

Universidade Federal do Pará
Instituto de Ciências Exatas e Naturais
Faculdade de Computação
Tópicos Especiais em Redes de Computadores

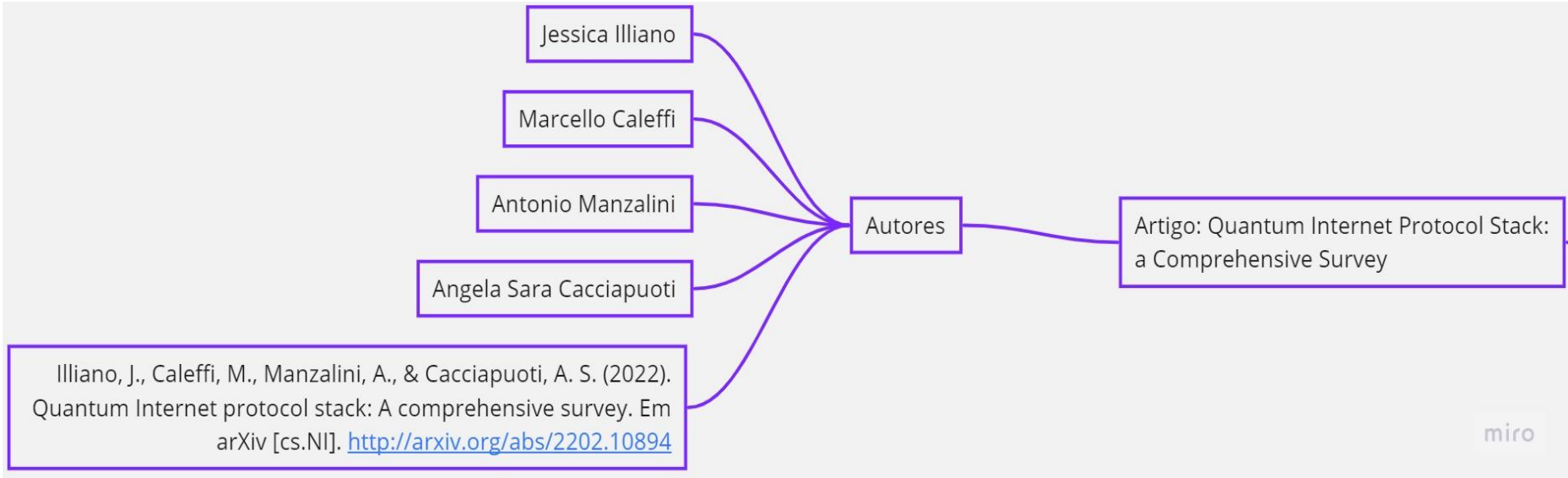
Internet Quântica

Alunos:

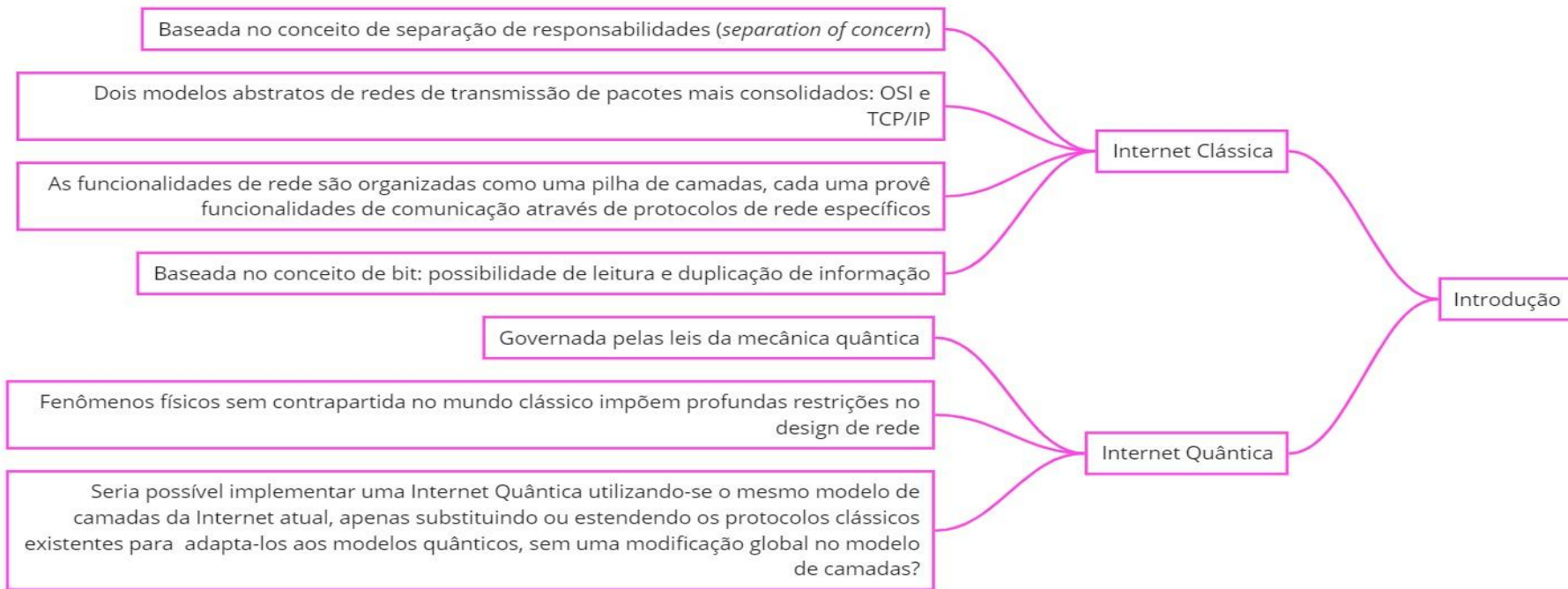
André Menezes Feitosa - 201911140001

Yuri de Oliveira Matos - 201811140007

Mapa Mental sobre Survey



Introdução



Conceito de Internet Quântica

Uma rede global interconectando redes quânticas heterogêneas

Baseada no conceito de quantum bits (qubits)

Apta a transmitir qubits e a gerar e distribuir emaranhamento de estados (*entanglement states*)

Conceito de Internet Quântica

miro

Mecânica Quântica

3 Quantum bit (qubit)

1 *No-cloning theorem*

1 *Decoherence*

1 *Quantum measurement postulate*

4 *Quantum entanglement*

Mecânica Quântica: fenômenos, conceitos, princípios e teoremas

Quantum bit (qubit)

Definido como o mais simples sistema mecânico quântico, cujo estado é descrito matematicamente como um vetor bidimensional complexo pertencente a um espaço de Hilbert, denominado de espaço de estado do sistema (*the system state space*), dividido por dois estados ortogonais.

$|\psi\rangle = \alpha_0|0\rangle + \alpha_1|1\rangle$, em que α_0 e α_1 correspondem a números complexos que devem satisfazer à condição de normalização $|\alpha_0|^2 + |\alpha_1|^2 = 1$ e $|\alpha_0|^2$ e $|\alpha_1|^2$ correspondem a probabilidades.

Enquanto o bit clássico permite apenas dois estados discretos (0 ou 1), o qubit permite um estado contínuo de superposição entre 0 e 1.

Quantum bit (qubit)

No-cloning of qubits, decoherence e quantum measurement

Não se podem fazer cópias de qubits, sob pena de perda dos dados pelo processo de decoerência.

No-cloning theorem

Processo de perda irreversível das propriedades quânticas de um sistema devido à interação com o ambiente (fragilidade dos estados quânticos).

Decoherence

Afirma que o estado original quântico do qubit colapsa, após sua medição, para um dos estados base.

Quantum measurement postulate

Emaranhamento quântico (*quantum entanglement*)

Partículas emaranhadas (*entangled particles*) existem em um estado compartilhado, de modo que qualquer ação sobre uma partícula afeta também instantaneamente outra(s) partículas, independentemente da distância entre elas.

A chave para o desenvolvimento das chamadas redes quânticas (e da Internet quântica).

Propriedade de duas ou mais partículas quânticas.

Tal propriedade não possui qualquer outra correspondente na mecânica clássica ("teletransporte").

Quantum entanglement

miro

Emaranhamento quântico (*quantum entanglement*)

$$|\Phi^\pm\rangle = \frac{|00\rangle \pm |11\rangle}{\sqrt{2}}, \quad |\Psi^\pm\rangle = \frac{|10\rangle \pm |01\rangle}{\sqrt{2}}.$$

Quatro notáveis estados de máximo emaranhamento de dois qubits: *Bell states or EPR pairs (maximally entangled)*

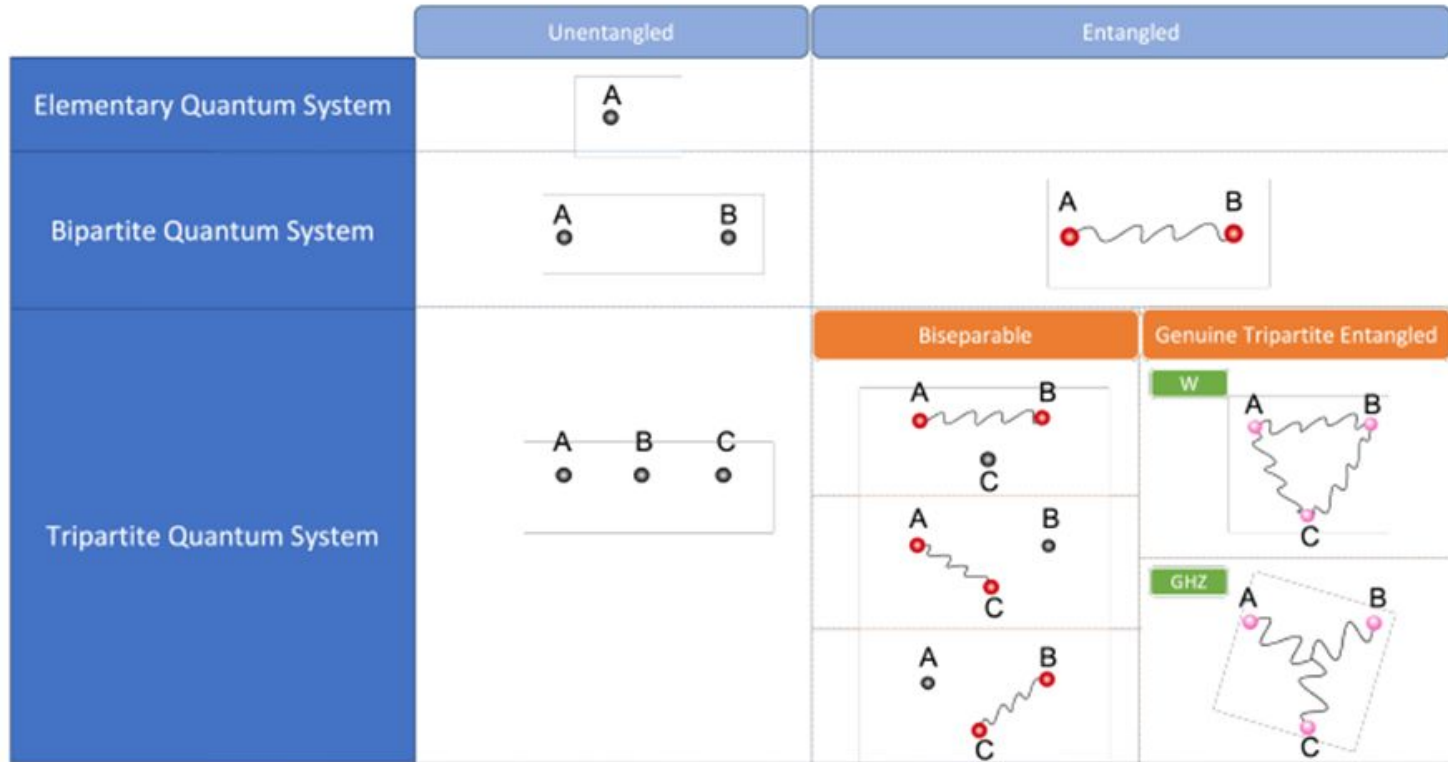
$$|GHZ\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|000\rangle + |111\rangle)$$

$$|W\rangle = \frac{1}{\sqrt{3}}(|001\rangle + |010\rangle + |100\rangle),$$

Dois estados notáveis de máximo emaranhamento para três qubits: *GHZ state and the W state (maximally entangled)*

Quantum entanglement

Emaranhamento quântico (*quantum entanglement*)

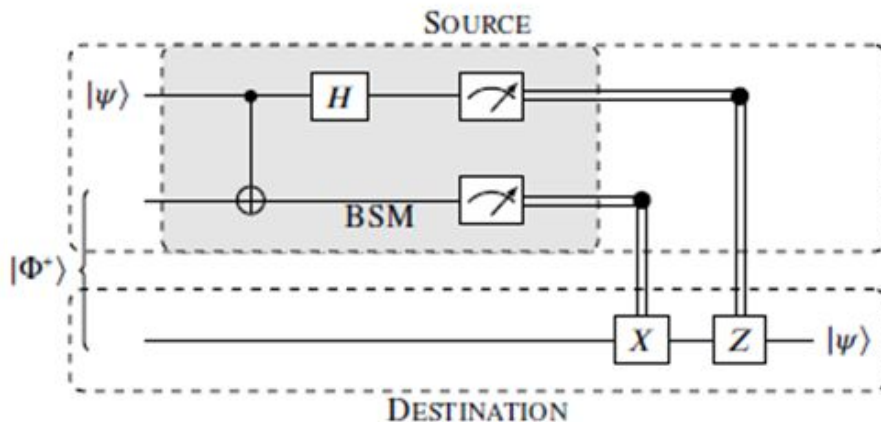


Teletransporte quântico

O teletransporte quântico permite a “transmissão” da informação de um qubit sem a transferência física da partícula que codifica a informação. Requer três ingredientes principais: i) um par EPR; ii) operações quânticas locais tanto na fonte quanto no destino; e iii) a transmissão de dois bits clássicos da origem ao destino.

Teletransporte
quântico

miro



Além da Conectividade Física

Nas redes clássicas, a conectividade física é o único conceito existente, onde dois nós são considerados "conectados" quando há uma ligação física de comunicação entre eles.

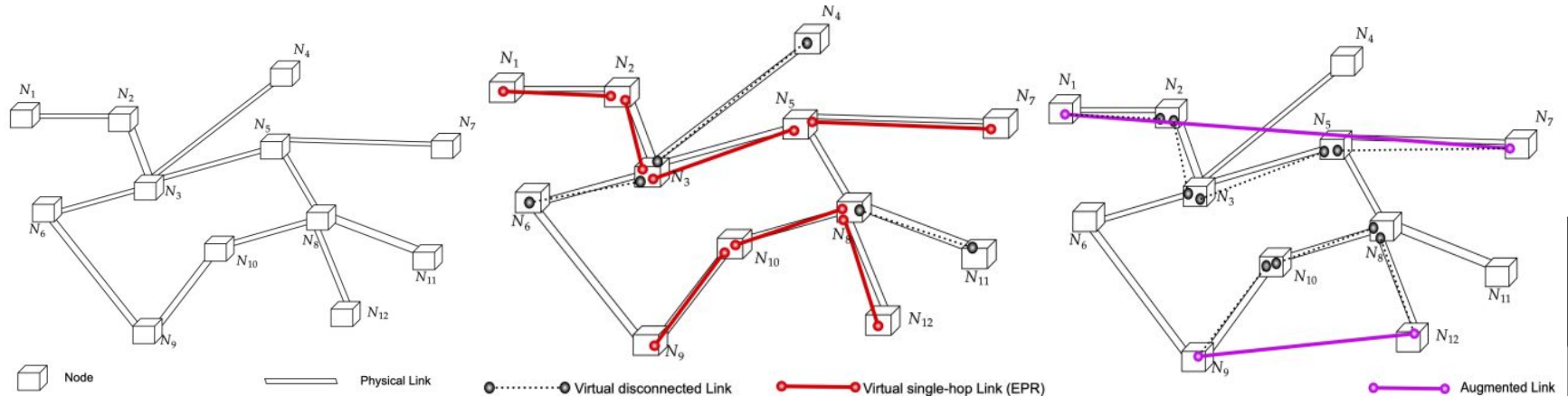
Conectividade Virtual

É estabelecida através do entrelaçamento de pares de qubits compartilhados entre os nós da rede, mesmo que eles não estejam diretamente conectados por nenhuma ligação física ou não tenham tido interação ou comunicação direta anteriormente.

Conectividade Aumentada

Novo conceito de Vizinhaça

Nós podem ser considerados "vizinhos", mesmo estando localizados distantes um do outro, isso através do teletransporte quântico.



State of the art

Estado da Arte

3 Principais Propostas

As três propostas consideram o emaranhamento como o recurso chave das redes quânticas

Van Meter et al.

A primeira tentativa de definir um design para a pilha de protocolos da internet quântica teve início em 2009

Abordagem baseada em "ações", cada uma associada com uma camada da pilha

Pilha de protocolos organizada em quatro camadas

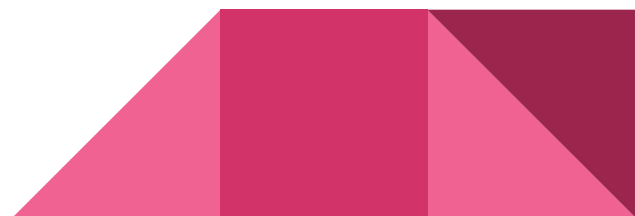
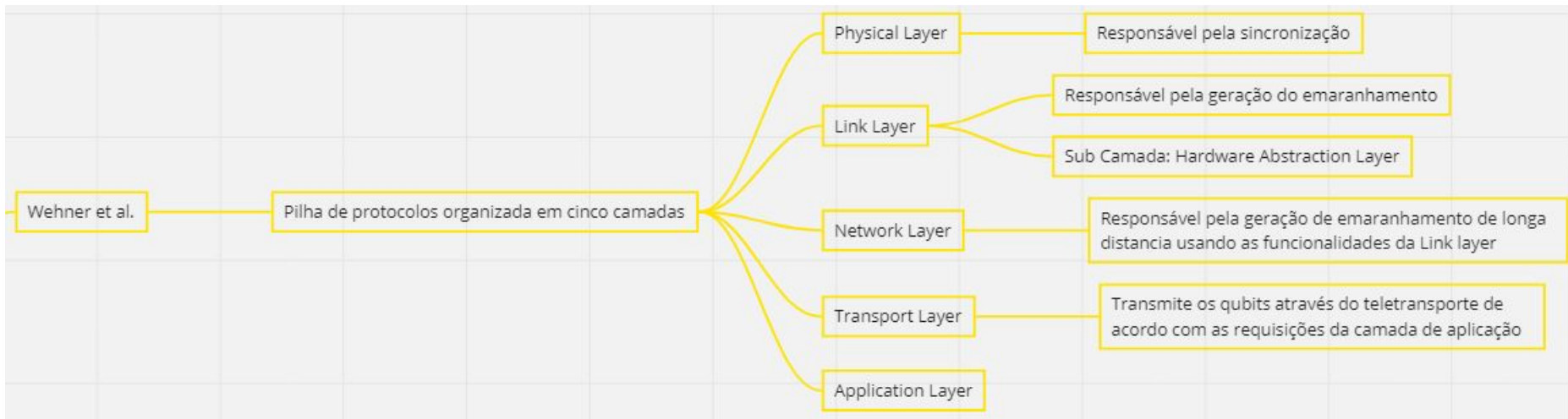
physical entanglement layer (PE)

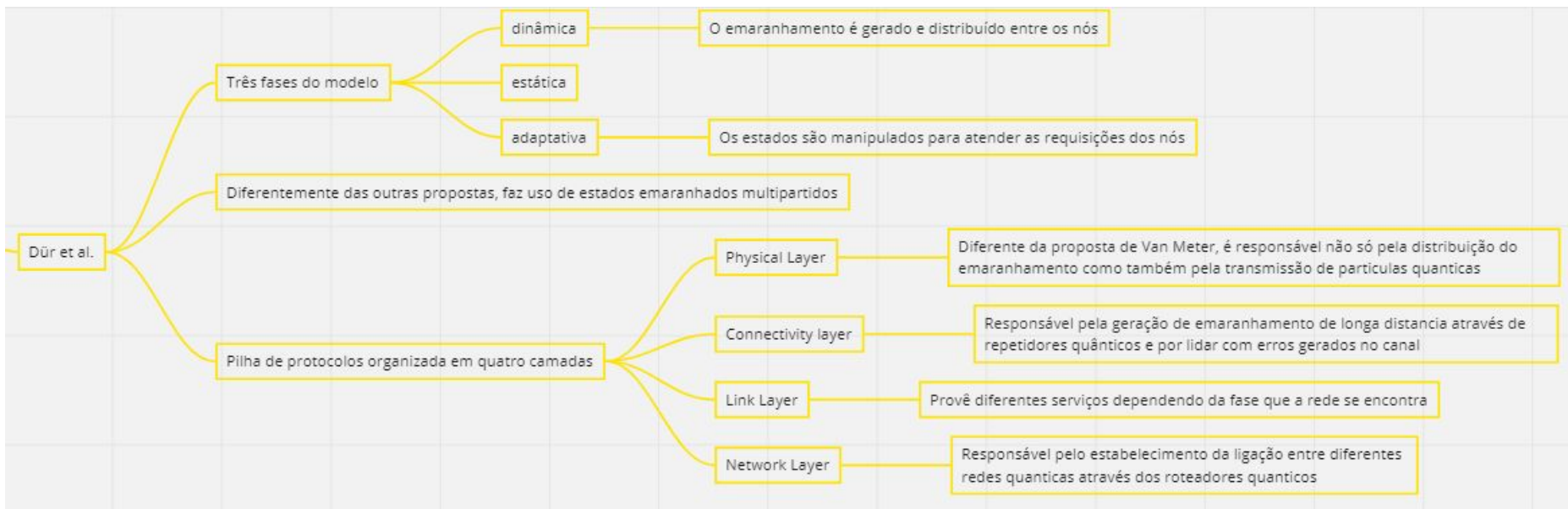
entanglement control layer (EC)

purification control layer

entanglement swapping control (ESC)

Recentemente (2019), a equipe estendeu o protocolo com foco em problemas de Sincronização e Sinalização





Problemas em Aberto e Esforços Necessários

