

## Simulação de Colonoscopia para Treinamento Médico

LUCAS MORAIS<sup>1</sup>; VICTOR BERGMANN<sup>2</sup>; MARCELO MARTINS<sup>2</sup>; RAQUEL ZIMMER<sup>2</sup>; EDUARDA CARVALHO<sup>2</sup>; RAFAEL TORCHELSEN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – lzmorais@inf.ufpel.edu.br

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – {vkbergmann; rdszimmer; eduarda.carvalho}@inf.ufpel.edu.br

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul - marcelo@ufrgs.br

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – rafael.torchelsen@inf.ufpel.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

O câncer colorretal (CCR) é o terceiro tipo de câncer mais recorrente em homens e mulheres nos Estados Unidos da América, atingindo 8% da população estadunidense, de acordo com (Siegel et al, 2022). E a colonoscopia se apresenta como o principal exame para detecção e prevenção de câncer colorretal, e remoção de pólipos no cólon (Dik et al, 2014). A colonoscopia é um procedimento minimamente invasivo onde o cólon de uma paciente é examinado com um colonoscópio. Esse instrumento é um longo cano flexível com uma câmera em sua ponta, permitindo a visão direta do interior do cólon pelo médico.

Sendo um procedimento de difícil aperfeiçoamento das técnicas motoras e teóricas, pode variar de 30 a 200 procedimentos para um médico masterizar o procedimento (Koch et al, 2012). Nesse cenário a simulação de colonoscopia possui um importante papel, apresentando uma alternativa ao modelo tradicional de treinamento médico, com o benefício de poder ser utilizado quantas vezes necessário, reduzindo assim a carga de risco e desconforto sobre o paciente.

Um simulador de colonoscopia consiste em uma simulação computadorizada da visão de colonoscópio, além de uma interface que permita a interação do médico com o instrumento. Buscando oferecer um ambiente de simulação realista, onde o médico poderá ir da simulação para a realização do procedimento. Para isso, um simulador precisa ser visual, anatômico e fisicamente acurado, apresentando o máximo de semelhança com a realidade, além de fornecer o retorno háptico necessário (McCashland et al, 2000).

O trabalho relatado a seguir descreve como se deu o desenvolvimento do simulador, além dos principais desafios encontrados na simulação gráfica e física, os resultados obtidos, e nossos próximos passos.

### 2. METODOLOGIA

O simulador de colonoscopia pode ser separado em duas grandes partes: simulação gráfica e a simulação física. Como motor gráfico utilizamos a Unity. Pois é uma ferramenta de uso profissional que apresenta um alto nível de abstração e ferramentas disponíveis, como a programação de shaders (Unity Docs, 2022), e sendo uma plataforma de desenvolvimento gráfico gratuita. E para simulação física foi utilizada uma implementação do Position Based Dynamics (PBD) (Müller et al, 2007). Sendo atualmente o principal método para simulação física de forma iterativa (Meier et al, 2005).

Para simulação de um cólon, utilizamos uma malha de triângulos baseada em um cólon real. Foram criados shaders para simulação do aspecto interno do cólon, utilizando shaders GLSL (Unity Docs, 2022), na busca por fidelidade ao aspecto molhado do cólon. Uma textura de alta resolução do interior de uma cólon

também foi utilizada, um algoritmo de mapeamento precisou ser construído para suportar os a simulação de movimentos peristálticos.

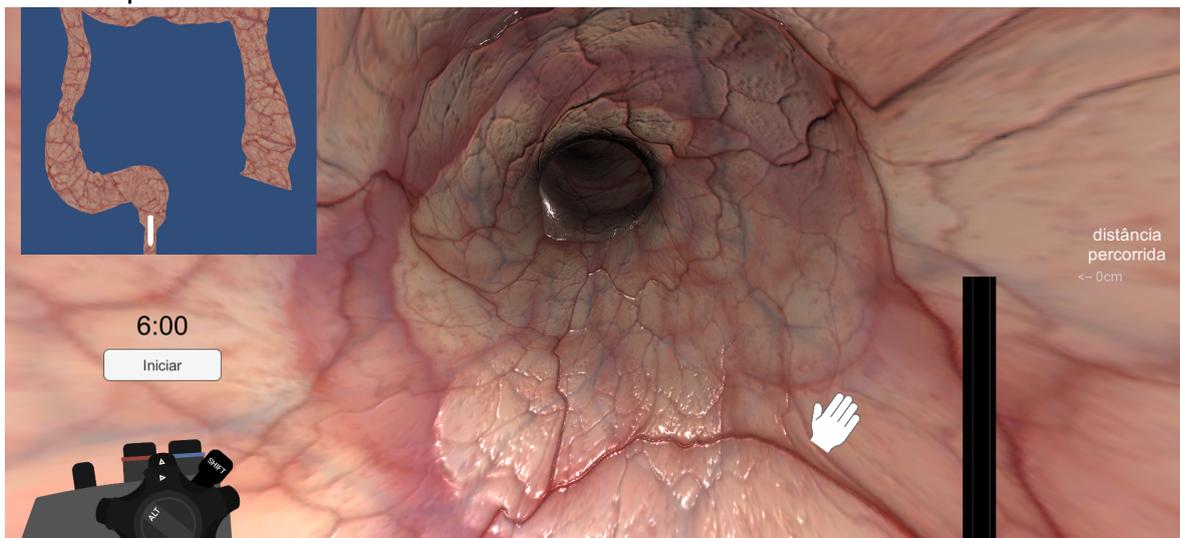
Movimentos peristálticos são movimentos involuntários que ocorrem no cólon pelo processo de digestão. Os movimentos peristálticos necessitam de uma malha deformável para simulação, que é um campo de pesquisa por si só (Meier et al, 2005). Em nosso trabalho simulamos os movimentos a partir do cálculo da linha média da malha do cólon, gerando assim pontos de controle, com cada ponto de controle tendo associados 32 raios ligados a malha, fazendo a movimentação dos pontos modificar a malha de triângulos. Possuem a forma de onda de senóides, que partem do apêndice até o reto, utilizando a contração dos raios de pontos de controle, esse movimento pode ser simulado.

Para geração do endoscópio utilizamos uma técnica para simulação de hastes Cosserat Rod (Spillmann et al, 2007) e a implementamos com o PBD. Essa proposta se baseia na junção de corpos rígidos ligados por constraints, esse método apresenta uma forma sofisticada e robusta de lidar com torções, apresentando uma carga de trabalho igual ou pouco maior que o PBD original (Kugelstadt et al, 2016). A rotação da ponta do endoscópio foi feita com uma pequena modificação no PBD nos permitindo controlar a câmera como em colonoscópios. Já a inserção e remoção do colonoscópio de dentro do cólon, foi feito com acoplado partículas ligadas por constraints de massa-mola no endoscópio, então ao mover as partículas em direção ao cólon, estamos inserindo, e ao afastarmos-as, estamos a retirar o colonoscópio.

A detecção de colisões é provida pela própria Unity, retornando os pontos de contato, que por sua vez mandamos para nosso motor físico (PBD) calcular o retorno háptico e atualizar as posições dos objetos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso do simulador em sua versão primária é factível, vindo a possibilidade da execução de todo procedimento (ida e volta do colonoscópio). Mas ainda não possui aplicação prática, pois cenários com casos reais ainda não foram implementados.



O foto realismo do cólon se encontra dentro dos padrões de outros simuladores, sendo plausível a identificação de problemas e doenças em seu decorrer, junto com a simulação do movimento peristáltico, o resultado é conforme se obtém em um procedimento real.

O desenvolvimento de uma interface, emula as manobras necessárias na colonoscopia, e são a forma de interação do médico com a aplicação.

Um dos principais desafios na colonoscopia é a formação de loops, que ocorre quando o colonoscópio é esticado na tentativa de avançar o instrumento, tendo que ser solucionado imediatamente para o prosseguimento da operação. Nossa simulação de colonoscópio emula esse comportamento, mostrando um sinal positivo do realismo da aplicação.

#### 4. CONCLUSÕES

Nosso simulador se mostra com fidelidade à resultados reais, apresentando os desafios que surgem em uma procedimento real e possibilitando a capacitação do médico. Novos métodos para a simulação alcançam maior fidelidade realística, junto com maior interatividade.

Para projetos futuros o trabalho em uma malha deformável irá aumentar a acurácia háptica da aplicação, possibilitando uma simulação muito mais realista, mostrando uma deformação do cólon, característica que acontece em procedimentos reais e que pode gerar complicações, sendo um importante ponto de simulação.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dik, V. K., Moons, L. M., & Siersema, P. D. (2014). Endoscopic innovations to increase the adenoma detection rate during colonoscopy. *World journal of gastroenterology: WJG*, 20(9), 2200.
2. Siegel, RL, Miller, KD, Fuchs, HE, Jemal, A. Cancer statistics, 2022. *CA Cancer J Clin*. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3322/caac.21708>
3. A. D. Koch, J. Haringsma, E. J. Schoon, R. A. De Man, and E. J. Kuipers, “Competence measurement during colonoscopy training: the use of self assessment of performance measures,” *Official journal of the American College of Gastroenterology|ACG*, vol.107, no. 7, pp.971 – 975, 2012.
4. Unity GLSL. Acessado em 10 de mar. de 2022. Online. Disponível em: <https://docs.unity3d.com/Manual/SL-GLSLShaderPrograms.html> .
5. Müller, M., Heidelberger, B., Hennix, M., & Ratcliff, J. (2007). Position based dynamics. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 18(2), 109-118.
6. Deul, C., Kugelstadt, T., Weiler, M., & Bender, J. (2018, September). Direct position-based solver for stiff rods. In *Computer Graphics Forum* (Vol. 37, No. 6, pp. 313-324).
7. Meier, U., López, O., Monserrat, C., Juan, M. C., & Alcaniz, M. (2005). Real-time deformable models for surgery simulation: a survey. *Computer methods and programs in biomedicine*, 77(3), 183-197.
8. McCashland, T., Brand, R., Lyden, E., De Garmo, P., & Project, C. R. (2000). The time and financial impact of training fellows in endoscopy. *The American journal of gastroenterology*, 95(11), 3129-3132.
9. Spillmann, J., & Teschner, M. (2007, August). CoRdE: Cosserat rod elements for the dynamic simulation of one-dimensional elastic objects. In *Proceedings of the 2007 ACM SIGGRAPH/Eurographics symposium on Computer animation* (pp. 63-72).

10. Kugelstadt, T., & Schömer, E. (2016, July). Position and orientation based Cosserat rods. In *Symposium on Computer Animation* (pp. 169-178).