



XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

Desenvolvimento de algoritmo gerador de rotas com valores solidários

Gustavo Nicolau Gonçalves, FEEC/Unicamp, gustavo.nicolaug@gmail.com

Romis Ribeiro de Faissol Attux, FEEC/Unicamp, attux@unicamp.br

Cristiano Cordeiro Cruz, ITA, cristianocruz@yahoo.com.br

RESUMO

A pesquisa e a intervenção apresentadas neste artigo objetivam investigar metodologias de desenvolvimento de software com valores solidários e, ao mesmo tempo, colaborar com a construção da solução sociotécnica buscada pelo coletivo Señoritas Courier, que está construindo uma plataforma de ciclo entregas própria. A metodologia proposta tem três partes, contando com entrevistas semiestruturadas, questionários e técnicas de construção participativa para o desenvolvimento de soluções sociotécnicas. O processo, até a etapa em que a intervenção se encontra, possibilitou uma compreensão abrangente sobre o coletivo e a construção da primeira versão da solução sociotécnica. Para a terceira e última etapa da intervenção, objetiva-se concluir a ferramenta para elaboração de rotas, e que ela não só possibilite a economia tempo de trabalho do coletivo, como também faça jus aos conhecimentos por ele organizados.

PALAVRAS-CHAVE: engenharia popular. tecnociência solidária. algoritmos genéticos. plataforma. ciclo entregadoras.



XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

INTRODUÇÃO

Dentre as recentes mudanças no mundo do trabalho em decorrência do avanço da tecnociência capitalista, a uberização, pelas dimensões dos seus impactos, tem atraído de modo particular a atenção de pensadoras/es de áreas diversas. Para Antunes (2020), a uberização é um processo no qual as relações de trabalho são cada vez mais individualizadas e invisibilizadas, o que leva à percepção de “prestação de serviços” do que antes era entendido como vínculo empregatício tradicional, acabando com direitos e assalariamento, e aumentando a exploração. Esse processo se consolida através de artefatos da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), que materializam as lógicas neoliberais na vida de milhares de pessoas trabalhadoras. Não obstante, em resposta às precarizações desse processo, várias dessas pessoas têm se organizado em grupos, coletivos e cooperativas, na busca de melhores condições de trabalho.

O momento histórico em que vivemos, em especial a pandemia de COVID-19, teve grande impacto no trabalho desse setor (ABÍLIO et al., 2020), contribuindo com o surgimento e fortalecimento das cooperativas das pessoas entregadoras, como alternativa à precarização imposta pelas plataformas (SILVA, 2020). Os coletivos realizam suas atividades de construção de rotas, divisão do trabalho e escolha de clientes com lógicas próprias que, muitas vezes, vão na contramão das grandes empresas de aplicativos.

Esse é o caso do Señoritas Courier, um coletivo de ciclo entregas composto exclusivamente por mulheres e pessoas LGBTQIA+, atuante na cidade de São Paulo, que busca promover “[...] mudanças e combater as condições precárias de trabalho aos quais estão expostos os jovens, negros, de periferia que conformam a maioria dentro do ramo é um dos objetivos do coletivo...” (RECK, 2022, p. 142). Em articulação conosco (equipe de pesquisa Unicamp), com o Núcleo de Tecnologia (NT) do Movimento dos Trabalhadores Sem Teto (MTST) e com outras pessoas voluntárias, o



XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

coletivo iniciou, no começo de 2023, a construção de uma plataforma própria de entregas, para cujo desenvolvimento e funcionamento a pessoa ciclo entregadora tem tido um papel central (GOLDSMAN, 2023). A utilização da primeira pessoa do plural, neste texto, refere-se à atuação da equipe da Unicamp - a comunicação de feitos realizados em conjunto com os outros grupos que integram o projeto serão sempre explicitados citando os(as) envolvidos(as)

A pesquisa e a intervenção apresentadas neste artigo (ambas ainda em andamento) têm por objetivo investigar metodologias de desenvolvimento de software com valores solidários e, ao mesmo tempo, colaborar com a construção da solução sociotécnica buscada pelo Señoritas. Assumimos, pois, o papel de facilitadores desse processo e de desenvolvedores do algoritmo gerador de rotas que integra a plataforma em construção.

O estudo de outras experiências em projetos com aspirações solidárias, sobretudo os relacionados a desenvolvimento de software (ARAÚJO et al., 2019; ALVEAR, 2014; CORTÉS-RICO; PIEDRAHITA-SOLÓRZANO, 2015), foi essencial para a proposição da metodologia de intervenção utilizada neste projeto. Dessa revisão bibliográfica, retivemos, principalmente, os seguintes pontos para a composição de nossa metodologia: a) a importância do envolvimento das pessoas trabalhadoras no processo; b) um formato incremental e cíclico de desenvolvimento; e c) um diagnóstico com orientação do macro ao micro.

A intervenção dividiu-se temporalmente em três etapas: 1) Reconhecimento mínimo; 2) Primeira mínima intervenção empoderadora; e 3) Aprofundamento e desenvolvimento. O primeiro momento, já concluído, objetivou estabelecer uma relação entre os grupos – Señoritas, nós (equipe da Unicamp), NT-MTST e outras pessoas voluntárias –, bem como obter e organizar as informações necessárias e assegurar as condições para o desenvolvimento da solução sociotécnica (como escolha a pilha tecnológica a ser utilizada, serviços de geolocalização, entre outros). Em seguida, temos a etapa em que nos encontramos atualmente, de elaboração e



XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

introdução de uma alteração sociotécnica no cotidiano de trabalho do coletivo, abrindo portas para o desenvolvimento da solução final. Por fim, o último passo, de maior duração, objetiva avançar as soluções sociotécnicas introduzidas na etapa anterior, a fim de se alcançar a solução final da intervenção.

Além da participação ativa do coletivo no processo, por meio de entrevistas e reuniões semanais, e do trabalho do Núcleo de Tecnologia do MTST e do conjunto de pessoas voluntárias selecionadas pelo Señoritas, a atuação do Prof. Valdinei Freire (EACH-USP) e da sua aluna de mestrado Alexia Scheffer têm sido bem relevantes, particularmente para os esforços da pesquisa relacionada aos algoritmos de rotas.

O presente artigo descreve o trabalho realizado por nós, equipe da Unicamp, até o momento de envio deste documento. A seção Reconhecimento mínimo é dedicada à primeira etapa da intervenção, de mesmo nome, que foi finalizada em junho de 2023. Na seção Primeira mínima intervenção empoderadora, será relatado o segundo momento da intervenção, etapa em que o trabalho se encontra. A última seção, Considerações finais, é dedicada às reflexões sobre as seções anteriores e também se indicarão os próximos passos da intervenção.

RECONHECIMENTO MÍNIMO

A primeira etapa da abordagem de intervenção proposta teve como objetivo construir as bases e as condições necessárias para que o desenvolvimento do algoritmo fosse realizado posteriormente. As atividades realizadas nesse período tiveram foco em: construir uma relação de confiança e cooperação entre os grupos participantes; conhecer as pessoas do coletivo e compreender as atividades que desempenham; obter e organizar de forma holística os conhecimentos sobre o processo de entregas dele. Foi também nessa fase que decisões técnicas iniciais foram tomadas, como análise de requisitos, definição de pilha tecnológica e orçamento para a construção da solução. Optamos então, por estruturar os objetivos dessa primeira etapa em metas



XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

para, com isso, facilitar nossa organização e ação. As metas elencadas são apresentadas a seguir:

- Estabelecer relação com os grupos;
- Compreender a organização geral do coletivo;
- Compreender globalmente o processo de rotas;
- Compreender a viabilidade financeira e tecnológica da solução sociotécnica;
- Elaborar a mínima intervenção empoderadora.

Após um período de aproximação com coletivo Señoritas Courier, durante os últimos meses de 2022, foi realizada, em janeiro de 2023, a reunião junto aos grupos envolvidos – coletivo, nós, núcleo de tecnologia MTST e demais pessoas voluntárias –, o que marca o início do projeto de construção da plataforma de trabalho Señoritas Courier. Foi durante esse período inicial, que notamos a divisão do trabalho de entregas dentro do coletivo, que conta com uma pessoa principal para atividades chamadas administrativas como elaboração das rotas, contato com clientes, cobranças e auxílio remoto às entregadoras durante o dia a dia, enquanto as demais integrantes atuam diretamente na coleta e entrega dos pedidos. O coletivo se preocupa em compartilhar o conhecimento internamente, dessa forma todas as entregadoras conhecem os processos administrativos e na ausência da pessoa responsável podem assumir essa função.

O período inicial foi marcado por várias conversas entre as/os representantes dos grupos participantes, delimitando os escopos de atuação e formatos de encontros, que ocorrem semanal e remotamente desde então. Com esses acordos iniciais estabelecidos, o próximo passo da intervenção teve como objetivo comunicar e firmar acordo com todas as pessoas que integram o coletivo, em encontro presencial ocorrido em março de 2023. Nesse encontro, foi possível: definir o formato dialógico da intervenção; detalhar as suas etapas; discutir requisitos e responsabilidades, como a expectativa de participação das pessoas do coletivo, a propriedade coletiva dos



XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

produtos tecnocientíficos gerados ao longo do processo, entre outros; e definir a data de finalização da intervenção: dezembro de 2023.

Apesar do interesse do coletivo na intervenção proposta, suas integrantes ressaltaram seus limites de disponibilidade, uma vez que são remuneradas apenas quando estão fazendo as entregas ou estão fazendo algum “bico”. A construção de um algoritmo de rotas que tenha como foco a pessoa entregadora necessita que suas experiências, conhecimentos, valores, visões e vontades estejam presentes em sua composição. Dessa forma, os limites de participação das pessoas do coletivo se apresentavam como um desafio para os objetivos de intervenção. A solução encontrada consistiu em contar com a participação das pessoas do coletivo, na primeira etapa, por meio de questionários respondidos assincronamente. Nessa fase, as entrevistas ficariam restritas, assim, apenas à liderança do coletivo. A participação mais próxima das demais pessoas ficou reservada para a etapa final da intervenção, *aprofundamento e desenvolvimento*.

O firmamento do contrato de pesquisa marcou a conclusão da primeira meta (estabelecer a relação entre os grupos), ainda que, após esse passo, a cada encontro, a preocupação em se aprofundar a relação de cooperação e confiança seguisse em nossas ações.

Com a finalidade de auxiliar na organização de nossas atividades para cumprir as metas restantes, elaboramos documentações auxiliares a serem preenchidas, as quais chamamos de *entregáveis*. Outra motivação para essa organização foi a de delimitar a profundidade de investigação mínima necessária para que cada meta pudesse ser considerada como concluída. A organização dos entregáveis é apresentada a seguir:

- Organograma: organização das pessoas que integram o coletivo e suas atividades;
- Fluxograma geral do coletivo: processo geral do coletivo;
- Fluxograma do processo de roteamento: processo detalhado executado pelo coletivo para elaborar rotas;
- Diretrizes orçamentárias: limites financeiros para o projeto;



XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

- Questionários: informações iniciais das preferências de rotas por parte das pessoas ciclo entregadoras e também seus dados demográficos;
- Especificações técnicas: linguagens de programação, ambientes, APIs e demais ferramentas utilizadas no processo;
- Caminhos algorítmicos: debate, a partir da literatura, para a compreensão das melhores abordagens para os problemas do coletivo;
- Primeira mínima intervenção empoderadora: decisão conjunta sobre a forma da próxima etapa da intervenção.

O período seguinte teve como foco obter e organizar o conhecimento sobre o coletivo, com ênfase nos cinco primeiros entregáveis. Em paralelo à coleta de informações gerais sobre preferências individuais de rotas das pessoas entregadoras, via questionário, foram conduzidas entrevistas junto à liderança do coletivo sobre os demais tópicos.

Como forma de otimizar o tempo disponível das pessoas do coletivo, sobretudo da liderança, as áreas do projeto que necessitavam obter e organizar conhecimentos do Señoritas Courier se organizaram em um espaço de reunião compartilhado para conduzir as conversas e entrevistas. Dessa forma, nossa equipe, uma pessoa voluntária responsável pelo design da plataforma e a pessoa responsável por gerir a equipe NT-MTST compartilharam de reunião semanal com a liderança do coletivo para entrevistas. Como cada área participante possuía sua própria agenda de conhecimentos de interesse, muitas vezes pouco conectadas entre si, o tempo e a quantidade de perguntas eram escassos. Nesse cenário, optamos por conduzir entrevistas semiestruturadas em que, em cada encontro, abordamos perguntas específicas relacionadas a um único entregável a ser elaborado (organograma, fluxograma do coletivo, fluxograma processo de roteamento e diretrizes orçamentárias). Essa abordagem nos permitiu coletar gradualmente todas as informações necessárias sem sobrecarregar as reuniões com múltiplos tópicos de interesse.

Ao optar por sintetizar as informações compartilhadas pelo coletivo em documentações auxiliares, os entregáveis, tivemos a possibilidade de realizar uma



XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

etapa de validação desses conhecimentos junto ao coletivo. O processo de validação, que, por vezes, levou a correções dos materiais, resultou em uma compreensão comum, nossa e do coletivo, acerca dos tópicos tratados. Tal compreensão se mostrará, como veremos, um alicerce também para proposições e construções futuras com o coletivo, algo essencial para a emancipação do grupo e para se estabelecer o diálogo entre os conhecimentos, vivências e experiências do Señoritas Courier e os conhecimentos acadêmicos sobre algoritmos de rotas.

As descobertas realizadas durante essa etapa de organização de informações, principalmente as relacionadas ao processo de roteamento das entregas do coletivo, evidenciaram que esse diálogo com conhecimentos acadêmicos de algoritmos de rotas seria mais complexo que o inicialmente esperado, uma vez que não seria possível resolver toda atuação do coletivo com um único algoritmo.

O coletivo divide sua atuação com entregas em dois principais segmentos de serviços: os *pedidos avulsos* e os *pedidos múltiplos*. O primeiro é referente a pedidos com destino único; o segundo, a pedidos com vários destinos.

Embora os do tipo avulso possuam um maior valor financeiro agregado para o coletivo, eles ocorrem em volume muito menor em comparação com o outro segmento. Pedidos desse tipo avulso são encarados, então, como encaixes ou desvios a serem acrescentados em rotas previamente elaboradas para pedidos múltiplos, gerando uma carga de trabalho considerada baixa, no máximo 1h de trabalho, para a atividade de elaboração de rotas. O volume reduzido, somado à baixa carga de trabalho de roteamento que eles requerem, colabora para a decisão de dedicar o algoritmo para atender aos pedidos múltiplos, que, por sua vez, têm um volume e uma demanda de trabalho maior para elaboração de rotas, podendo ultrapassar mais de um dia de trabalho dedicado à elaboração de rotas desse tipo.

O coletivo ainda separa o segmento de pedidos múltiplos, de acordo com a relação para com o cliente, em *pedidos fixos* ou *sazonais*. A divisão tem grande importância para os processos de precificação do trabalho e para a organização de demandas. Entretanto, ela não gera implicações para o processo de roteamento. Durante as



XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

entrevistas, propusemos uma nova categorização para os pedidos múltiplos, relacionada ao serviço prestado, que foi aperfeiçoada pelo coletivo na etapa de validação. Nessa proposta, os tipos de serviço prestados que foram identificados são: circuito de coleta; entregas com depósito único; e entregas com múltiplos depósitos.

O primeiro serviço oferecido para pedidos do tipo múltiplo consiste em coletar materiais em alguns pontos preestabelecidos e transportá-los a um destino comum. Um exemplo desse trabalho na rotina do Señoritas é a coleta de materiais recicláveis nos diferentes estabelecimentos de um cliente e o transporte desses materiais ao centro de reciclagem. O segundo serviço, entregas com depósito único, é oferecido a clientes que possuam um depósito único onde ficam os produtos a serem coletados e depois entregues a destinos pré-estabelecidos. Como exemplo, podemos citar uma livraria, cliente do coletivo, que possui loja única à qual as entregadoras devem ir, coletar os pedidos e se direcionar aos múltiplos destinos. Por fim, temos as entregas com múltiplos depósitos, uma variação do serviço anterior, com a adição de mais de um ponto de coleta. É exemplo disso a rede de lojas de cosméticos que pode vir a se tornar cliente do Señoritas, na qual cada loja possui produtos a serem entregues em destinos distintos.

A categorização dos serviços marca o início do diálogo entre o processo de rotas do coletivo e os problemas algorítmicos documentados na academia, uma vez que divide os serviços por tipos de problema de roteirização em formato e complexidade. Podemos modelar o serviço categorizado como circuito de coleta da seguinte forma: dado um conjunto de ciclo entregadoras, um conjunto de pontos de coleta e o ponto final de entrega, e considerando que as entregadoras iniciam e terminam o percurso no endereço de suas residências, traçar o caminho de menor distância que passa por todos os pontos sem repetição. Esse problema encontra grande similaridade com o clássico Problema do Caixeiro Viajante (MATAI et al., 2010). Já as entregas com depósito único encontram grande similaridade com o Problema do Roteamento de Veículos (PRV) com restrição de tempo e capacidade de carga (TOTH; VIGO, 2002). Por fim, o serviço de entregas com múltiplos depósitos assemelha-se ao Problema de



XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

Coleta e Entrega, uma variação do PRV (SAVELSBERGH; SOL, 1995). Essa categorização de problemas algorítmicos relacionados aos serviços prestados somada à revisão bibliográfica dos mesmos foram organizadas no entregável caminhos algorítmicos.

O passo seguinte foi direcionado à escolha das especificações técnicas para o projeto, como linguagem de programação, APIs de geolocalização, infraestrutura, entre outros. A decisão foi tomada em diálogo com o NT-MTST e baseada também nas diretrizes orçamentárias elaboradas no passo anterior. Essas decisões foram de grande importância para a implementação da solução descrita na próxima seção.

Por fim, debruçamo-nos sobre o material organizado e construímos uma proposta para a primeira mínima intervenção empoderadora, que foi apresentada e aceita pelos demais grupos que integram o projeto (coletivo Senhoritas Courier, NT-MTST e voluntárias). Na próxima seção, descreveremos em detalhe a solução sociotécnica proposta e seu processo de implementação em maiores detalhes.

PRIMEIRA MÍNIMA INTERVENÇÃO EMPODERADORA

A etapa atual da intervenção, primeira mínima intervenção empoderadora, diz respeito à implementação da primeira mudança no processo de construção das rotas do coletivo. Em diálogo com o NT-MTST, propusemo-nos a desenvolver o módulo gerador de rotas na forma de uma API a ser consumida pela aplicação central da plataforma.

O módulo gerador de rotas é responsável por receber dados relativos aos pedidos e às pessoas entregadoras selecionadas para essas entregas, processá-los e, em retorno, fornecer uma proposta de rotas. A etapa de processamento dos dados é categorizada em: tratamento dos dados, contando com ordenação e construção de matriz de distâncias; e geração das rotas, quando os dados, já tratados, são a entrada de um algoritmo genético (AG) (HOLLAND,1992), que, para essa etapa da intervenção, foca na solução do PRV. Dessa forma, o módulo gerador de rotas auxilia o processo do coletivo para o serviço de entregas com depósito único.



XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

A escolha do AG como método de otimização foi motivada, em grande parte, por sua ampla aplicação em problemas como os mencionados anteriormente, além de sua estrutura geral simples e flexível, que permite a incorporação de uma diversidade de operadores e mecanismos de seleção. Outro aspecto relevante que motivou a escolha dessa abordagem foi a simplicidade da dinâmica geral do AG, o que pode facilitar o entendimento do coletivo e possibilitar a construção participativa de elementos essenciais, como os operadores desta solução.

O caminho proposto pela meta-heurística dos algoritmos genéticos é inspirado no processo de evolução biológica (HOLLAND,1992). Nessa abordagem, possíveis soluções para o problema são codificadas em uma representação genética (cromossomos), formando uma população inicial de soluções candidatas. Ao longo de várias iterações, novas populações de soluções são geradas a partir da avaliação, seleção, cruzamento e mutação dos cromossomos da geração precedente. Analogamente ao processo de seleção natural, indivíduos mais adequados têm maior probabilidade de serem selecionados e de passarem pelo processo reprodutivo, o que faz com que a população tenda a evoluir em direção a soluções de maior qualidade (HOLLAND,1992).

A literatura reúne diversas abordagens de algoritmos genéticos para resolução do PRV (KARAKATIČ; PODGORELEC, 2015), nos quais a codificação e as etapas principais variam em formato e em desempenho, sem um consenso ou solução ótima para todos os possíveis casos. A decisão do formato de representação das soluções candidatas em cromossomos define as possibilidades de implementações das operações de cruzamento e mutação, sendo assim a primeira escolha a ser realizada no desenvolvimento do algoritmo.

O formato escolhido foi a utilização de um vetor de números inteiros com o tamanho igual ao número de destinos, no qual cada posição é preenchida com um número que representa uma entregadora. O processo de decodificação desses cromossomos consiste em, para cada entregadora, aplicar a heurística do ponto mais próximo para todos os pontos de entrega do cromossomo identificados pelo número



XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

da entregadora, iniciando e finalizando as rotas no ponto de partida (casa da entregadora). A etapa algorítmica de avaliação calcula as distâncias totais, ou seja, de todas as entregadoras, para cada solução candidata, e elenca a de menor valor como a melhor daquela geração. Essa solução, escolhida como melhor, é então cruzada com todas as demais soluções, utilizando a abordagem Ordered Crossover (OX) (PRINS, 2004). Além disso, cada descendente ainda passa por um processo de mutação, no qual há uma substituição aleatória, no vetor, por uma entregadora aleatória. Assim, a nova geração de soluções candidatas é formada. A decisão de parada do algoritmo escolhida foi por número de gerações, sendo esse número escolhido empiricamente após a realização de testes com dados fornecidos pelo coletivo.

Ao final desse primeiro momento de desenvolvimento, analisamos o algoritmo proposto e pudemos apontar algumas semelhanças, a princípio não conscientes ou intencionais, com o processo de roteirização do Señoritas Courier. No processo realizado pelo coletivo, as pessoas entregadoras comunicam suas áreas de atuação, organizadas pelas faixas de CEP que atendem. Os endereços de entrega são então ordenados por CEP e, em seguida, as rotas são construídas, buscando agrupar os endereços de entrega nas faixas de CEP de atuação das ciclistas disponíveis para aquele trabalho. No processo algorítmico, a representação escolhida das soluções do PRV para algoritmos genéticos foi a utilização de vetores nos quais as posições representam os pontos de entrega e os valores, as pessoas entregadoras. Nessa formatação, o trabalho desempenhado pelo algoritmo genético, ao criar uma nova população, é a de distribuição dos pontos de entrega entre as trabalhadoras. A construção das rotas ocorre no momento de decodificação da solução. Dessa forma, diferentemente das representações mais tradicionais para PRV, nas quais as próprias rotas são representadas por vetores ou listas encadeadas, o caminho escolhido dialoga com o trabalho realizado atualmente pelo coletivo, realizando uma divisão do trabalho e em seguida a construção das rotas.

As escolhas de implementação algorítmica realizadas não são definitivas, uma vez que se pretende, na etapa de aprofundamento e desenvolvimento, avançar a solução



XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

sociotécnica, por meio de trocas e feedbacks do coletivo, sem se prender a escolhas anteriores. Pretende-se comparar, de forma crítica em conjunto com o coletivo, as rotas elaboradas por este com aquelas geradas pelo algoritmo. A ideia é, com isso, avaliar não apenas aspectos objetivos como as distâncias totais e a distribuição justa de entregas entre as ciclistas, mas também os aspectos subjetivos da solução e de seu impacto no ambiente de trabalho, como facilidade de uso e demais opiniões sobre os caminhos percorridos com e sem o uso da ferramenta.

O conhecimento sobre elaboração de rotas adquirido ao longo dos anos de atuação com entregas tem grande valor para o Señoritas Courier. Por isso, o coletivo demonstrou, desde o início do projeto, o interesse em compreender o funcionamento do algoritmo que iríamos construir. Com a primeira versão do algoritmo construída, o compartilhamento de conhecimentos torna-se mais passível de ser feito. Na próxima etapa do projeto, teremos um cuidado especial com relação a esse compartilhamento.

Planeja-se, para a etapa final da intervenção, aprofundamento e desenvolvimento, uma construção cíclica e incremental que continue seguindo os passos que demos até aqui, de: reconhecimento e reflexão; ideação; prototipação; e experimentação (CORTÉS-RICO; PIEDRAHITA-SOLÓRZANO, 2015), só que, agora, partindo-se do protótipo atual. De modo a capacitar o coletivo a se apropriar da solução que está sendo construída, compreendê-la e colaborar tão bem quanto possível de seu aprimoramento, apresentaremos inicialmente os conceitos centrais da solução sociotécnica como: conceito de API; dados necessários para a aplicação; algoritmos genéticos; e o algoritmo desenvolvido para o Señoritas Courier. Feito isso, passaremos à experimentação do protótipo construído, avaliando-o objetiva e subjetivamente a partir das rotas produzidas por ele. Isso nos levará ao primeiro estágio do ciclo, refletindo sobre possíveis melhorias ou avanços, que serão buscados, coletivamente, no momento seguinte, o da ideação dessas melhorias. Ficaremos responsáveis por realizar as implementações necessárias no código da solução, produzindo, com isso, um segundo protótipo. Este, de sua parte, passará pela experimentação e avaliação do coletivo, o que nos levará ao reinício do processo de aprimoramento da solução



XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

construída. Serão seguidas tantas iterações desse processo quanto as que couberem no prazo acordado para essa intervenção: até dezembro de 2023.

Como mencionado, acreditamos que a escolha de utilizar a meta-heurística de algoritmos genéticos pode ter impacto positivo na apresentação dos conceitos da solução sociotécnica, ao acrescentar à solução uma camada mais abstrata, porém mais inteligível, que possibilita fugirmos de debates puramente matemáticos. Essa camada, dividida nas etapas anteriormente citadas do algoritmo (seleção, avaliação, cruzamento e mutação), pode aproximar as pessoas do coletivo desse processo projetivo. Isso permite, em tese, que mais pessoas do coletivo consigam participar bem dessa intervenção, não apenas trazendo sugestões que podem ser gradativamente incorporadas à solução final, mas, exatamente por isso e a partir disso, mobilizando e trazendo seus próprios conhecimentos, valores e ideais para todo esse processo, amoldando-o.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desse período de intervenção, pudemos conhecer o coletivo Señoritas Courier e as pessoas que o integram, compreender o processo atual de elaboração de rotas de entregas e propor e desenvolver a primeira versão da solução sociotécnica geradora de rotas.

Tivemos a atuação dividida em dois momentos, o reconhecimento mínimo e a primeira mínima intervenção empoderadora. No primeiro, o foco foi em estabelecer relação com os grupos envolvidos (Señoritas, NT-MTST e outras pessoas voluntárias) e em organizar os conhecimentos e condições para futura implementação da solução sociotécnica. Já o segundo momento foi dedicado ao desenvolvimento da solução baseada nas informações e acordos realizados na etapa anterior.

Ao analisarmos a primeira implementação da solução geradora de rotas, notamos fortes semelhanças com o processo de mesma função desempenhado pelas pessoas do coletivo. Entendemos que essa correlação ocorreu devido a nossa imersão nos



XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

processos do coletivo durante a primeira etapa da intervenção. Compreender o processo do coletivo, sua importância e formato trouxe ao desenvolvimento escolhas e implementações que tiveram origem no próprio conhecimento organizado e acumulado pelo coletivo ao longo de sua história com ciclo entregas. A solução intermediária, portanto, já traz em sua composição, em alguma medida, valores, conhecimentos, experiências e vontades do próprio coletivo.

Busca-se, entretanto, potencializar esse efeito na próxima e última etapa da intervenção. Ao introduzir os artefatos tecnocientíficos produzidos até o momento no cotidiano de trabalho do coletivo, propomo-nos a organizar um processo de avanço da solução sociotécnica que, como se deu na primeira etapa desta intervenção, conte e promova a participação ativa das pessoas do coletivo. O formato objetiva compartilhar os conhecimentos construídos acerca da solução intermediária proposta; avaliar seus impactos e seu desempenho; coletar e projetar, de forma participativa, melhorias; implementá-las; e testar a nova proposição, para que novas rodadas de experimentação-reflexão-ideação-prototipagem possam ser feitas. O limite de rodadas para essas etapas é o prazo acordado para a conclusão da intervenção: dezembro de 2023.

Ao longo dessa próxima etapa, seguiremos atentos à participação das pessoas do coletivo nesse processo de intervenção. Com a comparação objetiva e subjetiva a cada rodada, poderemos compreender como a participação de entregadoras guia o desenvolvimento do algoritmo e seu desempenho. Temos a pretensão também de avaliar a abordagem meta-heurística do algoritmo genético em relação à sua didática para compartilhar o funcionamento do algoritmo e lançar mão das possibilidades de participação no projeto que ela pode suscitar.

O projeto segue com a intenção de investigar práticas metodológicas para desenvolvimento de software que reproduzam, reforcem ou viabilizem os valores solidários. Ao final, espera-se que a intervenção possa trazer ao coletivo uma nova ferramenta para elaboração de rotas que, além de economizar tempo de trabalho,



XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

possa também fazer jus aos conhecimentos, experiências e vontades que o coletivo organizou e aperfeiçoou ao longo do tempo. Espera-se, igualmente, contribuir com o coletivo para que esses conhecimentos continuem sob seu domínio e, quiçá, tenham sido alargados a partir desta intervenção.

REFERÊNCIAS

ABÍLIO, L. C.; ALMEIDA, P. F. de; AMORIM, H.; CARDOSO, A. C. M.; FONSECA, V. P. da; KALIL, R. B.; MACHADO, S. Condições de trabalho de entregadores via plataforma digital durante a covid-19. *Revista Jurídica Trabalho e Desenvolvimento Humano*, v. 3, 2020.

ALVEAR, C. d. S. Tecnologia e participação: sistemas de informação e a construção de propostas coletivas para movimentos sociais e processos de desenvolvimento local. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

ANTUNES, R. O privilégio da servidão - 2 edição. Boitempo, 2020. (Mundo do Trabalho). ISBN 9788575597545. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=ANutEAAAQBAJ>>.

ARAÚJO, F. S.; NEPOMUCENO, V.; HENRIQUES, F. C.; SÍGOLO, V. M.; POMPEU, L. P.; ATOLINI, T. M. Dialética da autogestão em empresas recuperadas por trabalhadores no Brasil. [S.l.]: Editora Lutas Anticapital, 2019.

CORTÉS-RICO, L.; PIEDRAHITA-SOLÓRZANO, G. Participatory design in practice: The case of an embroidered technology. In: SPRINGER. Human-Computer Interaction– INTERACT 2015: 15th IFIP TC 13 International Conference, Bamberg, Germany, September 14-18, 2015, Proceedings, Part III 15. [S.l.], 2015. p. 518–525.

GOLDSMAN, F. Señoritas Courier: El Futuro de las Cooperativas Tecnológicas a pedales. 2023. Acessado em 20/04/2023. Disponível em: <<https://www.pikaramagazine.com/2023/03/senhoritas-courier-el-futuro-de-las-cooperativas-tecnologicas-a-pedales/>>.

HOLLAND, John H. Genetic algorithms. ***Scientific american***, v. 267, n. 1, p. 66-73, 1992.



XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Crise e Transição: Engenheirando Alternativas

30 de Outubro a 01 de novembro de 2023

Belo Horizonte - MG, Brasil

KARAKATIĆ, Sašo; PODGORELEC, Vili. A survey of genetic algorithms for solving multi depot vehicle routing problem. *Applied Soft Computing*, v. 27, p. 519-532, 2015.

MATAI, R.; SINGH, S. P.; MITTAL, M. L. Traveling salesman problem: an overview of applications, formulations, and solution approaches. *Traveling salesman problem, theory and applications*, InTech, Croatia, v. 1, 2010.

PRINS, Christian. A simple and effective evolutionary algorithm for the vehicle routing problem. *Computers & operations research*, v. 31, n. 12, p. 1985-2002, 2004.

RECK, Y. Mulheres e cicloentregas: um estudo de caso sobre o coletivo senhoritas courier. *Desafio : estudos de mobilidade por bicicleta* 5, Centro Brasileiro de Análise e Planejamento Cebrap, n. 1, p. 129–156, 2022.

SAVELSBERGH, M. W.; SOL, M. The general pickup and delivery problem. *Transportation science*, INFORMS, v. 29, n. 1, p. 17–29, 1995.

SILVA, W. A. D. O surgimento e fortalecimento das cooperativas de entregadores de aplicativos no Brasil como reflexo do COVID-19. *Revista Eletrônica Sapere Aude*, v. 1, n. 2, p. 103–118, 2020.

TOTH, P.; VIGO, D. *The vehicle routing problem*. [S.l.]: SIAM, 2002.