionalidade de forma fácil e efetiva por um tipo específico de usuários, dados o treinamento e suporte apropriados, dentro de um conjunto de ambientes pré-definidos (SHACKEL, 1991). Diversas heurísticas já foram propostas na literatura para avaliar a usabilidade de produtos de sistemas (QUIÑONES; RUSU, 2017), algumas das quais são baseadas em normas, tais como a ISO/IEC 25010 (INTERNATIONAL ORGANIZATION OF STANDARDIZATION, 2011). Esta norma estabelece requisitos de qualidade e procedimentos para avaliação da qualidade de *softwares*. Segundo a norma, a qualidade de um

software é composta por oito características: adequação funcional, eficiência de performance, compatibilidade, usabilidade, confiabilidade, segurança, manutenibilidade e portabilidade.

Cada característica possui alguns atributos. No caso da usabilidade, seus atributos são:

- Reconhecimento de adequação: grau em que os usuários reconhecem se o produto ou sistema é apropriado para suas necessidades;
- Apreensibilidade: grau em que um produto ou sistema pode ser operado por usuários especificados para alcançar objetivos específicos de aprender a utilizar o produto ou sistema com eficácia, eficiência, liberdade de risco e satisfação em um contexto específico de uso;
- Operacionalidade: grau em que um produto ou sistema possui atributos que facilitam seu funcionamento e controle;
- Proteção contra erro do usuário: grau em que um sistema protege os usuários contra erros;
- *Design* de interface do usuário: grau em que uma interface de usuário permite uma interação agradável e satisfatória para o usuário;
- Acessibilidade: grau em que um produto ou sistema pode ser usado por pessoas com a mais ampla gama de características e recursos para alcançar um objetivo especificado em um contexto de uso especificado.

A usabilidade é uma característica que deve ser considerada no desenvolvimento dos mais diversos tipos de produto, incluindo aqueles que implicam em uma interface homem-computador (IHC), ou *human-computer interface*. De fato, o reconhecimento da importância da IHC e da usabilidade possui implicações profundas em todos os aspectos da especificação, desenvolvimento e aquisição de sistemas (BEVAN, 1999).

Atualmente, os aplicativos estão se tornando sistemas cada vez mais populares. Todavia, desenvolver aplicativos com boa usabilidade ainda se mostra uma tarefa difícil até para aplicativos com alta popularidade (AHMAD; REXTIN; KULSOOM, 2018). Estes autores realizaram um experimento controlado com 40 participantes para avaliar dois aplicativos

(ambos com mais de 500 mil usuários): *Google Keep* e *Evernote*. Os resultados da pesquisa revelaram algumas limitações destes aplicativos quanto à usabilidade.

Stoll *et al.* (2017) analisaram a usabilidade de um aplicativo desenvolvido para ajudar na prevenção ou na intervenção inicial à ansiedade infantil. No total, 177 participantes (132 crianças e 45 especialistas) utilizaram o aplicativo *Reach* e responderam a um questionário. Os resultados mostraram que o aplicativo possui uma boa usabilidade.

3. Materiais e método

Para avaliar a usabilidade do aplicativo *NeoChronos*®, foi realizada uma *survey*. Também conhecida como pesquisa de levantamento, uma *survey* consiste na interrogação direta de pessoas cujo comportamento ou opinião se deseja conhecer (CORDEIRO; MOLINA; DIAS, 2014). Por meio de entrevistas ou questionários, são solicitadas informações a um grupo de indivíduos sobre um determinado problema ou respostas às perguntas de pesquisa.

Um questionário de usabilidade foi elaborado segundo a norma de qualidade de produto de *software* ISO/IEC 25010 (INTERNATIONAL ORGANIZATION OF STANDARDIZATION, 2011), a qual foi brevemente descrita na seção 2.4. Esta pesquisa se limitou apenas à característica de usabilidade e somente aos seus seguintes atributos: *Design* de interface do usuário, Operacionalidade e Apreensibilidade. O Quadro 1 apresenta as afirmações do questionário divididas por atributo.

Quadro 1 – Afirmações do questionário divididas por atributo

<i>Design de interface do usuário:</i>
Q01. As cores, contrastes e efeitos visuais utilizados pelo aplicativo são agradáveis.
Q02. O tamanho da fonte das letras é adequado.
Q03. Os ícones utilizados no aplicativo são intuitivos.
Q04. A distribuição das informações na tela é bem organizada e de fácil entendimento.
Q05. A interface do aplicativo é atraente.
<i>Operacionalidade:</i>
Q06. Os botões contidos no aplicativo realmente fazem o que indicam.
Q07. O aplicativo emite mensagens durante ou após a execução de determinadas funcionalidades a fim de indicar ao usuário o que foi ou o que precisa ser feito.

Q08. As funções presentes no aplicativo são úteis.
Q09. O manual de ajuda realmente auxilia em casos de dúvida.
Q10. A funcionalidade denominada " <i>Distribution fit and ranking</i> " funciona corretamente sendo seus resultados coerentes.
Apreensibilidade:
Q11. O manual de ajuda é de fácil acesso.
Q12. O manual de ajuda é de fácil entendimento.
Q13. O aplicativo possui uma padronização de telas, <i>design</i> e navegação que facilita ao usuário memorizar os passos a serem seguidos para realizar uma determinada função.
Q14. O uso do aplicativo é fácil e intuitivo.
Q15. A funcionalidade denominada " <i>Distribution fit and ranking</i> " apresenta as informações de forma coerente e de fácil entendimento.

Fonte: próprio autor

Para cada afirmação, os respondentes utilizaram a escala Likert de 1 a 5. As legendas para as opções de resposta foram:

- 1 – Discordo totalmente;
- 2 – Discordo parcialmente;
- 3 – Não concordo nem discordo;
- 4 – Concordo parcialmente;
- 5 – Concordo totalmente.

A aplicação do questionário se deu através da ferramenta *Google Forms*. Os respondentes foram professores e alunos de graduação, mestrado e doutorado da área de engenharia de produção de uma universidade pública, de uma faculdade particular, ambas brasileiras e localizadas na região Sul do estado de Minas Gerais, e de uma universidade da Argentina. Também participaram profissionais de engenharia de produção argentinos e brasileiros. Além do julgamento das afirmações, cada respondente pôde inserir um comentário com possíveis observações, críticas ou elogios. Antes de preencherem o questionário, cada respondente realizou o *download* do aplicativo *NeoChronos*® na plataforma *Google Play Store* e utilizou o software em um caso real de cronometragem.

4. Funcionamento do aplicativo

A versão do aplicativo analisada foi desenvolvida no idioma inglês. Ao abrir o aplicativo, existem duas opções: “*new project*” (iniciar um novo projeto); “*saved projects*” (abrir projetos salvos), conforme apresenta a Figura 2a. No canto superior direito da tela, há um botão representado por três pontos empilhados que disponibiliza um guia para o usuário. Neste guia, é exibida uma lista com todas as funcionalidades do aplicativo e, ao clicar em uma delas, o usuário poderá ver a explicação de seu funcionamento.

A opção “*new project*” direciona o usuário à tela da Figura 2b, onde é possível nomear o projeto, adicionar uma descrição, definir o número de elementos (conforme explicado na seção 2.1), o nível de confiança e a margem de erro, a serem utilizados no cálculo do tamanho ideal de amostra, conforme a Equação (1). Ainda nesta tela, no canto superior direito, ao lado do menu de acesso ao guia do usuário, há um botão em formato de *check* que direciona para a tela seguinte, a do cronômetro (“*stopwatch*”), conforme a Figura 2c. Nesta tela, o usuário pode iniciar a cronometragem dos tempos do processo, para cada elemento.

Ao clicar pela primeira vez no botão verde do canto inferior direito da tela, o usuário inicia o cronômetro. O segundo clique consecutivo neste mesmo botão registra o tempo corrido, reinicia o cronômetro e passa a marcar o primeiro tempo do segundo elemento (se houver mais de um elemento) ou o segundo tempo do primeiro elemento (se houver apenas um elemento).

À medida que os tempos são registrados, a média, desvio padrão amostral e tamanho ideal de amostra são calculados em tempo real. De início, o aplicativo apresenta um tamanho ideal de amostra igual a 10, sugerindo que o usuário cronometre um mínimo de 10 tempos para amostra piloto. Porém, após o décimo tempo, o aplicativo passa a utilizar a Equação (1) para o cálculo do tamanho ideal de amostra (“*ideal sample size*”). Quando o usuário atinge uma amostra maior ou igual ao tamanho ideal para um dado elemento, o algarismo muda a sua cor de vermelho para verde, indicando que a amostra coletada já é suficiente para o elemento em específico.

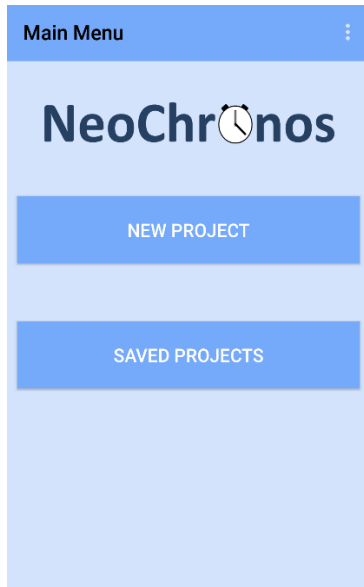


Figura 2a – Menu principal
 Fonte: próprio autor

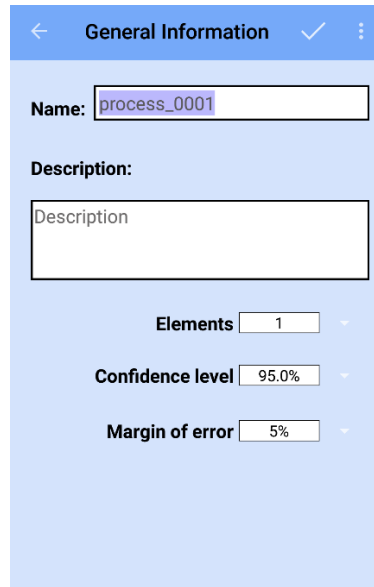


Figura 2b – Informações
 Fonte: próprio autor

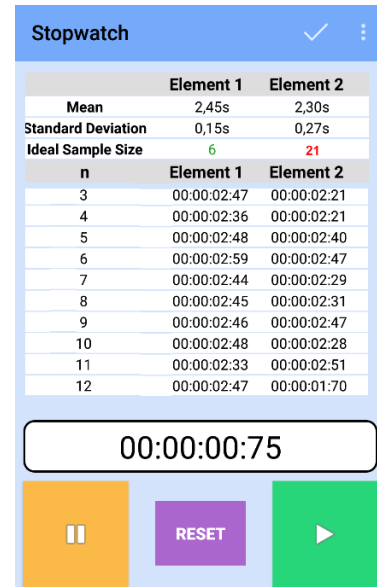


Figura 2c – Cronômetro
 Fonte: próprio autor

Uma vez coletados os tempos, o usuário pode acionar o botão *check* para se direcionar ao menu do projeto (“*project menu*”), como mostra a Figura 3a. Nesta tela, o usuário pode editar informações gerais (“*edit general information*”), como nome, descrição, nível de confiança e margem de erro. Além disso, é possível deletar tempos individualmente, para os casos de erros de cronometragem ou *outliers*. O botão “*back to stopwatch*” (de volta ao cronômetro) retorna o usuário ao cronômetro, possibilitando a coleta de mais tempos.

Apresentado na Figura 3b, o botão “*statistical summary*” (sumário estatístico) apresenta, para cada elemento, a média, o desvio padrão amostral, valores mínimos e máximos, *outliers*, caso existam, e o valor *p* do teste de normalidade de Anderson-Darling, o qual indica se os dados seguem uma distribuição normal, como explicado na seção 2.3.

O botão “*distribution fit and ranking*” (ajuste e ranqueamento de distribuições) apresenta quatro testes de adequação de ajuste de Anderson-Darling, um para cada uma das seguintes distribuições: normal, uniforme, triangular e exponencial. Tais distribuições são, então, ranqueadas a partir do valor *p*. Assim sendo, a distribuição cujo valor *p* é o maior entre as quatro é situada em primeiro lugar no *ranking*. Isso significa que, para aquele conjunto de

dados, a primeira distribuição é a mais adequada entre as quatro distribuições testadas. No entanto, é possível que nenhuma das quatro distribuições seja adequada para representar os tempos. Isso ocorre quando os quatro valores p são menores do que o nível de significância pré-definido, o qual costuma ser 5%.

O botão “*time standard*” (tempo padrão) direciona o usuário a uma tela onde é possível normalizar o ritmo de trabalho de acordo com a habilidade ou esforço do operador cronometrado, conforme apresenta a Figura 3c. Além disso, pode-se adicionar tolerâncias, de forma a obter o tempo padrão. Algumas tolerâncias, como tempo pessoal e fadiga básica, já são pré-estabelecidas pelo aplicativo segundo a literatura (Figura 1). Entretanto, o usuário também pode alterá-las.

Por fim, o aplicativo permite que os dados gerados (tanto os tempos quanto os parâmetros estatísticos) sejam exportados em formato de planilha em um arquivo cuja extensão (.xls) é compatível com muitos *softwares* utilizados na indústria, o que facilita o envio e o arquivamento dos dados.

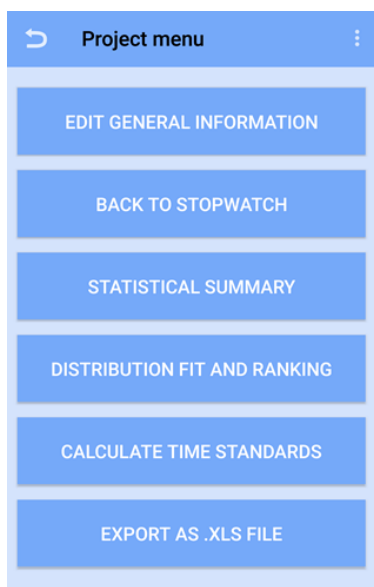


Figura 3a – Menu de projeto
Fonte: próprio autor

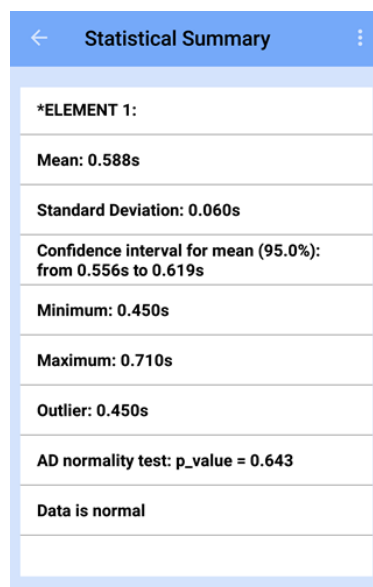


Figura 3b – Resumo estatístico
Fonte: próprio autor

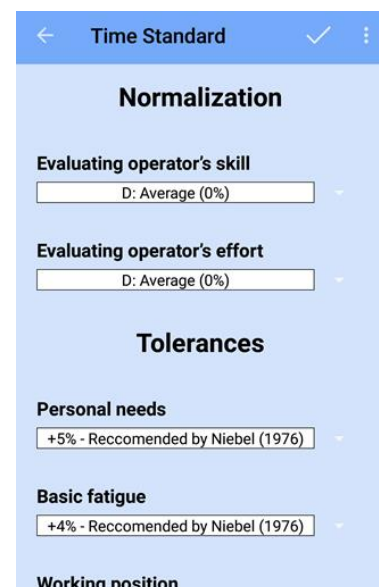


Figura 3c – Tempo padrão
Fonte: próprio autor

5. Resultados

O questionário foi enviado a mais de 150 pessoas, entre elas brasileiros e argentinos. Foram obtidas 52 respostas. Dos respondentes, 62% eram alunos de graduação, 13% alunos de pós-graduação (mestrado e doutorado), 10% professores, 8% engenheiros de produção e 8% não foram identificados em termos de profissão.

A Tabela 2 sumariza as respostas obtidas, as quais variam de 1 a 5 conforme visto na seção 3, em termos de média, desvio padrão amostral, valor máximo e mínimo.

Tabela 2 – Parâmetros referentes às respostas do questionário

Parâmetro	Design de interface					Operacionalidade					Apreensibilidade				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15
Média	4,29	4,37	4,08	4,10	3,65	4,31	3,85	4,50	3,96	4,37	4,17	3,79	4,27	4,15	4,33
Desvio	0,85	0,86	0,76	1,01	1,17	0,98	1,02	0,85	0,99	0,89	1,06	1,04	0,84	0,96	0,83
Máximo	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Mínimo	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1

Fonte: próprio autor

Primeiramente, mediu-se a consistência interna das respostas por meio do cálculo do Alpha de Cronbach, por meio do *software Minitab*®. O resultado obtido foi 0,914, o que indica uma alta consistência entre as questões.

Com base na Tabela 2, nota-se que as médias ficaram próximas ou maiores que 4 para todas as questões, o que indica que os respondentes concordam que o aplicativo oferece uma usabilidade satisfatória. Além disso, o desvio padrão próximo de 1 revela que as respostas foram semelhantes entre os respondentes. Não houve diferenças significativas entre as respostas de brasileiros e argentinos, assim como entre professores, alunos e engenheiros de produção.

A respeito da questão 5 (sobre a atratividade da interface do aplicativo), o resultado indica que a opinião dos participantes ficou dividida e que a interface do aplicativo deverá ser analisada e até modificada em versões futuras. A questão 12 (sobre a facilidade de entendimento do manual) também revela que ainda há possibilidade de melhoria neste aspecto informacional.

A Figura 4 apresenta um comparativo das porcentagens totais de respostas obtidas sobre cada atributo de usabilidade avaliado. É possível observar que, de maneira geral, a maioria das respostas de todos os atributos indicam que os respondentes concordam totalmente ou parcialmente com as afirmações feitas.

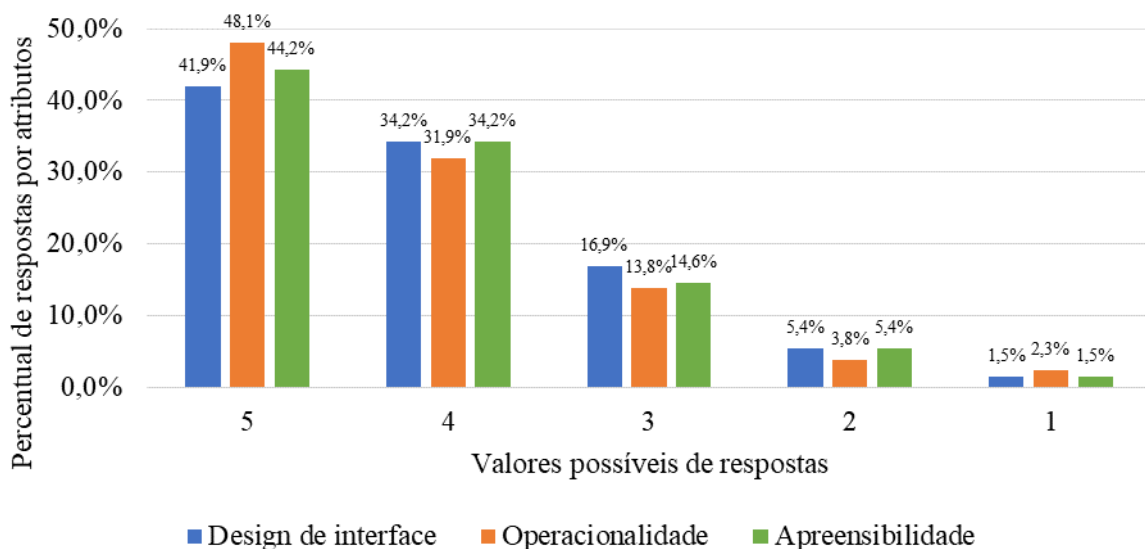


Figura 4 – Comparação das respostas entre os três atributos de usabilidade

Fonte: próprio autor

O campo destinado às observações, críticas e elogios também foi considerado na pesquisa. Ao todo, foram obtidos 21 comentários. Estes comentários foram compilados e transformados em requisitos de clientes. Entre eles, destacam-se:

- Mudança de idioma: faz-se necessária uma opção para mudar o idioma para o português e até para o espanhol. De fato, muitos respondentes afirmaram que isso melhoraria a usabilidade do aplicativo. Além disso, existe um concorrente no mercado que disponibiliza esta opção de mudança de idioma;
- Botão *reset*: um dos respondentes sugeriu que o botão *reset* removesse todos os dados coletados, ao invés de apagar apenas o valor de tempo atual. Além disso, o mesmo respondente afirmou não ter encontrado o botão que deleta os tempos. Apesar deste botão já existir, tem-se uma oportunidade de modificá-lo de forma que o botão *delete*

fique mais intuitivo para o usuário. Outro respondente sugeriu que o botão *delete* ficasse na tela do cronômetro, ao lado dos próprios tempos coletados;

- *Design* de interface: um respondente afirmou que o aplicativo pode melhorar a atratividade de sua interface. Trata-se, portanto, de mais uma oportunidade de melhoria;
- Perda de dados com a rotação de tela: vários respondentes revelaram que, ao rotacionarem a tela, os dados eram perdidos. Trata-se de um erro grave de funcionalidade do aplicativo e sua correção deve ser prioritária;
- Exportação do arquivo *.xls*: um dos respondentes afirmou ter tido dificuldades para encontrar o arquivo *.xls* que havia acabado de gerar. Uma alternativa seria indicar a pasta exportada por meio de uma mensagem, indicando o caminho para a pasta, ou criar uma pasta nova somente para arquivos do aplicativo.
- Guia do usuário: mais de um respondente criticou o fato de o guia do usuário não prover uma barra de busca. Dessa forma, os usuários precisam procurar pelo trecho de seu interesse. Uma solução seria oferecer uma barra de busca.

6. Conclusões

Este artigo teve como objetivo avaliar três atributos de usabilidade do aplicativo *NeoChronos*®, sendo eles: *design* de interface do usuário, operacionalidade e apreensibilidade. Os resultados da *survey* mostraram que o aplicativo atende estes atributos de forma satisfatória, porém, existem possibilidades de melhoria. Cabe ressaltar que o número de respondentes foi limitado a 52. Assim, para pesquisas futuras, planeja-se aplicar o questionário a um número maior de pessoas. Além disso, é importante que mais profissionais que atuam na indústria também avaliem o aplicativo e respondam o questionário. Por ora, alunos de graduação e pós-graduação constituem a maioria dos respondentes.

Como sugestões para trabalhos futuros, destaca-se a implementação de melhorias do aplicativo com base nas respostas obtidas, e a condução de outras pesquisas de levantamento sobre as necessidades das empresas quanto a *softwares* para estudos de tempos de forma

automática, levando-se em consideração a automação e as necessidades tecnológicas que já estão sendo impostas pela Indústria 4.0.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Capes, CNPq, Fapemig, Neaad, Fupai e Unifei pelo apoio dado a esta e a outras pesquisas.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, N.; REXTIN, A.; KULSOOM, U. E. Perspectives on usability guidelines for smartphone applications: An empirical investigation and systematic literature review. **Information and Software Technology**, v. 94, n. September 2016, p. 130–149, 2018.
- BANKS, J. et al. **Discrete-event system simulation**. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2010.
- BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. São Paulo: Edgard Blucher, 1977.
- BEVAN, N. Design for usability. **HCI International 1999**, p. 22–26, 1999.
- CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e simulação de eventos discretos: teoria e aplicações**. São Paulo: Editora dos Autores, 2010.
- CORDEIRO, G. R.; MOLINA, N. L.; DIAS, V. F. **Orientações e dicas práticas para trabalhos acadêmicos**. 2nd. ed. Curitiba: InterSaber, 2014.
- COSTA, K. D. Desenvolvimento de um módulo de modelagem de tempos em um aplicativo que realiza cronoanálise. Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, 2017.
- FELIPPE, A. D. et al. Análise descritiva do estudo de tempos e métodos: uma aplicação no setor de embaladeira de uma indústria têxtil. **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, p. 10, 2012.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION OF STANDARDIZATION. **ISO/IEC 25010: Systems and software engineering - systems and software quality requirements and evaluation (SQuaRE) - System and software quality models**. 1st ed. Geneva, 2011.
- LAW, M. A. **Simulation modeling and analysis**. Boston: McGraw-Hill, 2015.
- MARTÍNEZ-ESPINOSA, M.; JÚNIOR, C. C.; LAHR, F. A. R. Métodos paramétricos e não-paramétricos para determinar o valor característico em resultados de ensaio de madeira. **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, v. 66, p. 76–83, 2004.
- MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**. Rio de Janeiro: Editora LTDA, 2012.
- MOREIRA, D. A. **Aministração da produção e operações**. 2nd. ed. São Paulo: Editora dos Autores, 2008.

PESSOTTI, R. Q.; CHAGAS, T. S.; MORTE, J. A. B. **Aplicação da cronoanálise e de ferramentas da qualidade como meio para aumento da produtividade em uma empresa do ramo moveleiro.** XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais...**Fortaleza, CE, Brasil: 2015

QUIÑONES, D.; RUSU, C. Computer Standards & Interfaces How to develop usability heuristics : A systematic literature review. **Computer Standards & Interfaces**, v. 53, n. September 2016, p. 89–122, 2017.

SHACKEL, B. Usability - context, framework, definition, design and evaluation. In: SHACKEL, B.; RICHARDSON, S. J. (Eds.). . **Human Factors for Informatics Usability**. Campridge University Press, 1991.

STEPHENS, M. A. **The Anderson-Darling statistic**. Stanford, California. 1979.

STOLL, R. D. et al. Usability of a Smartphone Application to Support the Prevention and Early Intervention of Anxiety in Youth. **Cognitive and Behavioral Practice**, v. 24, n. 4, p. 393–404, 2017.