

Da Concepção do Modelo Mínimo Viável (MVP) ao Produto Final para um Sistema de Gestão Ambiental: Uma Pesquisa-Ação

Autor: Willian Giovanni Pires Clemente

Orientador: Prof. Dr. Maicon Bernardino da Silveira

RESUMO

Sistemas de gestão ambiental demandam não apenas conformidade regulatória, mas também robustez técnica e escalabilidade para apoiar operações diárias. Embora úteis para validação inicial, MVPs geralmente carecem de maturidade técnica e de módulos essenciais, o que compromete a confiabilidade e a integração de processos críticos. Este trabalho descreve o ciclo de evolução e a validação estruturada do Sistema Suassu, uma plataforma de gestão ambiental. Seguindo a metodologia de Pesquisa-Ação, o sistema avançou por meio de ciclos iterativos de diagnóstico, planejamento, intervenção e avaliação. A validação combinou testes funcionais, avaliação de usabilidade (SUS), sessões de Thinking Aloud e entrevistas semiestruturadas. Os resultados indicaram melhorias em usabilidade, eficiência operacional e confiança dos usuários, além de revelarem pontos de aprimoramento relacionados à integração e consistência interna. A inclusão dos novos módulos de Gestão Comercial, Gestão Financeira e Gestão de Anexos, bem como de dashboards estratégicos, agregou valor ao apoiar decisões baseadas em dados. O estudo demonstra como MVPs podem evoluir para produtos maduros e integrados em domínios regulados.

Palavras-chaves: Sistema de Gestão Ambiental; Pesquisa-Ação; Avaliação de Usabilidade; Evolução de Software.

ABSTRACT

Environmental management systems require not only regulatory compliance but also technical robustness and scalability to support daily operations. Although useful for initial validation, MVPs often lack technical maturity and essential modules, which compromises the reliability and integration of critical processes. This work describes the evolution cycle and the structured validation of the Suassu System, an environmental management platform. Following an Action Research methodology, the system advanced through iterative cycles of diagnosis, planning, intervention, and evaluation. The validation combined functional testing, usability assessment (SUS), Thinking Aloud sessions, and semistructured interviews. The results indicated improvements in usability, operational efficiency, and user confidence, while also revealing enhancement opportunities related to integration and internal consistency. The inclusion of the new modules Commercial Management, Financial Management, and Attachment Management along with strategic dashboards, added value by supporting data-driven decision-making. This study demonstrates how MVPs can evolve into mature and integrated products in regulated domains.

Keywords: Environmental Management System; Action Research; Usability Evaluation; Software Evolution.

REFERÊNCIAS

ADAMS, W. C. Conducting semi-structured interviews. **Handbook of practical program evaluation**, Wiley Online Library, p. 492–505, 2015.

ALTAIE, A. M.; ALSARRAJ, R. G.; AL-BAYATI, A. H. Verification and validation of a software: a review of the literature. **Iraqi journal for computers and informatics**, v. 46, n. 1, p. 40–47, 2020.

AVISON, D. E.; DAVISON, R. M.; MALAURENT, J. Information systems action research: Debunking myths and overcoming barriers. **Information & Management**, Elsevier, v. 55, n. 2, p. 177–187, 2018.

BANKS, A.; PORCELLO, E. **Learning React: modern patterns for developing React apps**. [S.I.]: O'Reilly Media, 2020.

EVANS, E. **Domain-driven design: tackling complexity in the heart of software**. [S.I.]: Addison-Wesley Professional, 2004.

FOWLER, M. **Refactoring: improving the design of existing code**. [S.I.]: Addison-Wesley Professional, 2018.

HEIMANN, D. IEEE standard 730-2014 software quality assurance processes. **IEEE Computer Society**, New York, NY, USA, IEEE Std, v. 730, p. 2014, 2014.

HUMBLE, J.; FARLEY, D. **Continuous delivery: reliable software releases through build, test, and deployment automation**. [S.I.]: Pearson Education, 2010.

ISO/IEC. **ISO/IEC 25012:2008 - Software engineering – Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Data quality model**. Geneva, Switzerland, 2008.

JONES, M.; BRADLEY, J.; SAKIMURA, N. Json web token (jwt). rfc 7519. **Internet Engineering Task Force**, 2015.

LEWIS, J. R.; SAURO, J. The factor structure of the system usability scale. In: SPRINGER. **International conference on human centered design**. [S.I.], 2009. p. 94–103.

MARTIN, R. C. **Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship**. [S.I.]: Prentice Hall, 2008. 4<https://elevenlabs.io/>

MARTIN, R. C. **Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design**. 1st. ed. USA: Prentice Hall Press, 2017. ISBN 0134494164.

MYERS, G.; SANDLER, C.; BADGETT, T. **The Art of Software Testing**. Wiley, 2011. (ITPro collection). ISBN 9781118133156. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=GjyEFPkMCwcC>>.

PRODANOV, C.; FREITAS, E. D. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico-2ª Edição**. [S.l.]: Editora Feevale, 2013.

RIBEIRO, R. et al. Towards a minimum viable product for environmental management system: A case study. In: **Proceedings of the 20th Brazilian Symposium on Information Systems**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2024. (SBSI '24). ISBN 9798400709968. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3658321.3658365>>.

SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. **The Scrum Guide**. 2020. <<https://scrumguides.org/scrum-guide.html>>. Acessado em: 15 ago. 2025.

SHULL, F.; SINGER, J.; SJØBERG, D. I. **Guide to advanced empirical software engineering**. [S.l.]: Springer, 2007.

SILVA, F. G. C. d. **Levantamento de requisitos aplicado à pesquisa e desenvolvimento de produtos de software**. 2023. <<https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/13619>>. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

WIERINGA, R.; MORALI, A. Technical action research as a validation method in information systems design science. In: SPRINGER. **International Conference on Design Science Research in Information Systems**. [S.l.], 2012. p. 220–238.

WOHLIN, C. et al. **Experimentation in software engineering**. [S.l.]: Springer, 2012. v. 236.