



Universidade Federal do Espírito Santo
Estudo Técnico Preliminar

ESTUDO TÉCNICO PRELIMINAR

Processo Administrativo nº 23068.041513/2020-43

Locação de **Software Wolfram Mathematica - Unlimited Site License** e suporte para a UFES referente a linguagem de programação com avançados recursos de computação simbólica e numérica, computação em paralelo, interface gráfica de programação e de apresentação dos resultados, além de amplas possibilidades de aplicação em várias áreas de ciências exatas e engenharias; tanto para pesquisa quanto para ensino de graduação e de pós-graduação.

A contratação que se pretende é o fornecimento de uma licença institucional com direito a concessão de licenças ilimitadas para professores e laboratórios, além de uma licença doméstica para cada aluno dos quatro campi da UFES, das áreas de ciências exatas, engenharias e afins, todas com direito a upgrade.

04/05/2021

Vitória/ES



Universidade Federal do Espírito Santo
Estudo Técnico Preliminar

Histórico de Revisões

| Data | Versão | Descrição | Autor |
|-------------|---------------|---|-----------------------------------|
| 09/11/2020 | 1.0 | Finalização da primeira versão do documento | Davi Rodrigues e Oliver Piattella |
| 04/05/2020 | 1.1 | Correção do nome da licença pretendida | Davi Rodrigues e Oliver Piattella |
| | | | |



Universidade Federal do Espírito Santo
Estudo Técnico Preliminar
ESTUDO TÉCNICO PRELIMINAR DA CONTRATAÇÃO

INTRODUÇÃO

O Estudo Técnico Preliminar tem por objetivo identificar e analisar os cenários para o atendimento da demanda que consta no Documento de Oficialização da Demanda, bem como demonstrar a viabilidade técnica e econômica das soluções identificadas, fornecendo as informações necessárias para subsidiar o respectivo processo de contratação.

Referência: Art. 11 da IN SGD/ME nº 1/2019.

1 – DEFINIÇÃO E ESPECIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES E REQUISITOS

Identificação das necessidades de negócio

| | |
|---|---|
| 1 | Disponibilização de ferramenta computacional com suporte para toda a UFES atendendo a diversos fins de pesquisa , tendo impacto tanto para programas de pós-graduação quanto cursos de graduação (com ênfase para as ciências exatas e engenharias). |
| 2 | Disponibilização de ferramenta computacional com suporte para toda a UFES atendendo a diversos fins de ensino , tendo impacto tanto para programas de pós-graduação quanto cursos de graduação (com ênfase para as ciências exatas e engenharias). |
| 3 | Continuação do desenvolvimento e manutenção de códigos computacionais já desenvolvidos no âmbito de pesquisa e ensino por meio de contratos anteriores. |

Identificação das necessidades tecnológicas



Universidade Federal do Espírito Santo
Estudo Técnico Preliminar

| | |
|---|--|
| 1 | Deve haver disponibilidade de licenças ilimitadas para computadores fixos (em laboratórios, salas de alunos, salas de professore) na UFES. Além da possibilidade de instalação em ao menos um computador móvel (notebook) por usuário. Assim possibilitando trabalhar com o sistema contratado sem a necessidade de estar na UFES. |
| 2 | A verificação da licença dever ser feita por conexão de internet, sem necessidade de um data center na UFES para administrar as licenças. |
| 3 | O sistema contratado deve ter suporte durante a vigência contratual. |

Demais requisitos necessários e suficientes à escolha da solução de TIC

| | |
|---|---|
| 1 | Existência de avançados recursos de computação simbólica, algébrica e numérica. Incluir resolução de integrais, derivadas, sistema de equações algébricas, sistema de equações diferenciais, capacidade de lidar com matrizes, tensores, grafos, distribuições estatísticas dentre outras grandezas abstratas. |
| 2 | Incluir uma linguagem de programação multi-propósito, com possibilidade de uso de diferentes paradigmas de programação (programação procedural, programação funcional...). |
| 3 | Existência de soluções simples e rápidas para geração e manipulação de gráficos dos mais variados tipos. Além de opções avançadas que permitam fazer ajustes finos nos gráficos e torná-los aptos para publicação em qualquer revista científica, por mais alto que seja o padrão gráfico exigido, ou outro meio de divulgação. |
| 4 | Existência de ativa comunidade de usuários no mundo que possibilite trocas de experiências com detalhes técnicos de programação. |



Universidade Federal do Espírito Santo
Estudo Técnico Preliminar

| | |
|----------|--|
| 5 | Sobre a resolução de problemas matemáticos ou lógicos (como problemas de integração, otimização numérica...), o sistema selecionado deve dispor de diferentes métodos de resolução bem estabelecidos e que o usuário possa selecioná-los. Ademais, é essencial que contenha a possibilidade do próprio usuário programar seu próprio método. |
| 6 | O sistema deve ser eficiente no processamento e permitir o uso de programação em paralelo por meio de comandos simples (sem que o usuário precise de desenvolver código próprio de paralelização). A computação em paralelo tem de ser fácil de ser atingida para qualquer número de núcleos ou computadores interligados. |
| 7 | Considerando as diversas linguagens de computação usadas hoje em dia, o sistema deve ter uma interface amigável com outras linguagens largamente usadas; isto é, deve possuir funções particulares que traduzam de e para outras linguagens muito usadas em computação científica, em particular para C e Python. Não é o objetivo do sistema contratado substituir o uso de linguagens abertas e largamente usadas, mas sim complementar suas possibilidades. |
| 8 | Considerando o crescente uso de aprendizagem de máquina (“machine learning”, ou de forma mais abrangente inteligência artificial) nas mais variadas aplicações, mas com destaque para análise de dados, o sistema deve incluir diversas ferramentas avançadas que usem e auxiliem na produção de códigos baseados em aprendizagem de máquina. |
| 9 | Possibilidade de ser instalado e executado com aproximadamente a mesma performance em qualquer um dos grandes sistemas operacionais: Linux, Mac ou Windows. |



Universidade Federal do Espírito Santo
Estudo Técnico Preliminar

10 Existência de interface que possibilite a programação de forma modular, por células, num mesmo arquivo. Ou seja, existência de uma interface tipo “notebook” (https://en.wikipedia.org/wiki/Notebook_interface). Esta interface é útil para quem está começando a aprender a linguagem, por possibilitar imediata execução de instruções. Também é útil para usuários experientes a fim de fazer análises rápidas ou de médio porte, ou ainda como um rascunho de trechos de um código complexo maior; sendo uma conveniente forma de ver resultados parciais. Por fim, é muito útil também para atividades ensino, por misturar células computáveis e de código com células gráficas ou de texto.

2 – ESTIMATIVA DA DEMANDA – QUANTIDADE DE BENS E SERVIÇOS

1. A solicitação deste software de computação não é uma novidade para a UFES. A UFES já fez contratos anteriores com a Wolfram, que é fornecedora de um software com as características desejadas, chamado Mathematica. O gestor anterior dos contratos com a Wolfram, Prof. Anderson Gaudio (DFis/CCE), me forneceu os seguintes dados recentes:
2. Temos 55 professores que utilizam 109 licenças e 172 alunos que usufruem cada um de uma licença doméstica do Mathematica. Além disso, há 5 laboratórios de computação na UFES que disponibilizam o Mathematica para uso dos alunos. Cada um desses laboratórios tem aproximadamente 30 licenças, o que representa algo em torno de 150 licenças. Ou seja, no total a UFES já está utilizando cerca de 430 licenças do Mathematica.
3. A contratação que se pretende é o fornecimento de uma licença institucional com direito a concessão de licenças ilimitadas para professores e laboratórios, além de uma licença doméstica para cada aluno dos quatro campi da UFES, das áreas de Ciências Exatas, Engenharias e afins, todas com direito a upgrade.



Universidade Federal do Espírito Santo
Estudo Técnico Preliminar

4. PGC 2021 – 4972

3 – ANÁLISE DE SOLUÇÕES

1. Encontramos três soluções que atendem considerável parte dos requisitos, são elas: Mathematica, Matlab e Maple. Essas três plataformas de computação têm semelhanças e têm significativo uso mundial. Cada uma dessas constitui uma linguagem de programação própria. Todas as três são complexas, com diversos pacotes para tratar de diversos problemas.
2. Deve-se ressaltar que ao longo dos anos com o contrato vigente com o Mathematica os docentes e alunos desenvolveram códigos no Mathematica, assim trocar de linguagem implicaria que o desenvolvimento desses códigos não mais poderia ser feito continuamente. E esse é um ponto importante, pois representa não poucas horas perdidas, mas de meses a anos. Assim não me parece razoável a UFES investir numa linguagem complexa num ano e trocar de linguagem no ano seguinte, dado que o aprendizado é de longo prazo; e dado que a troca de linguagem inviabiliza o contínuo desenvolvimento de códigos já feitos.
3. Dessas três alternativas, o Matlab é o que costuma ser mais citado em destaque na parte de computação numérica. Mathematica e Maple desempenham bem na parte numérica mas são excepcionalmente bem reconhecidos pela parte simbólica. Na versatilidade geral, número de recursos, comunicação com outras linguagens, pacotes nativos, aprendizagem de máquina, apresentação dos resultados... O Mathematica tem mais destaque que Maple e Matlab (ver mais detalhes abaixo). Para grande parte dos problemas numéricos, o Mathematica resolve suficientemente rápido. Para problemas de nível de pesquisa avançada, às vezes é necessário recorrer a outras linguagens na parte numérica. Ainda assim, a interface do Mathematica é muito flexível e permite executar o programar códigos em outras linguagens especialmente rápidas na parte numérica, como em C (que é mais



Universidade Federal do Espírito Santo
Estudo Técnico Preliminar

rápida que Matlab). O Mathematica tem também desenvolvido sua interface com outra linguagem aberta não especialmente rápida, mas bem flexível e usada atualmente, o Python. Por fim, embora a principal característica do Mathematica não seja velocidade de operações numéricas, esta comparação aqui, feita por terceiros, mostra que ele nativamente está bem próximo do Matlab e do Python: <https://julialang.org/benchmarks/>

3.1 – IDENTIFICAÇÃO DAS SOLUÇÕES

| Id | Descrição da solução (ou cenário) |
|----|--|
| 1 | Mathematica (https://www.wolfram.com/mathematica/). Esta é a solução que a UFES já adotou em seleções passadas e desde 2013. Se autodefine, segundo seu site, como “sistema para computação técnica e moderna”. A interface do Mathematica se dá por o que é chamado de “notebook”, um conjunto de células que podem ser individualmente computáveis, ou usadas como forma de texto formatado, ou gráficos. https://en.wikipedia.org/wiki/Notebook_interface . O Mathematica é o pioneiro nessa interface, que veio a ser adotada por outros depois. As três soluções aqui listadas têm interface via “notebook”. |
| 2 | Matlab (https://www.mathworks.com/products/matlab.html). Se autodefine dizendo “Matemática. Gráficos. Programação”. Tal como pode ser encontrado em qualquer busca rápida na internet, dentre estas três soluções o Matlab se destaca pela parte numérica, mas não tanto nos recursos algébricos e simbólicos. |



Universidade Federal do Espírito Santo
Estudo Técnico Preliminar

| | |
|---|---|
| 3 | <p>Maple (https://www.maplesoft.com) Segundo seu site, se define como software de serviços para educação, engenharia e pesquisa. Das três soluções, Mathematica e Maple são as mais reconhecidas na parte simbólica e algébrica. Dado que são competidores de longa data, é de se esperar que cada um tenha seus prós e contras. A crítica do Maple sobre o Mathematica pode ser vista aqui: https://www.maplesoft.com/products/maple/compare/mathematica.aspx. Enquanto a crítica do Mathematica sobre o Maple encontra-se em https://www.wolfram.com/mathematica/compare-mathematica/compare-mathematica-and-maple.html . Diversas outras comparações feitas por usuários podem ser facilmente encontradas na internet.</p> |
|---|---|

3.2 – ANÁLISE COMPARATIVA DE SOLUÇÕES

| Requisito | Solução | Sim | Não | Não se Aplica |
|--|-----------|-----|-----|---------------|
| A Solução encontra-se implantada em outro órgão ou entidade da Administração Pública? | Solução 1 | X | | |
| | Solução 2 | X | | |
| | Solução 3 | | | |
| A Solução está disponível no Portal do Software Público Brasileiro? (quando se tratar de software) | Solução 1 | | x | |
| | Solução 2 | | x | |
| | Solução 3 | | x | |
| A Solução é composta por software livre ou software público? (quando se tratar de software) | Solução 1 | | X | |
| | Solução 2 | | X | |
| | Solução 3 | | X | |
| A Solução é aderente às políticas, premissas e especificações técnicas definidas pelos Padrões de governo ePing, eMag, ePWG? | Solução 1 | | | X |
| | Solução 2 | | | X |
| | Solução 3 | | | X |



Universidade Federal do Espírito Santo
Estudo Técnico Preliminar

| | | | | |
|--|-----------|--|--|---|
| A Solução é aderente às regulamentações da ICP-Brasil? (quando houver necessidade de certificação digital) | Solução 1 | | | X |
| | Solução 2 | | | X |
| | Solução 3 | | | X |
| A Solução é aderente às orientações, premissas e especificações técnicas e funcionais do e-ARQ Brasil? (quando o objetivo da solução abranger documentos arquivísticos) | Solução 1 | | | X |
| | Solução 2 | | | X |
| | Solução 3 | | | X |

4 – REGISTRO DE SOLUÇÕES CONSIDERADAS INVIÁVEIS

1. As três soluções são sistemas complexos e que estão no mercado há décadas. Elas envolvem diferentes linguagens de programação baseadas em paradigmas diferentes, diferentes interfaces de programação, milhares de funções que tratam de coisas bem amplas e gerais (como um simples *If* ou *While*) a funções específicas para distribuições estatísticas, problemas de engenharia, química, física entre muitos outros. Possuem ainda diferentes desempenhos para problemas diferentes e diferentes abordagens para resolver um mesmo problema.
2. *Há uma importante vantagem para a solução 1 (Mathematica) que nenhuma outra pode atingir.* essa é a única solução que permite a continuidade do aprendizado e dos códigos já desenvolvidos para o Mathematica em virtude de contratos anteriores da UFES com a Wolfram (empresa do Mathematica). Abandonar essa solução em troca de outra similar (i.e., uma das outras duas apresentadas) entendo gerar desperdício por ser necessário novo profundo investimento em tempo de aprendizagem e tempo em re-desenvolvimento de códigos já prontos para o Mathematica.
3. Ademais da relevante questão acima, o Mathematica satisfaz todos os pré-requisitos aqui dispostos e entendo ser o que melhor se encaixa de forma a poder



Universidade Federal do Espírito Santo
Estudo Técnico Preliminar

atender um grande público de áreas diferentes e com interesse em computação científica.

4. Em particular, segundo pesquisa extensa feita na internet, o Mathematica parece ser a melhor das soluções considerando diversas funcionalidades de estatística, as quais têm relevância para diversas áreas científicas e tecnológicas¹. No Matlab, funções avançadas de estatística requerem a compra de um pacote extra (“*Statistics toolbox*”). Trata-se de um pacote bastante completo, mas é uma compra adicional. Ademais, mesmo com esse pacote, o Matlab segue sendo mais voltado para análise numérica, perdendo frente à funcionalidade de manipulação simbólica e algébrica do Mathematica e do Maple.
5. O Maple gosta de enfatizar que as notações para as equações dele são escritas de uma forma mais próxima da escrita usual. Isso é verdade e pode ter algum impacto para num primeiro dia de contato, mas nenhuma notação computacional é idêntica à usada na forma escrita. Num contexto computacional é necessário mais precisão de significado do que na forma de escrita livre. E esse detalhe de aparência das equações deixa de ser relevante após poucas horas de aprendizado. O Mathematica já tem uma notação bem próxima da notação escrita. A possibilidade de notação bidimensional é muito bem vinda para o entendimento de equações e organização do código, mas isso tanto Mathematica quanto Maple possuem. A estrutura geral, organização, do “notebook” e a padronização da estrutura das funções é mais relevante no longo prazo para uso; e nisso nos parece que o Mathematica é mais consistente (que por sinal segue com maior rigor o paradigma de programação funcional).
6. Cada uma das soluções citadas constitui software e linguagem de programação complexos com milhares de funções. O relato acima é uma amostra das

¹ As páginas das soluções listadas que tratam de ferramentas estatísticas são: <https://reference.wolfram.com/language/guide/ProbabilityAndStatistics.html> , <https://www.maplesoft.com/support/help/Maple/view.aspx?path=Statistics> , <https://www.mathworks.com/products/statistics.html> . O desempenho do Matlab com respeito às funções de estatística é muito bom, mas somente em conjunto com o pacote comprado a parte. Algo semelhante ocorre em outras áreas, como economia. E, mesmo com os pacotes adicionais, todo o ambiente do Matlab segue com poucos recursos para a análise simbólica, em comparação com Maple e Mathematica.



Universidade Federal do Espírito Santo
Estudo Técnico Preliminar
semelhanças e diferenças de cada uma das soluções. Após cuidadosa análise, concluímos que cada uma delas tem prós e contras, mas somente a solução 1 (Mathematica) é integralmente satisfatória e viável.

5 – ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS (TCO)

5.1 – CÁLCULO DOS CUSTOS TOTAIS DE PROPRIEDADE

Solução Viável 1

Custo Total de Propriedade – Memória de Cálculo

O valor médio da renovação anual, incluindo suporte e licença de uso para instalação em um número ilimitado de máquinas de alunos, docentes e servidores da UFES é de **R\$ 111.950,00** (conforme tabela abaixo e propostas em anexo).

1. Os valores estão de acordo com os praticados no mercado conforme pode-se ver nos outros orçamentos em anexo.



Universidade Federal do Espírito Santo
Estudo Técnico Preliminar

| Tipo | qtde | Valor unitário | | | Média |
|--|------|---|--|--|----------------|
| | | 02.318.005/0001-92 * VENCEDOR * SIA SISTEMAS DE INFORMATICA E AUTOMACAO LTDA Nº Pregão: 582020/ UASG: 153030 | PIC Informática Eireli- Distribuidor de Software Técnico e Científico CNPJ 68.118.942/0001-02 | SIA Sistemas de Informática e Automação Ltda - EPP CNPJ nº: 02.318.005/0001-92 | |
| Wolfram Mathematica 12.1.1 Unlimited | 1 | R\$ 85.850,00 | R\$ 135.000,00 | R\$ 115.000,00 | R\$ 111.950,00 |

Solução Viável 2

Descrição:

Não se aplica

Solução Viável 3

Descrição:

Não se aplica

5.2 – MAPA COMPARATIVO DOS CÁLCULOS TOTAIS DE PROPRIEDADE (TCO)

1. Conforme inciso III do art. 11 - deve-se proceder a comparação de custos totais de propriedade para as soluções técnica e funcionalmente viáveis.
2. Chegou-se a conclusão que, atualmente somente o Mathematica é o mais adequado, no momento, para a UFES.
3. Deste modo, o comparativo de custos das soluções apresentadas seria infundado dado que, trata-se de documento que comprova que o referido software tem outras facilidades que os demais programas não dispõem – por este motivo, não seria correto, comparar custos de programas com funcionalidades diferentes.
4. Além disso, a única maneira de acesso ao software em questão é a locação, por isso, não há outros tipos de custos a serem considerados.
5. Também são consideradas licenças com prazo de prorrogação contratual maior



Universidade Federal do Espírito Santo
Estudo Técnico Preliminar
dada o contexto de oscilacao do dólar .

6 – DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO DE TIC A SER CONTRATADA

1. **Mathematica** (<https://www.wolfram.com/mathematica/>). Esta é a solução que a UFES já adotou em seleções passadas e desde 2013. Se autodefine, segundo seu site, como “sistema para computação técnica e moderna”. A interface do Mathematica se dá por o que é chamado de “notebook”, um conjunto de células que podem ser individualmente computáveis, ou usadas como forma de texto formatado, ou gráficos. https://en.wikipedia.org/wiki/Notebook_interface . O Mathematica é o pioneiro nessa interface, que veio a ser adotada por outros depois. As três soluções aqui listadas têm interface via “notebook”.
2. Graças aos contratos anteriores, o Mathematica está presente na UFES desde abril de 2013. Precisamos da renovação para dar continuidade aos trabalhos em andamento de professores e alunos que usam continuamente o Mathematica. Trata-se de uma linguagem de programação com uma interface própria, sendo útil desde para os que estão começando a programar até para quem faz pesquisa de ponta; incluindo também a utilização como ferramenta de ensino. Inclui desde funcionalidades básicas como fazer gráficos de função, algoritmos avançados de cálculos simbólicos ou numéricos, controle de performance com paralelização em qualquer número de núcleos ou computadores interligados, diversos métodos de aprendizagem de máquina; além de uma grande variedade de pacotes incluídos (ou que podem ser baixados livremente) pertinentes à matemática, estatística, física, engenharias e afins de exatas.

7 – ESTIMATIVA DE CUSTO TOTAL DA CONTRATAÇÃO

1. Parcelas anuais, referente a contratos de 12 meses cada um no valor estimado de



Universidade Federal do Espírito Santo
Estudo Técnico Preliminar

R\$ 111.950,00 anual e com previsão para prorrogação contratual até 48 meses.

2.O contrato deve Incluir licença para número de máquinas ilimitadas e suporte técnico referente à solução contratada.

8 – DECLARAÇÃO DE VIABILIDADE DA CONTRATAÇÃO

- 1.Desde 2013 a UFES tem renovando seu contrato com a Wolfram referente ao Mathematica.
- 2.Acrescenta-se que várias outras universidades brasileiras e estrangeiras fazem contratos com a Wolfram para obter o mesmo fim. Detalhes gerais sobre a relação da Wolfram com universidades aqui: <https://www.wolfram.com/education/research-universities/>
- 3.Ver também a tabela de análise de riscos anexada a esta solicitação.

9 – APROVAÇÃO E ASSINATURA

Conforme o § 2º do Art. 11 da IN SGD/ME nº 01, de 2019, o Estudo Técnico Preliminar deverá ser aprovado e assinado pelos Integrantes Técnicos e Requisitantes e pela autoridade máxima da área de TIC:



Universidade Federal do Espírito Santo
Estudo Técnico Preliminar

| INTEGRANTE TÉCNICO | INTEGRANTE REQUISITANTE |
|--|---|
| <hr/> <p>Oliver Fabio Piattella Matrícula/SIAPE: 2847692</p> <p>Vitória, 04 de maio de 2021</p> | <hr/> <p>Davi Cabral Rodrigues Matrícula/SIAPE: 1816732</p> <p>Vitória, 04 de maio de 2021</p> |

| AUTORIDADE MÁXIMA DA ÁREA DE TIC (OU AUTORIDADE SUPERIOR, SE APLICÁVEL – § 3º do art. 11) |
|--|
| <hr/> <p>Renan Teixeira de Souza Matrícula/SIAPE: 117520-4</p> <p>Vitória, 04/05/2021</p> |



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

PROTOCOLO DE ASSINATURA



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por
DAVI CABRAL RODRIGUES - SIAPE 1816732
Departamento de Física - DF/CCE
Em 04/05/2021 às 17:53

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link:
<https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/183696?tipoArquivo=O>



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

PROTOCOLO DE ASSINATURA



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por
OLIVER FABIO PIATTELLA - SIAPE 2847692
Departamento de Física - DF/CCE
Em 05/05/2021 às 03:04

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link:
<https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/183873?tipoArquivo=O>