

# Why is my community reacting like this?

## Understanding reactions in open-source communities

Jorge Luís Melgarejo, Awdren de Lima Fontão e Hudson Silva Borges  
{jorge.melgarejo,awdren.fontao,HUDSON.BORGES}@ufms.br  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)  
Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil

### ABSTRACT

In 2016, GitHub introduced the “Reactions” feature to facilitate the expression of sentiments and reduce noise in communications on its platform. Recent studies indicated that developers has been adopting the feature and was observed a reduction of noise on conversations inside the platform. However, the patterns of usage and profiles of users expressing these reactions in inside their communities remain underexplored. Identifying these patterns may help maintainers to better understand members’ behaviors in their communities, and researchers to build supporting tools focused on users’ reactions. This paper presents an initial study to (i) understand these interactions on *open-source* software communities, (ii) identify types of resources that receive the most reactions, (iii) analyzing seasonal factors influencing usage, and (iv) correlating the provided reactions with the roles of developers within the community. Preliminary results indicate that users primarily react to comments in *Issues*, with notable periods of heightened activity. Additionally, significant differences were observed between the reactions of maintainers and other members of the community.

### PALAVRAS-CHAVE

Github, Reactions, Open-Source, Comunidades

## 1 INTRODUÇÃO

Com objetivo de reduzir ruídos em conversações e permitir uma forma facilitada de feedback nas mesmas, o GitHub introduziu em 2016 uma nova funcionalidade chamada *Reactions* (Figura 1), que foi inspirada em funcionalidades semelhantes em redes sociais tradicionais onde usuários podem reagir a mensagens de outros usuários por meio de *emojis* que representem seus sentimentos quanto a determinado conteúdo [1, 2, 6].

Segundo a plataforma, antes da introdução de *Reactions*, discussões com temas importantes em projetos populares eram frequentemente “inundadas” por comentário contendo somente um único *emojis* ou palavra, o que acabava tornando a discussão menos produtiva.<sup>1</sup> Além de reduzir esses ruídos, a funcionalidade *Reactions* também teve como objetivo aumentar o engajamento dos usuários e suas comunidades na plataforma e dar maior visibilidade a comentários relevantes nas discussões.

Embora trabalhos na literatura tenham se propostos a estudar o uso e impacto de reações na plataforma, nenhum deles focou no uso por desenvolvedores em suas comunidades. Por exemplo, sabe-se que usuários tem usado cada vez mais de reações na plataforma, contudo, como métrica de engajamento, espera-se que diferentes projetos apresentem diferentes padrões que podem ser importantes

<sup>1</sup><https://github.blog/2016-03-10-add-reactions-to-pull-requests-issues-and-comments/>, acessada em 29/05/2024.

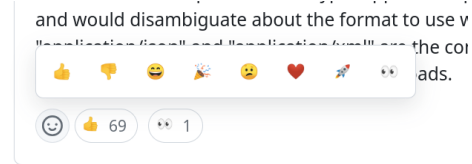


Figura 1: Formas de reação em comentários no GitHub

para prospecção de interesse de seus usuários e contribuidores. Assim, este trabalho propõe um estudo inicial sobre o uso de *Reactions* em comunidades *open-source*, por meio do estudo de projetos hospedados na plataforma GitHub. Para isso foram coletados dados de quase 94K desenvolvedores e 31K reações atribuídas a quase 200K recursos no projeto *Spring Boot*.<sup>2</sup>

Os resultados mostram que a maioria das reações são atribuídas aos comentários em *Issues* (64,2%) e que a reação CONFUSED é predominantemente usada em *Issues* e seus comentários. Além disso, foram identificados períodos de pico e aumento no uso das reações, contudo, a tendência sugere estabilidade no repositório analisado, diferentemente de resultados reportados para toda a plataforma. Em relação ao papel dos desenvolvedores na comunidade, THUMBS\_DOWN (reação tipicamente associada à sentimentos negativos) é uma reação com baixa ocorrência por membros e colaboradores, enquanto LAUGH é uma reação muito comum. Por fim, os resultados também indicam que engajamento e interesse de certas populações podem não estarem diretamente relacionadas.

O restante do artigo está organizado como a seguir. A Seção 2 apresenta detalhes da funcionalidade *Reactions* e a Seção 3 apresenta trabalhos relacionados ao apresentado neste artigo. Na Seção 4 é detalhada a metodologia de pesquisa deste trabalho, incluindo objetivos e informações do *dataset* utilizado. Por fim, na Seção 5 são apresentados e discutidos os resultados deste trabalho, enquanto a Seção 6 apresenta as conclusões finais.

## 2 BACKGROUND

Inicialmente restrita à *Issues* e *Pull Requests*, a funcionalidade *Reactions* tem se popularizado e expandido na plataforma. Atualmente a funcionalidade conta com oito reações distintas (Figura 2) possíveis de serem usadas em diferentes recursos na plataforma, *i.e.*, inclusive em *Tags* e *Releases*. Cada uma das reações são descritas a seguir:

*Thumbs up*: Empregado para manifestar aceitação ou aprovação.

*Thumbs down*: Utilizado frequentemente para indicar rejeição ou desaprovação.

<sup>2</sup><https://github.com/spring-projects/spring-boot>, acessado em 29/05/2024.

Reação	Descrição	Significado
👍	Thumbs Up	Aprovação
👎	Thumbs Down	Desaprovação
😄	Laugh	Riso
😕	Confused	Confusão
❤️	Heart	Coração
🚀	Rocket	Foguete
👁️	Eyes	Olhos
🎉	Hooray	Celebração

**Figura 2: Tipos de reações na plataforma Github**

*Laugh*: Sugere uma circunstância divertida ou de felicidade. Também é empregado para expressar sarcasmo ou ironia em contextos negativos.

*Confused*: Proposto para expressar incerteza ou dificuldade de compreensão sobre um tema específico.

*Heart*: Denota uma aceitação ou aprovação intensa; utilizado quando o usuário demonstra um apreço significativo por algo.

*Rocket*: Denota entusiasmos ou apoio a uma ideia; utilizado em lançamento de Releases ou comentários com conteúdo relevante e inovador.

*Eyes*: Utilizada para indicar que alguém está observando o item com atenção.

*Hooray*: Empregado para celebrar ou expressar um contexto de alegria. É frequentemente utilizado em liberações de software.

### 3 TRABALHOS RELACIONADOS

O uso e influência de *emojis* em conversações em repositórios de software tem sido objeto de diversos estudos nos últimos anos. Grande parte destes trabalhos buscam compreender as motivações para o uso desse recurso e seus impactos na comunicação entre desenvolvedores de software. Por exemplo, Rong et al. [9] conduziram um estudo em larga escala com o objetivo de descobrir as intenções de desenvolvedores ao usarem *emojis* em conversações em repositórios. Para isso, construíram um modelo para classificar automaticamente as intenções dos desenvolvedores ao usar *emojis*, a partir de quase 40K mensagens compartilhadas em cerca de 2,7K repositórios *open-source* no GitHub. Os resultados reportados neste trabalho indicam que, independente do nível de experiência, desenvolvedores usam *emojis* em todos níveis de conversação.

Através da análise de 62M de postagens no Github (*Issues*, *Pull Requests* e comentários), Lu et al. [8] observaram uma correlação entre o uso de *emojis*, a natureza das postagens e o status de trabalho dos desenvolvedores. Seus resultados também mostram que desenvolvedores que apresentam queda no uso de *emojis*, podem estar sob estresse e prestes a reduzir sua carga de trabalho na plataforma.

Por outro lado, poucos trabalhos se propuseram a explorar as características de uso e impacto de Github *Reactions*, como funcionalidade baseada em *emojis*. Com objetivo de compreender o impacto do uso de *Reactions* em projetos *open-source*, Borges et al. [2] conduziram um estudo sobre o recurso após sua introdução

na plataforma. Para isso, os autores analisaram cerca de 2,5M *Issues* e 9,7M comentários e observaram que a quantidade de reações é um indicador de engajamento dentro de um projeto. O estudo também menciona que as reações fornecem *feedback* de forma espontânea, diminuindo ruídos de comunicação nas conversações. Além do engajamento, o número de reações em *Issues* está associado à discussões mais longas, indicando um impacto nas práticas de desenvolvimento de software. Diferentemente do estudo conduzido por Borges et al., a presente pesquisa visa analisar as reações a partir da perspectiva da comunidade, e não da plataforma.

Por meio de uma análise quantitativa de aproximadamente 380K reações, Batoun et al. [1] observaram que as reações mais comuns em *Pull Requests* expressam sentimentos positivos, indicando que a comunidade tende ser favorável às mudanças sugeridas. A maioria das reações ocorre antes do fechamento da *Pull Request*, com uma porcentagem significativa de reações vindas de membros não-contribuidores, o que ressalta o envolvimento da comunidade em projetos de código aberto. Diferentemente do trabalho Batoun et al. [1], este estudo não se limita à análise de reações em *Pull Request*, mas considera todo recurso passível de ser reagido na plataforma.

## 4 METODOLOGIA

Este trabalho tem por objetivo explorar as características de uso de *Reactions* comunidades de projetos *open-source* para apoiar mantenedores no melhor entendimento suas comunidades e pesquisadores a desenvolverem melhores ferramentas de apoio. Assim, neste estudo, considera-se como comunidade o conjunto de desenvolvedores em torno de um repositório de software hospedado na plataforma GitHub.

### 4.1 Objetivos

Embora trabalhos anteriores reportados na literatura se propuseram a explorar o uso e impacto da funcionalidade *Reactions* na plataforma GitHub, nenhum deles dedicou-se ao estudo do uso das reações em comunidades específicas dentro da plataforma. Acredita-se que a compreensão de tais características de uso dentro de escopos definidos, como comunidades de projetos *open-source*, tem o potencial de demonstrar boas práticas e padrões de comportamentos de usuários que podem ser utilizadas, ou replicadas, em outros projetos. Ao mesmo tempo, acredita-se também que seja possível identificar padrões e comportamentos indesejáveis nas comunidades tal que seus responsáveis possam atuar para mitigar. Neste sentido, o presente trabalho apresenta como objetivo responder às seguintes questões de pesquisa:

*QP1: Quais recursos recebem mais reações pela comunidade?* Como plataforma social, o GitHub permite que seus usuários interajam de diferentes formas [5, 7]. Além de realizar contribuições de código, usuários podem adicionar reações em diversos recursos. Por exemplo, usuários podem adicionar reações em relatos e comentários de *Issues* e *Pull Requests*, além de notas de lançamentos de novas versões (i.e., Releases) e comentários em *Commits*.

*QP2: Como o uso tem evoluído ao longo do tempo em comunidades?* Estudos anteriores mostraram que usuários da plataforma tem aderido cada vez mais à funcionalidade de reação [2], contudo, é possível que isso não reflita o comportamento de todas as comunidades.

A análise da evolução do uso em comunidades específicas pode mostrar comportamentos únicos, como declínio em comunidades cujo projeto está em processo de morte ou até mesmo evidenciar períodos de alta atividade da comunidade.

*QP3: Como diferentes membros tem usado das reações?* Comunidades *open-source* são compostas por membros com diferentes papéis que vão de mantenedores até usuários e apreciadores da solução. No GitHub, existem dois grupos principais: (i) desenvolvedores que colaboram (ou colaboraram o passado) e (ii) desenvolvedores que usam da solução ou tem interesses particulares na mesma.<sup>3</sup> Para o primeiro grupo, o GitHub caracteriza como *Member* e *Collaborators* aqueles usuários com permissões de acesso no repositório e *Contributors* aqueles que tiveram contribuições aceitas e integradas ao projeto. O segundo grupo de usuários consiste daqueles usuários que realizaram atividades marginais dentro do projeto, como, por exemplo, reportar ou comentar em *Issues*, ou atribuir uma estrela.<sup>4</sup>

*QP4: De onde são os usuários que mais usam de reações?* Membros de projetos *open-source* estão tipicamente distribuídos geograficamente por diversas regiões ao redor do mundo. Este estudo investiga quais regiões são responsáveis pela maior parte das reações, medindo a frequência das reações por localização dos membros do repositório. Além disso, busca identificar se existe uma correlação significativa entre as regiões com maior número de usuários ativos e o volume de suas reações. A análise desta correlação pode evidenciar dados importantes sobre comportamentos comuns de usuários em diferentes regiões.

## 4.2 Seleção de projeto para estudo

Neste estudo, optou-se pela condução das atividades propostas em um único repositório por se tratar de um estudo exploratório inicial cujo objetivo está alinhado à obtenção de melhor entendimento de características únicas de comunidades *open-source*. Entende-se que este estudo tem o potencial de identificar características importantes que contribuirão para a melhoria e expansão da análise para um conjunto maior de comunidades a partir de seus resultados.

A seleção do repositório a ser analisado foi guiado pelas seguintes características: (i) relevância do projeto para a comunidade de desenvolvimento e (ii) tamanho e representatividade da comunidade. Essas características visaram a seleção de um projeto relevante, além de potencialmente oferecer uma maior quantidade de dados a serem analisados. Por fim, decidiu-se também pela delimitação da escolha por aplicações desenvolvidas na linguagem Java.

Considerando estas características, decidiu-se pela seleção do projeto *Spring Boot*.<sup>5</sup> *Spring Boot* é o *framework* mais popular da linguagem Java para desenvolvimento de aplicações web e micro-serviços. Ele faz parte do ecossistema Spring e objetiva simplificar a configuração e o desenvolvimento de novas aplicações. O repositório deste projeto no GitHub concentra o núcleo do projeto e é o mais popular do ecossistema.<sup>6</sup>

<sup>3</sup><https://docs.github.com/en/graphql/reference/enums#commentauthorassociation>, acessado em 29/05/2024.

<sup>4</sup><https://docs.github.com/en/organizations/managing-peoples-access-to-your-organization-with-roles/roles-in-an-organization>, acessado em 29/05/2024.

<sup>5</sup><https://github.com/spring-projects/spring-boot>, acessado em 29/05/2024.

<sup>6</sup>Este trabalho adota o conceito de popularidade apresentado por Borges and Valente [3], onde o número de estrelas é uma métrica central para medir interesse da comunidade do projeto.

## 4.3 Coleta e processamento dos dados

Para a coleta dos dados do repositório, foi utilizada a API GraphQL do GitHub<sup>7</sup> em conjunto com a ferramenta GitHub Proxy Server [4]. Nesta etapa, objetivou-se a coleta de todos os dados, relacionados ao uso de *Reactions*, disponíveis para coleta pela API.

O processo de coleta destes dados foi realizado em meados de março de 2024 e os dados obtidos e utilizados neste estudo estão disponíveis ao final deste artigo (Seção 6). Abaixo são apresentadas e descritas informações dos principais recursos identificados:

- *Users*: Foram identificados 93.926 usuários com atividades dentro do repositório. Considera-se como atividade toda interação de usuários da plataforma GitHub com recursos do repositório, como criação, comentários e reações em *issues* e *pull requests*. Esses dados também incluem dados de usuários que deram estrela, criaram *forks* ou tiveram alguma atividade registrada pela plataforma desde a criação do repositório;
- *Issues e Pull Requests*: Foram coletadas 33.462 registros de *issues* e 6.157 *pull requests*. Além disso, foram identificados 109.703 eventos associados a esses recursos. Um evento é qualquer atividade, como, por exemplo, comentários, alterações de *status* ou até mesmo menções em outros recursos e projetos. Para cada um destes eventos foram obtidos, entre outros, informações sobre o usuário que realizou a atividade, o tipo de evento e a data que ele ocorreu;
- *Releases e Tags*: Foram coletados 219 *releases* e 222 *tags*. Para cada um dos registros, também foram coletadas meta-informações sobre os usuários que criaram estes recursos e usuários que reagiram aos mesmos;
- *Stargazers*: Foram coletados 72.230 registros de estrelas no repositório. Cada registro consiste em informações do usuário e a data que a mesma foi efetuada;
- *Reactions*: Ao todo, foram identificados 31.225 reações atribuídas aos recursos passíveis de serem reagidos. Cada registro de reação inclui informações do usuário, o recurso, o tipo de reação que foi atribuída e a data que foi realizada.

Após a coleta dos dados, foi identificada a necessidade de realizar o processamento dos dados relacionados à localização dos usuários. O principal problema encontrado é que a localização presente nos dados dos usuários, e coletada pela API do GitHub, é fornecida pelos próprios usuários da plataforma. Dos 93.926 usuários presentes nos dados coletados, 34.410 (36,63%) forneceram uma localização em seu perfil, enquanto 59.516 (63,37%) não possuem tal informação. A Tabela 1 apresenta as top-10 localizações fornecidas pelos usuários, que representam 19,21% da base de usuários. É possível observar que devido à natureza aberta de preenchimento dessas informações, existem diversos registros que remetem à mesma localização.

Portanto, foi necessário o uso da API de localizações HERE Maps para padronizar as localizações fornecidas pelos usuários.<sup>8</sup> Após a aplicação deste processo, foi possível obter localizações padronizadas para todos os registros na base de dados. Assim, considerando o exemplo apresentado na Tabela 1, os registros de china, beijing, shanghai, shanghai, china, e beijing, china foram normalizados para China.

<sup>7</sup><https://docs.github.com/en/graphql>, acessado em 29/05/2024.

<sup>8</sup><https://developer.here.com/>, acessada em 29/05/2024.

Local	Quantidade
china	1.525
beijing	1.164
shanghai	1.058
germany	603
hangzhou	481
shenzhen	408
india	361
shanghai, china	358
beijing, china	347
berlin	306

Tabela 1: Top-10 localizações dos usuários

## 5 RESULTADOS

QPI: *Quais recursos recebem mais reações pela comunidade?*

Para entender quais recursos recebem mais reações da comunidade, foram analisadas todas as reações coletadas e suas respectivas fontes. A Figura 3 apresenta a distribuição das reações por recurso reagível no projeto analisado. Foi observado que comentário em *issues* (ISSUECOMMENT) são os elementos que receberam mais reações pela comunidade (20.066 reações, 64,26%), seguido por ISSUE (6.761 reações, 21,65%), RELEASE (3.451 reações, 11,05%) e PULL REQUESTS (691 reações, 2,21%). Por outro lado, comentários de revisão de códigos (PULLREQUESTREVIEWCOMMENT) e solicitações de revisão (PULLREQUESTREVIEW) tiveram uma parcela muito pequena de reações recebidas (0,71% e 0,11%, respectivamente).

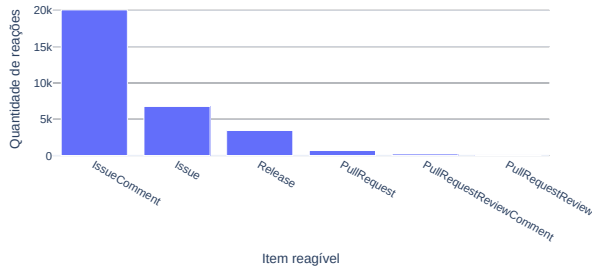


Figura 3: Quantidade de reações por recurso

Considerando também que as reações podem ser de diferentes tipos, este estudo também buscou entender as reações mais comuns por recursos. A Figura 4 exibe a distribuição absoluta de reações pelo tipo da reação e pelo elemento que foi reagido. Assim como reportado em estudos anteriores, a reação THUMBS\_UP concentra o maior número de registros (77,6%), seguido por HEART (7,42%) e HOORAY (5,31%). As reações menos frequentemente usadas são EYES (1,38%) e CONFUSED (0,95%).

Ademais, ao analisar a distribuição relativa dos tipos de reação por recurso reagível, é possível observar que algumas reações são mais amplamente usadas em determinados recursos (Figura 5). Por exemplo, a reação ROCKET é majoritariamente utilizada em *releases*. Por outro lado, CONFUSED e THUMBS\_DOWN praticamente não são usados neste contexto. É possível observar também que a reação THUMBS\_DOWN, frequentemente associada a sentimentos negativos, aparecem com maior frequência em registros de *pull requests*.

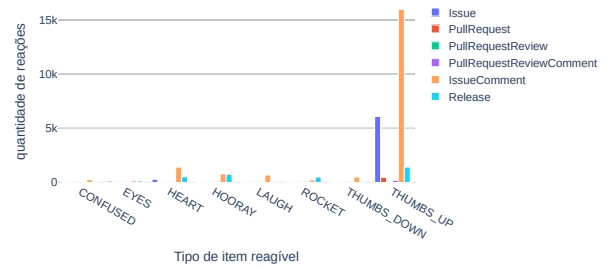


Figura 4: Quantidade de reações por tipo de reação e recurso

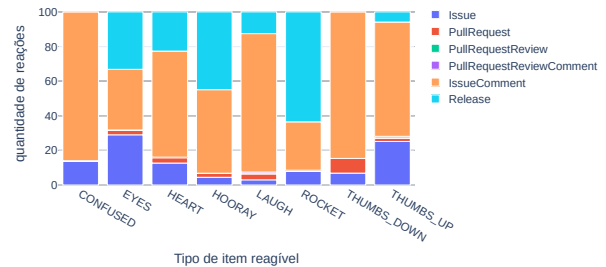


Figura 5: Proporção das reações por reação e recurso

*Findings:* Os resultados desta questão de pesquisa ressaltam a importância de se considerar o tipo de reação e o recurso na condução de estudos por pesquisadores. Focar nesse tipo de interação pode levar a um entendimento mais profundo das necessidades e preocupações da comunidade, permitindo ajustes e soluções mais eficazes no desenvolvimento do software. Reações específicas, como a significativa utilização da reação ROCKET em *Releases*, indicam que a comunidade valoriza esses marcos. Isso pode incentivar os desenvolvedores a realizar lançamentos mais bem definidos e a comunicar claramente as novidades, promovendo uma maior apreciação por parte da comunidade. Por outro lado, reações negativas como THUMBS\_DOWN em *Pull Requests* podem sinalizar problemas ou insatisfações que precisam ser resolvidos rapidamente. Além disso, a baixa interação em comentários de revisão de código, e solicitações de revisão, sugere a necessidade de promover mais engajamento nesse processo.

QP2: *Como o uso tem evoluído ao longo do tempo?*

Para responder a esta questão, foi construída uma série temporal representando a quantidade de reações recebidas ao longo do tempo pelo projeto analisado (Figura 6). Os resultados apresentam dois momentos de destaque: (i) um pico no número de reações em julho de 2021 onde houve muitas reações nos lançamentos das versões 2.3.x do framework e (ii) um aumento consistente a partir de 2023 que coincide com o lançamento oficial da versão 3 (*major release*).<sup>9</sup> *Findings:* Embora trabalhos anteriores tenham reportado um aumento no uso da funcionalidade ao longo do tempo, o que foi observado no projeto analisado é que seu uso tem se mantido estável ao longo do tempo. Além disso, os resultados mostram que o número

<sup>9</sup><https://github.com/spring-projects/spring-boot/releases/tag/v3.0.0>, acessado em 29/05/2024.

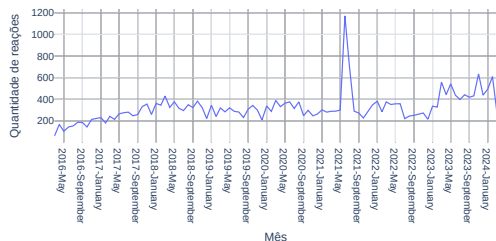


Figura 6: Quantidade de reações ao longo do tempo

de reações podem representar uma métrica relevante para medir o engajamento da comunidade com as atividades do repositório.

QP3: Como diferentes membros tem usado das reações?

Para entender como desenvolvedores com diferentes papéis no projeto tem usado das reações, este trabalho considerou informações de associação com o repositório fornecidas pela própria API do GitHub. Desenvolvedores com papel MEMBER são aqueles com permissões de acesso a recursos do repositório, enquanto CONTRIBUTORS são aqueles que tiveram contribuições adicionadas (e.g., pull requests) mas não possuem permissões de acesso ao mesmo. Os demais usuários são considerados que possuem nenhuma relação com o projeto (i.e., sua relação é definida como NONE). A Figura 7 apresenta a distribuição percentual das reações originadas de cada tipo de usuário. Nota-se que a maioria das reações é oriunda de usuários que não possuem um vínculo direto com o projeto, correspondendo a 77,2%, de todas as reações. De forma complementar, 22,8% das reações vem de usuários com relações com o projeto. Além disso, é importante ressaltar que, embora representem uma fração muito pequena em relação ao total de usuários do projeto (0,03%), 7,7% das reações vieram de Members. Esse resultado resalta um padrão mais ativo desses usuários em relação à comunicação em suas comunidades.

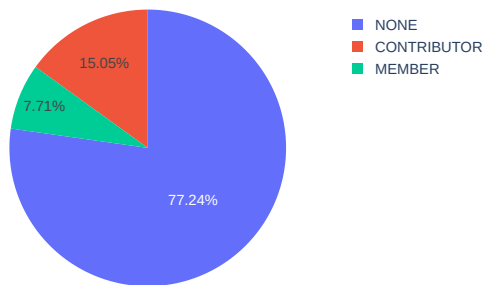


Figura 7: Percentual das reações por tipo de usuário

A Figura 8 exibe a participação percentual de cada tipo de usuário nas reações associadas a cada recurso reagível. Embora CONTRIBUTOR constituam uma minoria do total de reações, esses usuários desempenham um papel predominante nas reações associadas aos itens PullRequestReview (72,72%) e PullRequestReviewComment (78,02%). Por outro lado, registros de versões (Releases) recebem em sua absoluta maioria (95,24%) reações de usuários sem associação direta com o projeto.

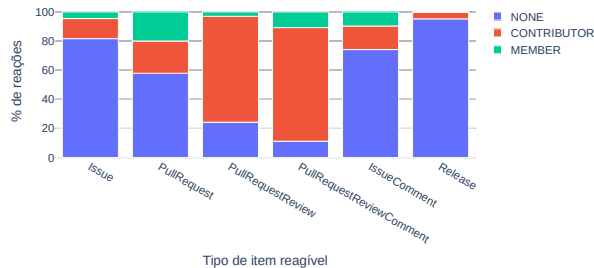


Figura 8: Reações por recurso e tipo de usuário

Por fim, na Figura 9 são apresentadas a distribuição das reações por tipo de reação e tipo de usuário. Inicialmente é possível observar que usuários com papel MEMBER apresentam uma taxa extremamente baixa da reação THUMBS\_DOWN, que pode ser geralmente considerada uma reação negativa. Por outro lado, a reação LAUGH é tipicamente expressa por CONTRIBUTORS.

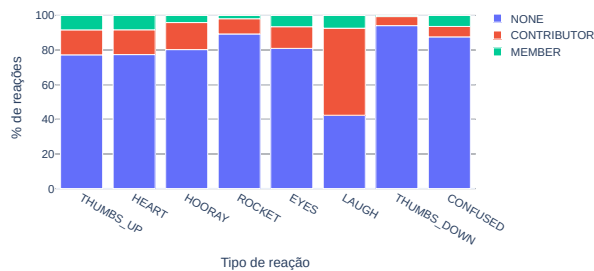


Figura 9: Reações por tipo e papel do usuário

Findings: Os resultados desta questão de pesquisa ressaltam também a importância dos papéis dos usuários para melhor compreensão das reações, assim como destaca as responsabilidades dos mesmos dentro do projeto. Por exemplo, membros e contribuidores reagem com muita frequência à pull requests, o que indica uma preocupação e maior atenção desses relacionados a essa atividade.

QP4: De onde são os usuários mais usam de reações?

Nesta questão de pesquisa, além de descobrir a localização dos usuários que mais reagem no repositório, objetivou-se explorar a relação com a localização dos demais usuários da comunidade do projeto. A Figura 10 exibe as top-10 localizações predominantes dos usuários associados ao repositório Spring Boot. Os resultados mostram que a grande maioria dos usuários indicaram estarem na China (10.062 usuários, 10,70%), seguido de Estados Unidos (3.625 usuários, 3,85%), Alemanha (2.388 usuários, 2,54%) e Índia (1.724 usuários, 1,83%). Ao todo, os usuários indicaram pertencer a 153 países distintos.

Considerando somente os usuários que reagiram à recursos no projeto, a distribuição apresentou diferenças significativas. A Figura 11 exibe a distribuição destes usuários. Neste cenário, usuários da Alemanha foram aqueles que mais usaram de reações no projeto (924 usuários, 6,36%), seguido por Estados Unidos (783 usuários, 5,39%) e China (665 usuários, 4,58%). Os resultados deste estudo sugerem que o engajamento dos usuários de determinada localidade



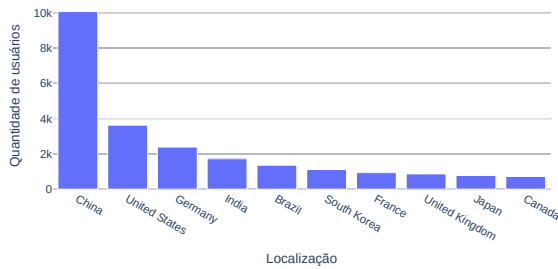


Figura 10: Top-10 localizações dos usuários

podê não estar diretamente relacionada à base de usuários de maior interesse no projeto. Por exemplo, os resultados mostraram que usuários da China estão em uma proporção quatro vezes maior do que os usuários da Alemanha, contudo, estes mesmos apresentam engajamento, em termos de reações, 28,02% maior.

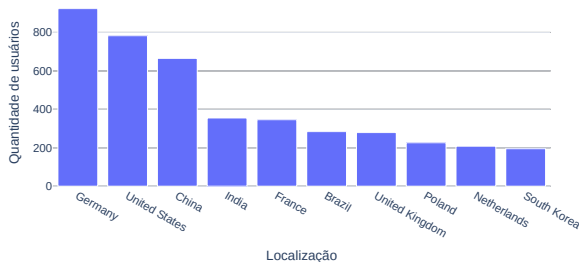


Figura 11: Top-10 localizações dos usuários com mais reações

**Findings:** Os resultados apresentados nesta questão podem ajudar mantenedores de repositórios conhecerem melhor sua base de usuários. Ao mesmo tempo, os resultados podem contribuir para elaboração de políticas para melhorar a receptividade e atratividade a desenvolvedores de outras regiões. Por exemplo, por meio de tradução de conteúdo ou recrutamento de especialistas da região.

## 6 CONCLUSÕES

Esse trabalho teve como objetivo (i) explorar quais recursos recebem mais reações; (ii) entender como tem sido a evolução do uso em comunidades específicas comparado ao uso global; (iii) entender a relação entre os diferentes papéis e suas reações; e (iv) explorar aspectos geográficos do uso da funcionalidade. Ao todo, foram estudados 93.926 usuários e 31.225 registros de reações em centenas de milhares de recursos passíveis de receberem reações no principal repositório do *framework* Spring. Entre os principais resultados, destacam-se:

- Embora THUMBS\_UP seja a reação mais comum, certas reações são frequentemente usadas em recursos específicos, por exemplo, CONFUSED é usado predominantemente em relatos e comentários de *Issues* e THUMBS\_DOWN ocorrem com mais frequência em registros de *Pull Requests*.
- Embora o uso da funcionalidade tem se disseminado na plataforma e apresentado uso crescente, no projeto analisado seu uso tem se estabilizado ao longo do tempo. Contudo, foram identificados picos e crescimentos importantes que

podem representar momentos de maior interação dos seus membros.

- A análise dos papéis dos usuários mostrou que usuários que contribuíram, ou estão associados ao projeto, reagem com maior frequência em processo de revisão de *Pull Requests* enquanto demais usuários reagem em *Issues* e *Releases*.
- Foram identificadas diferenças entre as populações que demonstram interesse e aquelas que engajam no projeto. Por exemplo, embora 10,70% dos usuários associados ao projeto sejam da China, foi identificado que somente uma pequena fração destes interagiram no projeto, enquanto usuários da Alemanha interagiram proporcionalmente muito mais.

Os resultados obtidos neste trabalho apresentaram uma visão inicial sobre o uso de *Reactions* por usuários da comunidade do projeto central do *framework* Spring. Contudo, estes resultados não podem ser generalizados para todas as outras comunidades presentes no GitHub. Os resultados apresentados neste trabalho fornecem importantes indicativos que comunidades *open-source* podem apresentar comportamentos únicos que ajudariam a explicar, em partes, fenômenos e eventos recorrentes em plataformas de codificação modernas, como o GitHub. Neste sentido, a expansão do estudo conduzido para um conjunto maior e mais representativo de projetos é essencial. Além disso, o aprofundamento no estudo e dos resultados em cada uma das questões apresentadas neste trabalho tem potencial de beneficiar mantenedores, usuários e pesquisadores, assim discutido ao longo do trabalho. Por exemplo, a compreensão da relação entre localização de usuários e o engajamento por meio de reações pode jogar luz sobre questões (positivas e negativas) relacionadas a políticas de promoção e recrutamento de membros por comunidades *open-source*.

## DISPONIBILIDADE DE ARTEFATOS

Os dados coletados e usados neste trabalho estão disponíveis publicamente em: <https://zenodo.org/records/13001587>

## REFERÊNCIAS

- [1] Mohamed Amine Batoun, Ka Lai Yung, Yuan Tian, and Mohammed Sayagh. 2023. An empirical study on GitHub pull requests' reactions. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM)* 32 (2023), 1–35.
- [2] Hudson Borges, Rodrigo Brito, and Marco Tulio Valente. 2019. Beyond textual issues: Understanding the usage and impact of GitHub reactions. In *XXXIII Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES)*. 397–406.
- [3] Hudson Borges and Marco Tulio Valente. 2018. What's in a GitHub star? understanding repository starring practices in a social coding platform. *Journal of Systems and Software (JSS)* 146 (2018), 112–129.
- [4] Hudson Silva Borges and Marco Tulio Valente. 2022. GitHub Proxy Server: A tool for supporting massive data collection on GitHub. In *XXXVI Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES)*. 370–375.
- [5] Laura Dabbish, Colleen Stuart, Jason Tsay, and Jim Herbsleb. 2012. Social coding in GitHub: transparency and collaboration in an open software repository. In *ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*. 1277–1286.
- [6] Juan Carlos Farah, Basile Spaenlehauer, Xinyang Lu, Sandy Ingram, and Denis Gillet. 2022. An exploratory study of reactions to bot comments on GitHub. In *IV International Workshop on Bots in Software Engineering (BotSE)*. 18–22.
- [7] Eirini Kalliamvakou, Georgios Gousios, Kelly Blincoe, Leif Singer, Daniel M German, and Daniela Damian. 2016. An in-depth study of the promises and perils of mining GitHub. *Empirical Software Engineering (ESE)* 21 (2016), 2035–2071.
- [8] Xuan Lu, Wei Ai, Zhenpeng Chen, Yanbin Cao, and Qiaozhu Mei. 2022. Emojis predict dropouts of remote workers: An empirical study of emoji usage on GitHub. *PLoS one* 17 (2022), 1–21.
- [9] Shiyue Rong, Weisheng Wang, Umme Ayda Mannan, Eduardo Santana de Almeida, Shurui Zhou, and Iftekhar Ahmed. 2022. An empirical study of emoji use in software development communication. *Information and Software Technology (IST)* 148 (2022), 106912.