Gorim: um Jogo RPG para a Gestão de Recursos Hídricos

Marina F. da Silva[1], **Sílvio G. Quintana**[1], **Alan Santos**[2], **Mairon Belchior**[1], **Raquel M. Barbosa**[1]

[1]Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS)
Rua Engenheiro Alfredo Huch, 475 – CEP: 96201-460 – Rio Grande – RS – Brasil

[2]Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)
Rua Gomes Carneiro, 01 – CEP: 96010-610 – Pelotas – RS – Brasil

{marinafernandess103,silvioquintana10,alanssantos32,
maironb,raq.mbarbosa}@gmail.com

Abstract. *Games have been used in Education because they create conditions for the individual to exercise an imaginary plan in a specific situation. Role-playing games (RPG) consist of a technique where players "play" a character within a given scenario, follow a system of rules and make decisions in order to achieve their goals. This article presents an RPG mobile game, called Gorim, aimed at managing water resources within the Lagoa Mirim and Canal São Gonçalo Watershed, in the state of Rio Grande Sul. The objective of the game is to seek environmental balance from the use of natural resources in agriculture and to provoke questioning and reflection on the role of agents in environmental decision-making.*

Keywords. *Role-playing games, Water Resource Management, Serious Games.*

Resumo. *Os jogos têm sido usados na Educação pois criam condições para que o indivíduo exercite um plano imaginário em uma situação específica. Jogos de Papéis (RPG) consistem em uma técnica onde os jogadores "interpretam" um personagem dentro de um determinado cenário, seguem um sistema de regras e tomam decisões a fim de alcançar seus objetivos. Este artigo apresenta um jogo mobile do tipo RPG, chamado Gorim, voltado para a gestão de recursos hídricos no âmbito da Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim e Canal São Gonçalo, no estado do Rio Grande Sul. O objetivo do jogo é buscar o equilíbrio ambiental a partir do uso de recursos naturais na agricultura e provocar o questionamento e a reflexão sobre o papel dos agentes na tomada de decisões ambientais.*

Palavras-chave. *Jogos de Papéis, Gestão de Recursos Hídricos, Jogos Sérios.*

1. Introdução

A água é considerada um dos recursos naturais mais importantes para o ecossistema e suas populações, devido à necessidade deste mineral para todos os tipos de atividades sociais e econômicas, bem como para a vida e a saúde da humanidade [Ponte et al. 2016]. Embora a água seja essencial à vida humana e às economias de todas as regiões do planeta, há ameaças constantes ao ciclo hidrológico e à quantidade e qualidade da água. Essas ameaças decorrem do uso excessivo da água para diversas atividades humanas [Tundisi 2006].

Tais usos excessivos incluem atividades na agricultura, abastecimento ao público, produção hidroelétrica, turismo, pesca, mineração etc., trazendo impactos complexos e com efeitos diretos e indiretos na economia, na saúde humana, no abastecimento público, na qualidade de vida das populações humanas e na biodiversidade [Tundisi 2006]. Nessa perspectiva, é fácil justificar a grande importância da gestão da água. A gestão dos recursos hídricos ocupa papel estratégico para o desenvolvimento sustentável para as atuais gerações e para as gerações futuras.

O Gerenciamento de Recursos Naturais é uma área que busca melhores formas de gerenciar a água, os animais, plantas e campos, pautando-se na qualidade de vida das pessoas e do meio ambiente no presente e para as gerações futuras. Os gestores de recursos naturais enfrentam a difícil tarefa de equilibrar as necessidades de sistemas ecológicos complexos e dinâmicos com as demandas concorrentes de partes interessadas sociais, políticas e comerciais [Fuller et al. 2007].

Para resolver esses desafios, ferramentas computacionais são necessárias para dar suporte ao gerenciamento, comunicação e análise de dados, além do controle e otimização destes [Fuller et al. 2007]. Uma ferramenta que tem sido usada são os Jogos de Papeis (RPG – *Role-Playing Games*), a qual consiste em uma técnica onde os jogadores "interpretam" um personagem dentro de um determinado cenário (ambiente), seguem um sistema de regras, que organizam suas ações, definindo os limites do que pode ou não ser feito e tomam decisões a fim de alcançar seus objetivos [Adamatti 2007].

O presente trabalho visa o desenvolvimento de uma aplicação mobile com a finalidade de apoiar o Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas da Lagoa Mirim e do Canal São Gonçalo[1] na gestão dos recursos hídricos através da participação dos atores envolvidos neste estudo de caso. Este comitê é um órgão de estado do Rio Grande do Sul composto de representações de usuários da água, população e Poder Público para gerenciar o uso dos recursos hídricos da Bacia.

A Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo está localizada ao Sul do estado do Rio Grande Sul e abrange total ou parcialmente diversos municípios, dentre eles as cidades de Pelotas e Rio Grande. A Lagoa Mirim é o segundo maior corpo hídrico com características lacustres do Brasil, e está ligada à Lagoa dos Patos formando o maior sistema lagunar da América do Sul e possui papel fundamental no desenvolvimento econômico da região Sul do Estado, pois tem ligação direta com os principais usos e potenciais conflitos da água (irrigação, abastecimento humano e dessedentação animal) [Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável 2016].

O aplicativo mobile desenvolvido é um jogo do tipo RPG e foi denominado de Gorim. O objetivo do jogo é buscar o equilíbrio ambiental a partir do uso de recursos naturais usados na agricultura e provocar o questionamento e a reflexão sobre o papel dos agentes na tomada das decisões ambientais. Em vista disso, o Jogo Gorim auxilia no processo de compreensão das questões ambientais no contexto dos recursos hídricos à medida que permite a observação das estratégias a partir da perspectiva de um jogador. Na definição do jogo, aplicou-se a abordagem ComMod[2] com intuito de conhecer os personagens/atores envolvidos na dinâmica de negociação participativa dos recursos hídricos

[1]Disponível em: `https://sema.rs.gov.br/comite-de-gerenciamento`
[2]Disponível em: `https://www.commod.org/en`

da bacia [Martins and Adamatti 2021, Leitzke et al. 2019].

O artigo está organizado da seguinte forma. A Seção 2 apresenta a modelagem do problema, os agentes identificados e suas interações. Na Seção 3, o aplicativo mobile Gorim é detalhado, juntamente com suas principais funcionalidades. Em seguida são apresentadas as principais interfaces gráficas do jogo. A Seção 4 apresenta um debate sobre o papel do jogo no gerenciamento dos recursos hídricos apontando os seus prós e contras. Finalmente, na Seção 5 são apresentadas as conclusões e trabalhos futuros.

2. Modelagem do Problema

Durante a modelagem do problema, reuniões com o Comitê da Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo foram realizadas a fim de buscar entender o papel do mesmo no gerenciamento dos recursos hídricos na bacia [Martins 2021, Born 2022]. Os personagens identificados foram divididos em três grupos: Reguladores, Fiscalizadores e Produtores. O diagrama apresentado na Figura 1 mostra as interações básicas entre os agentes envolvidos, seus papéis e a influência que eles têm no ambiente onde estão inseridos.

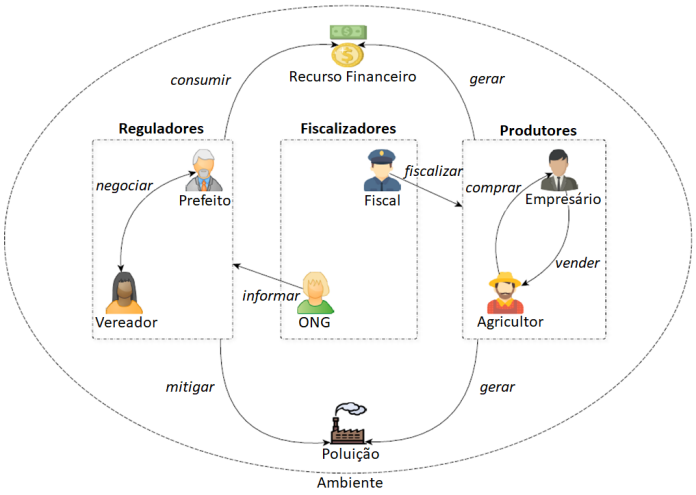

Figura 1. Diagrama de Integração [Leitzke et al. 2019].

Os agentes Reguladores são responsáveis pela administração dos recursos financeiros, oriundos de impostos e multas decorrentes de violações das leis. Eles são responsáveis por controlar e mitigar a poluição ambiental, por meio da criação de leis, incentivos fiscais, obras para reduzir a poluição, etc., sem prejudicar a economia. Neste ambiente, os agente que fazem parte deste grupo são os agentes Prefeito e Vereador. O Prefeito pode aumentar ou diminuir o valor do imposto, utilizar ações para reduzir a poluição do ambiente e ver as propostas de mudanças na cidade feitas pelo Vereador. Por sua vez, o Vereador pode enviar propostas e sugestões ao Prefeito relativas as ações ambientais e alterações no valor do imposto.

Os agentes Fiscalizadores têm como objetivo verificar irregularidades relacionadas à produção e exploração do ambiente e informar aos agentes Reguladores. Conforme mostra a Figura 1, fazem parte deste grupo os agentes que assumem os papéis de Fiscal Ambiental ou de uma ONG (Organização Não-Governamental). O Fiscal Ambiental é responsável por fiscalizar os agentes do grupo dos Produtores. Ele pode multar os produtores que descumprirem qualquer lei imposta pelos agentes Reguladores. Todo o valor

arrecadado das multas e impostos vão para o prefeito. Além disso, o Fiscal Ambiental é responsável por conceder licença do Selo Verde aos agricultores que não utilizaram agrotóxicos em suas propriedades.

Os agentes Produtores são responsáveis por explorar o ambiente a fim de obter recursos financeiros. Consequentemente, esses agentes são os maiores geradores de poluição no ambiente. Nesse grupo, os agentes podem desempenhar o papel de Empresário ou Agricultor. Os agentes Empresários são os que fornecem insumos e equipamentos necessários para a produção. Por outro lado, os agentes Agricultores são aqueles que utilizam equipamentos e insumos em suas plantações. Dessa forma, empresários e agricultores devem interagir para que a compra e venda dos produtos ocorra.

3. O Jogo RPG Gorim

A dinâmica do jogo foi dividida em rodadas onde cada rodada equivale a um período de um ano. As rodadas também foram divididas em duas etapas, a etapa dos produtores e a etapa dos fiscalizadores e moderadores, como mostrado na Figura 2.a. Na primeira etapa ocorre a interação entre os empresários e os agricultores. Na segunda etapa os demais agentes interagem no jogo, ou seja, aqueles que assumiram os papéis de Fiscal Ambiental, Prefeito e Vereador.

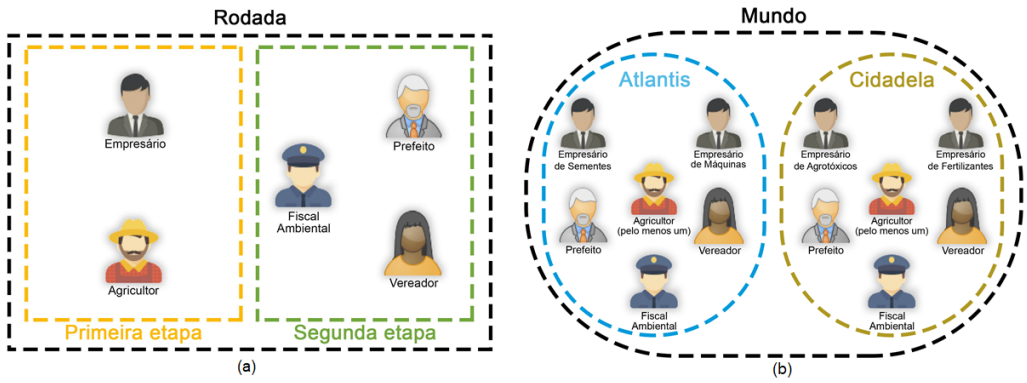

Figura 2. Dinâmica do Jogo Gorim.

O Jogo Gorim possui como cenário as cidades de Atlantis e Cidadela, cidades fictícias que representam as cidades de Pelotas/RS e Rio Grande/RS as quais estão localizadas na bacia hidrográfica da Lagoa Mirim e do Canal São Gonçalo. Foram definidos quatro tipos de empresários, o Empresário de Sementes, de Maquinas, Agrotóxico e o de Fertilizantes, sendo que os dois primeiros localizados na cidade de Atlantis e os outros dois na cidade de Cidadela (Figura 2.b). Cada cidade é formada por um Prefeito, um Fiscal Ambiental, um Vereador, dois empresários e pelo menos um Agricultor.

Os jogadores que interpretam o papel de agricultor possuem seis parcelas de terra em sua fazenda podendo utilizá-las com produtos comprados conforme a estratégia de cada jogador. Os agricultores podem negociar com qualquer um dos quatro empresários. Os produtos têm um preço específico variando pelo tipo e qualidade dos mesmos e dependendo da combinação destes, afetará a produtividade e a poluição gerada pelo agricultor. A Figura 3 representa os níveis de poluição do ambiente no jogo e suas respectivas consequências. O jogo começa com a poluição do ambiente em 20% e termina quando a poluição atinge o nível de 100%, considerando um colapso no ambiente.

Figura 3. Representação dos níveis de poluição do ambiente [Born 2022].

No início do jogo, os personagens da primeira etapa são sorteados aos jogadores. Na segunda etapa, os personagens são escolhidos por votação. Nas eleições, os jogadores poderão candidatar-se para os cargos de Prefeito, Fiscal Ambiental ou Vereador de suas cidades. Após isso, ocorre a votação. Caso algum cargo não tenha sido atribuído a nenhum jogador, seja por falta de votos ou por falta de candidatos inscritos, será sorteado um jogador que não tenha sido eleito para assumir esse cargo. Essas eleições são realizadas a cada duas rodadas do jogo. O número mínimo de jogadores para se iniciar uma partida é seis, ou seja, quatro empresários e dois agricultores, sendo estes distribuídos nas cidades de Atlantis e Cidadela, conforme mostrado na Figura 2.b. A partir do sexto jogador, estes serão atribuídos ao papel de Agricultor.

O jogo possui algumas regras. As licença de Selo Verde concedidas pelo Fiscal Ambiental aos Agricultores dão a estes um desconto fiscal de 5% sobre a parcela de terra que não utilizou agrotóxico. Um dos maquinários alugados pelo Empresário de Máquinas é o pulverizador. O seu uso proporciona uma redução de 50% da poluição produzida na parcela de terra do agricultor. No começo das partidas, os personagens recebem uma quantidade pré-estabelecida de dinheiro que pode ser usada nas compras de produtos, transferências de dinheiro ou aplicação de tratamentos da poluição.

Existe uma relação da produtividade dos agentes com a poluição do ambiente. Dependendo do nível de poluição do ambiente, o jogo executa reduções de produtividade dos agentes produtores. Por exemplo, se poluição do ambiente estiver em até 29%, a produção é de 100%. Porém se a poluição estiver entre 30% e 39%, a produção é 90%, e assim por diante. Foi implementado também um cronômetro regressivo (temporizador) para cada etapa/atividade. Portando, existe um tempo máximo para a conclusão das etapas do jogo não sendo necessário o papel de um Mestre para controlar as atividades. O aplicativo mobile foi desenvolvido[3] para o sistema operacional Android utilizando o *framework* React Native[4].

3.1. Interfaces do Jogo Gorim

Esta Seção mostra algumas interfaces gráficas do aplicativo mobile desenvolvido. A Figura 4 mostra as interfaces do Empresário de Sementes. O jogador que desempenhar esse papel pode selecionar um tipo de semente (Figura 4.a) e enviar um anúncio a todos os

[3]Disponível em: `https://www.dropbox.com/s/6u1ztuiubgsrwpx/Gorim-App.apk`
[4]Disponível em: `https://reactnative.dev/`

agricultores ou individualmente (Figura 4.b), selecionando uma quantidade e preços pre-estabelecidos durante a negociação entre o empresário e o agricultor. A medida que os produtos são comprados pelos agricultores, a quantidade restante do produto é atualizada e mostrada ao empresário e demais agricultores. Na interface de todos os empresários é possível checar os anúncios realizados, a quantidade de produtos vendidos, além de remover um anúncio (Figura 4.c).

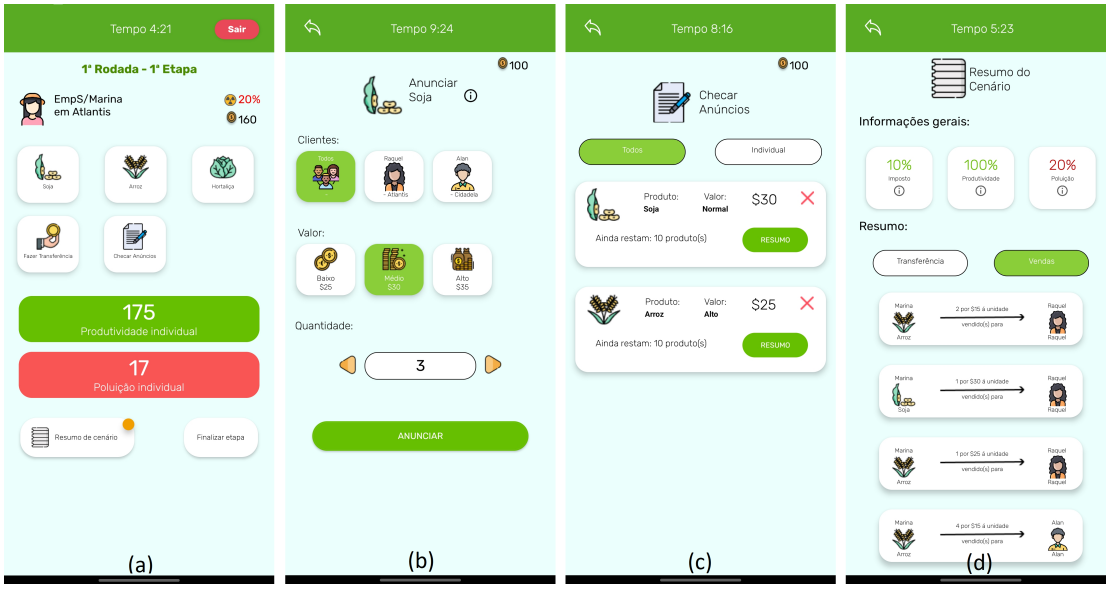

Figura 4. Interface do Empresário de Semente.

Na tela inicial de todos os personagens são mostradas informações como o nome do personagem, seu papel, a rodada e etapa atual, tempo para a execução da atividade, poluição individual do personagem, poluição do ambiente e dinheiro disponível. Além disso, duas funcionalidades também estão presentes na interface de todos os personagens: Fazer transferência e Resumo de Cenário (Figura 4.a). A primeira permite que um jogador possa enviar/receber dinheiro para/de qualquer outro jogador. A funcionalidade Resumo de Cenário visa mostrar todas as ações tomadas até o momento pelo jogador na etapa atual, além de outras informações relevantes, tais como: percentual de imposto a ser pago para a prefeitura, percentual de produtividade e poluição do ambiente. No caso do empresário (Figura 4.d), são mostradas todas as transferências realizadas e as vendas concretizadas, com informações sobre o preço, produto, quantidade e agricultor que realizou a compra.

A Figura 5 mostra as interfaces do Agricultor. Os agricultores podem checar os anúncios enviados pelos empresários e realizar a compra de um ou mais produtos (Figura 5.b). Após a compra dos produtos, o agricultor pode ir nas suas parcelas de terra, selecionar os produtos comprados e iniciar o plantio (Figura 5.c). Além disso ele pode fazer a pulverização na plantação, caso tenha alugado um com o empresário de máquinas, e solicitar uma Licença de Selo Verde, caso não tenha usado agrotóxico na parcela de terra. As informações sobre a poluição gerada nas parcelas de terra e suas produtividades são mostradas ao agricultor na Figura 5.d. No Resumo de Cenário, os agricultores têm informações detalhadas sobre as compras de produtos, transferências enviadas/recebidas e as plantações realizadas em cada parcela de terra.

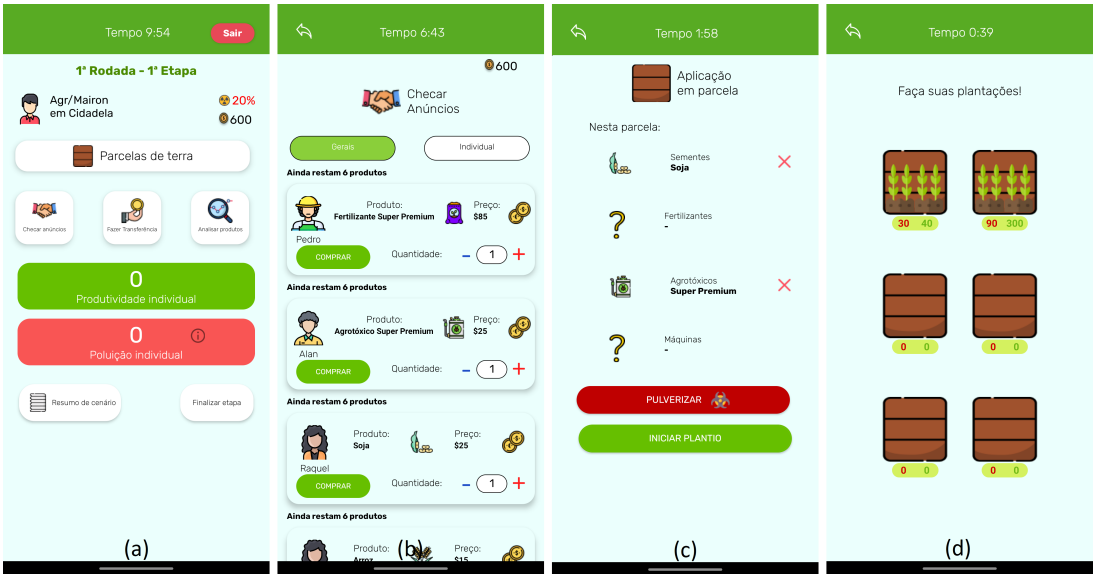

Figura 5. Interface dos Agricultores.

Na segunda etapa de cada rodada, jogam os Prefeitos, Vereadores e Fiscais Ambientais. Eleições são realizadas a cada duas rodadas do jogo para que tais cargos sejam escolhidos. A Figura 6 mostra as interfaces gráficas do prefeito. Nela o prefeito pode aplicar medidas para reduzir a poluição do ambiente através de tratamentos da água, esgoto ou lixo (Figura 6.b). Para cada tipo de medida há um custo envolvido e uma capacidade de redução da poluição.

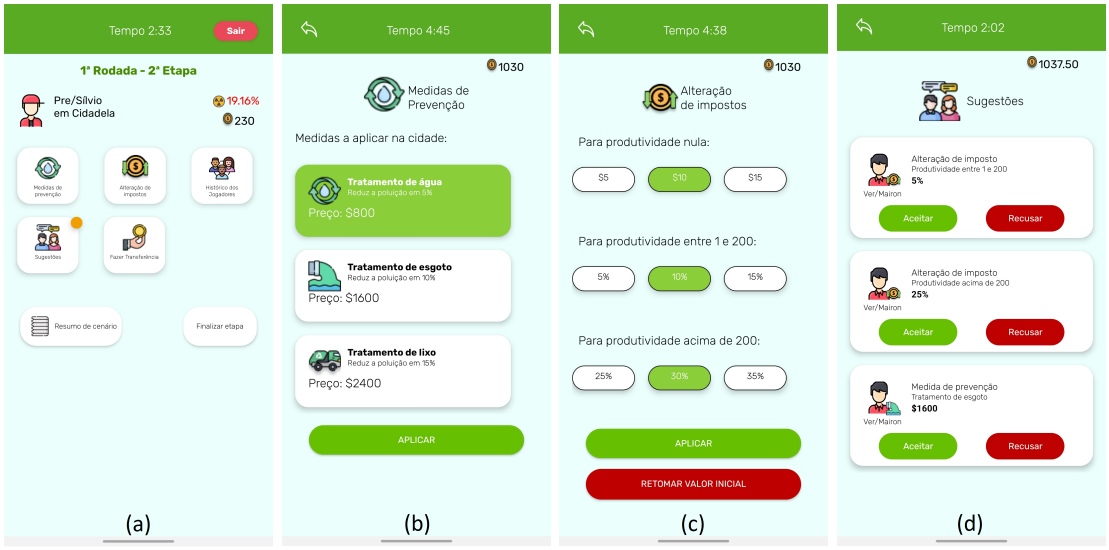

Figura 6. Interface do Prefeito.

Outra função do prefeito é a possibilidade de aumentar ou reduzir o valor dos impostos (Figura 6.c). Tal alteração entra em vigor a partir das rodadas seguintes. O prefeito também pode aceitar ou recusar sugestões de alterações específicas de imposto ou de aplicação de uma medida de tratamento da poluição enviadas pelo vereador (Figura 6.d). O botão Histórico dos Jogadores permite ao prefeito analisar dados tais como: poluição individual, produtividade e imposto pago de todos os agricultores e empresários de sua

cidade. As interfaces gráficas do personagem Vereador são parecidas com as do prefeito. A diferença é que as funcionalidades Medidas de Prevenção e Alteração de Impostos são para enviar sugestões ao prefeito e o botão Sugestões mostra as sugestões aceitas e recusadas pelo prefeito. As demais funcionalidades são as mesmas do prefeito.

Na interface gráfica dos Fiscais Ambientais, há algumas funcionalidades disponíveis (Figura 7.a). Os fiscais podem aplicar multas aos agentes agricultores e empresários. O aplicativo sugere uma multa apropriada de acordo com as regras do jogo, mas o fiscal tem a liberdade de mudar a gravidade da multa (Figura 7.c). A análise dos pedidos de Selo Verde e a concessão ou rejeição da licença também é uma tarefa realizada pelo fiscal ambiental através da opção Conceder selo verde (Figura 7.b). No botão Resumo de Cenário, o fiscal tem informações detalhadas das multas aplicadas, licenças de Selo Verde concedidas e transferências realizadas (Figura 7.d).

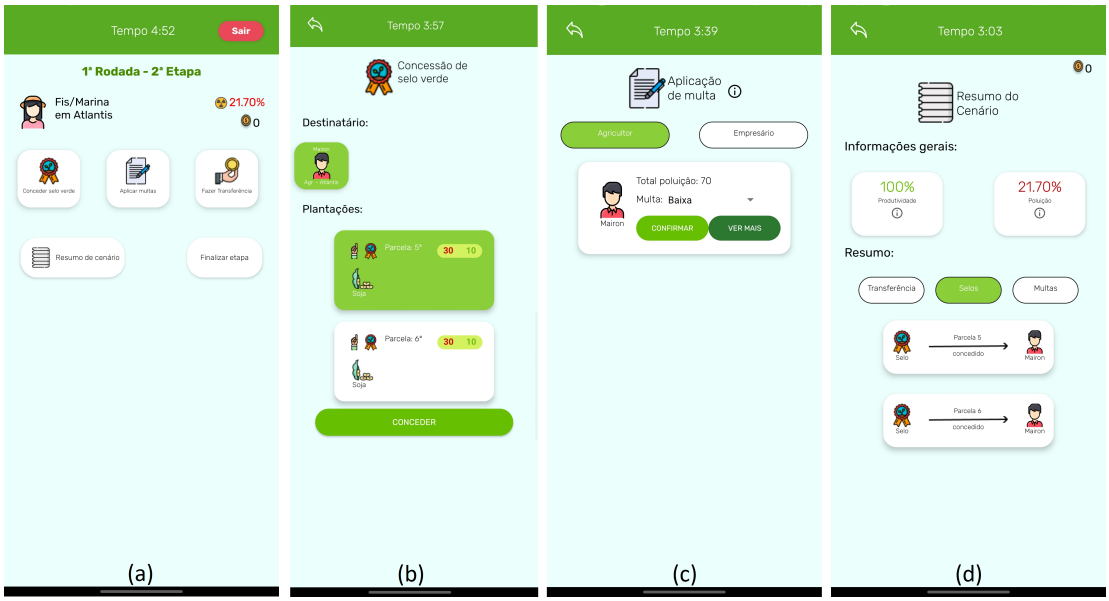

Figura 7. Interface do Fiscal Ambiental.

4. Discussão

O Jogo Gorim tem um propósito educativo auxiliando os jogadores a compartilharem seus conhecimentos e aperfeiçoarem suas técnicas nesse contexto ambiental. O Jogo Gorim auxilia no processo de gerenciamento dos recursos hídricos da bacia, pois permite que um jogador, ao interpretar o papel de um personagem, aprenda as suas necessidades e consequências de suas ações e tomem decisões de modo que traga benefícios para os demais personagens e, principalmente, para o meio ambiente onde a bacia está inserida. Visto que todo o sistema é interligado, ações individuais de um personagem têm consequências sobre o coletivo. Por exemplo, os jogadores poderão constatar, durante as partidas, que se usarem alguns tipos de agrotóxicos em suas plantações podem gerar grandes níveis de poluição contaminando todo o ambiente. Nestes casos, ações efetivas de fiscalização, aplicação de multas e tratamentos da água, esgoto e lixo são essenciais para mitigar o problema da poluição.

O Jogo Gorim inicialmente foi modelado como jogo de mesa usando fichas de papéis [Martins 2021]. A proposta evoluiu para uma versão web e outra móvel, obje-

tivo deste artigo. Nas partidas RPG em papel, cada jogador tinha que preencher em fichas de papel cada ação que tomava. Além disso, todos os jogadores recebiam tabelas impressas com dados relevantes tais como: o preço dos produtos, custo das ações ambientais, poluição e produtividade geradas nas plantações, etc. No final de cada etapa, todas as informações das fichas eram inseridas manualmente a um programa de computador para que alguns cálculos fossem feitos, como o cálculo da poluição do ambiente [Martins and Adamatti 2021].

O aplicativo móvel desenvolvido trouxe várias vantagens aos jogadores. Todas as informações relevantes ao jogo ficaram disponíveis ao usuário de forma clara. A implementação e persistência das ações tomadas pelos jogadores contribuiu para deixar o jogo mais fluido e rápido. Informações como o saldo do personagem, poluição e produtividade por parcela de terra, poluição e produtividade do personagem, poluição do ambiente, imposto a ser pago, etc. são atualizadas pelo aplicativo em tempo real e disponibilizadas aos jogadores através das interfaces, contribuindo para um melhor entendimento do jogo e das estratégias tomadas pelos jogadores, além de ajudar no entendimento das consequências das ações executadas. A funcionalidade do temporizador ajudou a deixar o jogo mais dinâmico e contínuo. O aplicativo também facilitou os personagens Empresários a enviarem anúncios a todos os agricultores de forma mais fácil e direta. For fim, procurou-se usar formas de notificação através de uma bolinha laranja, como mostrado na Figura 6.a, para sinalizar ao jogador que alguma interação ocorreu naquele momento. Tais notificações visaram aumentar as interações dos jogadores durante as partidas.

Uma limitação da aplicação está relacionada com a desconexão. Quando um jogador se desconecta do jogo, seja porque faltou internet ou porque a bateria descarregou, e se este jogador for, por exemplo, um empresário de sementes, a partida ficaria comprometida, visto que tal jogador é essencial para aqueles que desempenham o papel de agricultor. Uma solução para este problema seria implementar agentes virtuais para que estes possam jogar com jogadores reais e, com isso, não haveria a necessidade de se ter todos os jogadores reais no jogo.

5. Conclusão e Trabalhos Futuros

O gerenciamento de recursos hídricos discute o melhor uso e distribuição da água, envolvendo organizações e diferentes grupos sociais. A água é considerada um dos recursos naturais mais importantes para o ecossistema e suas populações. O seu uso inadequado em diversas atividades humanas pode trazer impactos negativos na economia, na qualidade de vida das populações humanas e na biodiversidade.

Este trabalho apresentou o jogo mobile Gorim do tipo RPG voltado para a gestão dos recursos hídricos, a fim de auxiliar o Comitê da Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo no seu papel de administrar a bacia. Um levantamento das funções do Comitê e a modelagem do problema foram realizados identificando vários personagens envolvidos no sistema. O aplicativo trouxe diversas vantagens nas partidas contribuindo para um melhor entendimento do jogo, do papel de cada personagem e das estratégias tomadas pelos jogadores, além de deixar o jogo mais fluido, interativo e dinâmico.

Como trabalhos futuros, pretende-se realizar testes do aplicativo junto aos integrantes do Comitê da Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo. Outra sugestão é a implementação de jogadores virtuais com capacidade de tomada de decisão e de comunicação

entre eles e com jogadores reais durante as negociações. Tal funcionalidade permitiria que jogadores reais pudessem ser substituídos por virtuais sem causar danos ao funcionamento dos jogos.

Agradecimentos

Os autores deste artigo agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Agência Nacional das Águas (ANA) pelo apoio financeiro no desenvolvimento desta pesquisa via Edital nº 16/2017.

Referências

Adamatti, D. F. (2007). *Inserção de jogadores virtuais em jogos de papéis para uso em sistemas de apoio à decisão em grupo: um experimento no domínio da gestão de recursos naturais*. PhD thesis, Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. doi:10.11606/T.3.2007.tde-07012008-154915.

Born, M. B. (2022). *Modelagem a nível organizacional de agentes em um jogo do tipo RPG: estudo da complexidade de seus personagens e de suas funcionalidades*. PhD thesis, Programa de Pós-Graduação em Computação – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil.

Fuller, M. M., Wang, D., Gross, L. J., and Berry, M. W. (2007). Computational science for natural resource management. *Computing in Science & Engineering*, 9(4):40–48.

Leitzke, B., Farias, G., Melo, M., Gonçalves, M., Born, M., Rodrigues, P., Martins, V., Barbosa, R., Aguiar, M., and Adamatti, D. (2019). Sistema multiagente para gestão de recursos hıdricos: Modelagem da bacia do são gonçalo e da lagoa mirim. In *Anais do X Workshop de Computação Aplicada a Gestão do Meio Ambiente e Recursos Naturais*, pages 87–96. SBC.

Martins, V. B. (2021). Gorimweb: um rpg para gestão de recursos hídricos na plataforma web. Master's thesis, Programa de Pós-Graduação em Computação - Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, Brasil.

Martins, V. B. and Adamatti, D. F. (2021). Multiagent systems and role-playing games applied to natural resources management. In Dong, Y., Herrera-Viedma, E., Matsui, K., Omatsu, S., González Briones, A., and Rodríguez González, S., editors, *Distributed Computing and Artificial Intelligence, 17th International Conference*, pages 221–230, Cham. Springer International Publishing.

Ponte, B., De la Fuente, D., Parreño, J., and Pino, R. (2016). Intelligent decision support system for real-time water demand management. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 9(1):168–183.

Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (2016). Termos de referência plano de recursos hídricos bacia hidrográfica da lagoa mirim e canal são gonçalo. Technical report, Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em `https://sga.furg.br/images/bacias/Termo-de-Referencia_Planos_Lagoa-Mirim.pdf`.

Tundisi, J. G. (2006). Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. *Revista USP*, (70):24–35.